

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**

**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**TESE**

**Efeitos de parâmetros de processamentos nas propriedades reológicas e físico-químicas de misturas extrudadas de farinhas mista de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) como ingrediente funcional.**

**Valéria França de Souza**

**2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**Efeitos de parâmetros de processamentos nas propriedades reológicas e físico-químicas de misturas extrudadas de farinhas mista de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) como ingrediente funcional.**

**VALÉRIA FRANÇA DE SOUZA**

*Sob a orientação do Professor Doutor  
José Luis Ramírez Ascheri*

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do Grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia e Alimentos.

Seropédica, RJ  
Julho de 2015

664.72273

S729e

T

Souza, Valéria França de, 1967-  
Efeitos de parâmetros de processamentos nas propriedades reológicas e físico-químicas de misturas extrudadas de farinhas mista de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavigarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) como ingrediente funcional / Valéria França de Souza - 2015.

143 f.: il.

Orientador: José Luis Ramírez Ascheri.

Tese(doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 111-135.

1. Farinhas - Teses. 2. Farinhas - Extrusão - Teses. 3. Reologia - Teses. 4. Probióticos - Teses. I. Ascheri, José Luis Ramírez, 1955-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**VALÉRIA FRANÇA DE SOUZA**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do Grau de **Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de concentração Tecnologia de Alimentos.

TESE APROVADA EM: 22, 07, 2015

José Luis Ramirez Ascheri. (D. Sc.) EMBRAPA- CTAA  
(Orientador)

Felix Emilio Prado Cornejo. (D. Sc.) EMBRAPA- CTAA  
(Membro Titular)

Cristiane Hess de Azevedo Melo.  
Cristiane Hess de Azevedo Melo. (Dra. Sc.) UFRRJ  
(Membro Titular)

Katia Cilene Tabai (Dra. Sc.) UFRRJ  
(Suplente)

Vera Lucia Mathias da Silva.  
Vera Lucia Mathias da Silva. (Dra. Sc.) UFRJ  
(Membro Titular)

## **DEDICATÓRIA**

Que Deus me dê serenidade para mudar as coisas  
que não posso mudar, coragem para mudar as que posso  
e sabedoria para distinguir entre elas.

Reinold Nieburg

Ao meu sobrinho Tyago Severo de Souza pelas  
palavras de incentivo nos momentos mais difíceis da  
minha vida.

Aos meus pais Geraldo Alves de Souza e Aydêe  
França de Souza pela gratidão e por contribuírem cada  
vez mais para o meu crescimento profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

À Capes pelo apoio financeiro concedida durante o período de 3 anos e 4 meses.

Especialmente ao professor, orientador, e amigo Dr. José Luis Ramirez Ascheri , por me aceitar como aluna, pelos conhecimentos compartilhados, dúvidas esclarecidas, paciência, sugestões, correções e motivação concedida para a realização deste trabalho. Agradeço-o principalmente pela confiança e amizade que me manteve firme e confiante durante todo o período do Doutorado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelas análises realizadas.

À Pesquisadora e Profª Rosa Helena Luchese pela paciência, dedicação, compreensão e valiosa experiência em análises microbiológicas, sempre repassada com simplicidade.

Aos integrantes da banca examinadora Cristiane Hess de Azevedo Meleiro, Katia Cilene Tabai, Felix Emilio Prado Cornejo e Vera Lucia Mathias da Silva por terem aceito participar como membros efetivos da banca, pelas sugestões e correções.

À Pesquisadora Drª Rosires Deliza pela realização dos testes sensoriais dos biscoitos na Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Ao amigo Geraldo dos Santos Oliveira pela valiosa colaboração nos materiais de análise microbiológica.

À Profª Maria Rosa Figueiredo Nascimento pela oportunidade de estágio de docência na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no Departamento de Economia Doméstica e Hotelaria nas disciplinas Técnica e Dietética, Beneficiamento de Alimentos e Banquetes e Restaurantes e realização dos testes sensoriais do mingau.

As amigas Kamila de Oliveira Nascimento e Regiane Ribeiro dos Santos pelo apoio.

Aos Técnicos Francisco Carlos de Oliveira, José Carlos de Sá e Adriana Paula da Silva Minguita Ferreira os quais me deram suporte técnico no decorrer desse trabalho na Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Aos julgadores que participaram dos testes sensoriais pela contribuição na coleta de dados para a pesquisa.

Agradeço a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

SOUZA, Valéria França de. **Efeitos de parâmetros de processamento nas propriedades reológicas e físico-químicas de misturas extrudadas de farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) como ingrediente funcional.** 2015. 143p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

O trabalho de tese teve como objetivos elaborar uma farinha instantânea, com compostos bioativos (fibras e minerais) e isenta de glúten, de expandidos processados com mistura de farinhas de cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*); bem como, verificar os efeitos das variáveis de extrusão termoplástica, em suas características físico-químicas, reológicas, funcionais e sensoriais. Também se avaliou a estabilidade do mingau probiótico elaborado de farinha pré-cozida de cascas e albedo de maracujá e arroz, através de ensaios *in vitro*. A composição química e a caracterização da matéria-prima e da farinha pré-cozida foram realizadas por meio das análises: composição química centesimal e teor de minerais; assim como: granulometria, índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA), viscosidade de pasta (VP) e índice de expansão radial (IER). Os resultados apontam a tecnologia de extrusão como uma metodologia eficaz para obtenção da farinha pré-cozida. Dentre os 20 tratamentos estudados, T<sub>8</sub> (16% umidade, 120°C, 5% de farinha de maracujá), T<sub>12</sub> (14,64% umidade, 150°C, 10% de farinha de maracujá) e T<sub>13</sub> (18% umidade, 150°C, 18,4 % farinha de maracujá). O tratamento T<sub>13</sub> com 18,4 % de farinha de maracujá, 18% de umidade e 150°C foi a que se destacou, apresentando os melhores resultados quanto às propriedades físico-funcionais. Através da análise sensorial avaliou-se a aceitação, entre os três tratamentos distintos, empregados na elaboração de biscoitos e mingaus, com diferentes formulações, empregando-se como ferramenta na referida análise, uma ficha constando a escala hedônica de nove pontos. Foram realizados análise *in vitro*, esterilidade comercial e contagem de microorganismos empregados na elaboração do mingau probiótico. A análise microbiológica auxiliou na determinação da vida útil do biscoito através da contagem de microrganismos. Em relação a análise sensorial, o experimento T<sub>13</sub> no biscoito apresentou 6,75 % de aceitabilidade e no mingau o T<sub>13</sub> apresentou 6,08 % de aceitabilidade pelos julgadores.

**Palavras-chave:** Fruta, Cereal, Farinha pré-cozida, Extrusão Termoplástica, Probiótico.

## ABSTRACT

SOUZA, Valéria França de. **Effect of processing parameters on the rheological and physicochemical properties of extruded mixtures of flour mixed peel and albedo of passion fruit (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) and rice (*Oryza sativa L.*) as a functional ingredient.** 2015. 143p. Thesis (Doctor in Food Science and Technology), Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The objectives of this work were to elaborate an instant flour with bioactive compounds (fibers and minerals) it without of gluten, to have expanded processed with mixture flour of peel and albedo of passion fruit (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) and rice (*Oryza sativa L.*); as well as, to verify the effects of variables of extrusion-cooking in theirs physicochemical characteristics, rheological, sensory and functional. The stability of the prepared porridge probiotic was also evaluated of flour instantaneous peel and albedo of passion fruit and rice, through vitro rehearsals. The chemical composition and the characterization of the raw material and of instant flour were accomplished by means of the analyses: of the proximate chemical and mineral content, as well as particle size, index of absorption of water (IAA), solubility index in water (ISA), paste viscosity (VP) and radial expansion index (IER). The results show the extrusion technology as an effective methodology for obtaining precooked flour. Among the 20 studied treatments, T<sub>8</sub> (16% moisture, 120°C, 5% passion fruit flour), T<sub>12</sub> (14,64% moisture, 150°C, 10% passion fruit flour) e T<sub>13</sub> (18% moisture, 150°C, 18,4 % passion fruit flour). The sample T<sub>13</sub> with 18.4% passion fruit flour, 18% humidity and 150°C went to that presented the best results. The sensory analyses it evaluated the acceptance, among the three treatments in the elaboration of the biscuits and porridge, with different formulations, employing it as used as tool in that analysis, a consisting of hedonic scale of nine points. In vitro analysis were performed, commercial sterility and microorganism count employed in the preparation of probiotic porridge. The cookie microbiological analysis evaluated the shelf life and microorganism count. In relation the sensory analysis, the T<sub>13</sub> cookie presented in 6.75% of acceptability and porridge the T<sub>13</sub> showed 6.08% of acceptability by the judges.

**Keywords:** Fruit, cereals, precooked flour, thermosplastic extrusion, probiotic.

## LISTA DE TABELAS

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabela 1</b>  | Níveis das variáveis independentes a serem estudadas no processo de elaboração dos extrudados expandidos.   | 26 |
| <b>Tabela 2</b>  | Delineamento completo do desenho experimental.  | 26 |
| <b>Tabela 3</b>  | Formulação básica (amostra controle) do biscoito tipo <i>cookies</i>  | 44 |
| <b>Tabela 4</b>  | Formulações desenvolvidas para elaboração de biscoitos do tipo <i>cookies</i> à base de farinha de extrudados mista de cascas e albedo de maracujá com substituição parcial de 5%, 10% e 18,4%. | 45 |
| <b>Tabela 5</b>  | Formulação básica (amostra controle) do mingau  | 50 |
| <b>Tabela 6</b>  | Formulações desenvolvidas para elaboração de mingaus com diferentes proporções de farinha mista arroz: maracujá.  | 50 |
| <b>Tabela 7</b>  | Composição centesimal da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz e da casca do maracujá.   | 57 |
| <b>Tabela 8</b>  | Teor de minerais de farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 59 |
| <b>Tabela 9</b>  | Características tecnológicas dos extrudados e das farinhas pré-gelatinizadas de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão.   | 60 |
| <b>Tabela 10</b> | Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 62 |
| <b>Tabela 11</b> | Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de biscoito de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 63 |
| <b>Tabela 12</b> | Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de mingau de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 63 |
| <b>Tabela 13</b> | Médias e desvios padrão da atividade de água de fibras industrializadas.  | 64 |
| <b>Tabela 14</b> | Distribuição granulométrica da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 64 |
| <b>Tabela 15</b> | Distribuição granulométrica da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 65 |
| <b>Tabela 16</b> | Parâmetros de cor da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 67 |
| <b>Tabela 17</b> | Parâmetros de cor da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 69 |
| <b>Tabela 18</b> | Valores médios seguidos de desvio padrão obtidos dos parâmetros de cor da farinha dos biscoitos tipo <i>cookies</i> .   | 71 |
| <b>Tabela 19</b> | Valores médios seguidos de desvio padrão obtidos dos parâmetros de cor da fibra industrializada.  | 72 |
| <b>Tabela 20</b> | Valores médios do índice de expansão radial atribuídos no processo de elaboração dos extrudados expandidos das amostras de casca e albedo de maracujá e arroz.                                  | 76 |
| <b>Tabela 21</b> | Caracterização instrumental de textura dos extrudados.  | 80 |
| <b>Tabela 22</b> | Resultados do coeficiente quadrático aplicado as análises.  | 81 |
| <b>Tabela 23</b> | Resultados das análises microbiológicas para coliformes a 45°C, bolores e leveduras, <i>Salmonella</i> sp da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.                                    | 82 |
| <b>Tabela 24</b> | Resultados das análises microbiológicas do biscoito do tipo <i>cookies</i> de cascas e entrecascas de maracujá e arroz.   | 84 |

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
| <b>Tabela 25</b> | Viabilidade da bactéria probiótica de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> no mingau com aromatizante e sem aromatizante contendo fibras do maracujá.  | 85  |
| <b>Tabela 26</b> | Resultados do índice de cristalinidade da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 86  |
| <b>Tabela 27</b> | Resultados do índice de cristalinidade da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.  | 87  |
| <b>Tabela 28</b> | Análise de cianeto nas farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 91  |
| <b>Tabela 29</b> | Análise de cianeto na farinha de casca e albedo de maracujá.   | 93  |
| <b>Tabela 30</b> | Análise de cianeto na fibra de maracujá industrializada.   | 93  |
| <b>Tabela 31</b> | Análise de cianeto da farinha de biscoito de fibra de maracujá industrializada.  | 93  |
| <b>Tabela 32</b> | Médias e desvio padrão do teste de aceitação sensorial dos biscoitos tipo <i>cookie</i> utilizando concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá adicionada a farinha de arroz.  | 94  |
| <b>Tabela 33</b> | Resultados do teste de intenção de compra dos biscoitos tipo <i>cookie</i> utilizando diferentes concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá adicionada à farinha de arroz.  | 96  |
| <b>Tabela 34</b> | Características sócio-demográficas dos julgadores (N=100) que participaram do Teste de aceitabilidade do biscoito.   | 99  |
| <b>Tabela 35</b> | Média e desvio padrão das notas atribuídas pelos julgadores obtidas no teste de aceitabilidade dos mingaus sem aromatizante das formulações Fm <sub>8</sub> , Fm <sub>12</sub> e Fm <sub>13</sub> com farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz. | 100 |
| <b>Tabela 36</b> | Média e desvio padrão das notas atribuídas pelos julgadores aos atributos e da aceitabilidade dos mingaus com aromatizante das formulações Fm <sub>8</sub> , Fm <sub>12</sub> e Fm <sub>13</sub> de farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 101 |
| <b>Tabela 37</b> | Resultados do teste de intenção de compra dos mingaus contendo cascas e albedo de maracujá e arroz com aromatizante.   | 102 |
| <b>Tabela 38</b> | Características sócio-demográficas dos julgadores (N=100) que participaram do teste de aceitabilidade do mingau.   | 104 |
| <b>Tabela 39</b> | Características físicas dos biscoitos tipo <i>cookies</i> contendo cascas e albedo de maracujá.  | 107 |
| <b>Tabela 40</b> | Rendimento dos biscoitos tipo <i>cookies</i> de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz e fibra de maracujá industrializada.  | 108 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| <b>Quadro 1</b> | Opiniões dos julgadores com relação a aceitação e rejeição de biscoitos do tipo <i>cookies</i> . | 98  |
| <b>Quadro 2</b> | Opiniões dos julgadores com relação a aceitação e rejeição de mingau.                            | 103 |

## LISTA DE FIGURAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figura 1</b>  | Esquema de uma extrusora monorosca   | 11 |
| <b>Figura 2</b>  | Partes do fruto: (1) pedúnculo, (2) epicarpo, (3) mesocarpo, (4) endocarpo, (5) semente.   | 23 |
| <b>Figura 3</b>  | Tipos de moinho: (1) faca-martelo, (2) disco, (3) perten.  | 24 |
| <b>Figura 4</b>  | Farinha de casca e albedo de maracujá.   | 24 |
| <b>Figura 5</b>  | Fluxograma de obtenção da farinha da casca e albedo de maracujá.   | 25 |
| <b>Figura 6</b>  | Homogeneizador das farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá e arroz.   | 27 |
| <b>Figura 7</b>  | Extrusora monorrosca da marca Brabender  | 29 |
| <b>Figura 8</b>  | Processo de secagem do extrudado de cascas e albedo de maracujá e arroz em secador de bandejas.  | 29 |
| <b>Figura 9</b>  | Fluxograma de obtenção do extrudado da farinha mista da casca e albedo de maracujá e arroz para a elaboração de biscoito do tipo <i>cookies</i> e mingau.  | 30 |
| <b>Figura 10</b> | Agitador horizontal mecânico (a), centrífuga (b), e estufa (c).  | 32 |
| <b>Figura 11</b> | Equipamento analisador rápido de viscosidade.  | 33 |
| <b>Figura 12</b> | Equipamento aqualab.   | 34 |
| <b>Figura 13</b> | Equipamento colorímetro.   | 35 |
| <b>Figura 14</b> | Índice de expansão radial: diâmetro do extrudado (a); diâmetro da matriz (b).  | 36 |
| <b>Figura 15</b> | Gelatina.  | 36 |
| <b>Figura 16</b> | Dessecador (a); Texturômetro (b).  | 37 |
| <b>Figura 17</b> | Embalagem metalizada com zip   | 41 |
| <b>Figura 18</b> | Equipamento difrator de raios X.   | 42 |
| <b>Figura 19</b> | Equipamento calorímetro diferencial de varredura.  | 43 |
| <b>Figura 20</b> | Equipamento microscópio eletrônico de varredura.   | 43 |
| <b>Figura 21</b> | Fluxograma de obtenção do biscoito do tipo <i>cookies</i> .  | 47 |
| <b>Figura 22</b> | Etapas do Processo do Biscoito.  | 48 |
| <b>Figura 23</b> | Fluxograma de obtenção do mingau com adição da bactéria probiótica <i>Lactobacillus rhamnosus</i> suplementado com farinha mista de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz para julgadores. | 52 |
| <b>Figura 24</b> | Pires de porcelana utilizados nos testes sensoriais.   | 54 |

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
| <b>Figura 25</b> | Apresentação das amostras de biscoitos identificadas e codificadas para o julgador.  | 54  |
| <b>Figura 26</b> | Apresentação das amostras de mingaus sem aromatizante identificadas e codificadas para o julgador  | 55  |
| <b>Figura 27</b> | Apresentação das amostras de mingaus com aromatizante e identificadas e codificadas para o julgador.   | 55  |
| <b>Figura 28</b> | Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no IAA.  | 61  |
| <b>Figura 29</b> | Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no ISA.  | 61  |
| <b>Figura 30</b> | Efeitos lineares e quadráticos no RVA.   | 62  |
| <b>Figura 31</b> | Analizador de Partículas com distribuição em <i>mesh</i> e fundo.  | 65  |
| <b>Figura 32</b> | Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos na cor.  | 67  |
| <b>Figura 33</b> | Apresentação do índice de expansão radial dos extrudados expandidos a base de cascas e albedo de maracujá e arroz nas diferentes condições de processo.                                  | 73  |
| <b>Figura 34</b> | Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no IER.  | 74  |
| <b>Figura 35</b> | Efeito da temperatura e umidade no índice de expansão radial (IER).  | 74  |
| <b>Figura 36</b> | Microestrutura da seção transversal de extrudados expandidos de farinha de arroz e cascas e albedo de maracujá.  | 78  |
| <b>Figura 37</b> | Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos na textura.  | 79  |
| <b>Figura 38</b> | Efeito da umidade e temperatura na força de compressão nos testes de textura dos extrudados expandidos.  | 81  |
| <b>Figura 39</b> | Difratogramas de raios X obtidos para a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz das amostras T <sub>8</sub> , T <sub>12</sub> e T <sub>13</sub> .                                 | 86  |
| <b>Figura 40</b> | Difratogramas de raios X obtidos para a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz das amostras T <sub>8</sub> , T <sub>12</sub> e T <sub>13</sub> .                                 | 87  |
| <b>Figura 41</b> | Termogramas de DSC de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz processada dos tratamentos: (a) T <sub>8</sub> ; (b) T <sub>12</sub> e (c) T <sub>13</sub> .                  | 88  |
| <b>Figura 42</b> | Imagens obtidas por T <sub>8</sub> : Aspecto dos <i>snacks</i> elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em (MEV); (A)40 X; (B)200 X, (C)500 X e (D) 600 X. | 90  |
| <b>Figura 43</b> | Imagens obtidas por T <sub>12</sub> : Aspecto dos <i>snacks</i> elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em (MEV); (A) 40 X; (B) 200 X.                    | 90  |
| <b>Figura 44</b> | Imagens obtidas por T <sub>13</sub> : Aspecto dos <i>snacks</i> elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em (MEV); (A)40 X, (B) 500 X.                     | 91  |
| <b>Figura 45</b> | Diâmetro (1) e espessura (2) dos biscoitos tipo <i>cookies</i> .   | 105 |
| <b>Figura 46</b> | Aspecto visual dos biscoitos tipo <i>cookies</i> elaborados com diferentes concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá.  | 106 |

## LISTA DE ABREVIASÕES, SIGLAS OU SÍMBOLOS

|                |   |
|----------------|---|
| <b>HCN</b>     | Ácido Cianídrico  |
| <b>DRBC</b>    | Àgar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol                 |
| <b>LIA</b>     | Àgar Lisina Ferro   |
| <b>TSI</b>     | Àgar Tríplice Açúcar Ferro                                  |
| <b>ANVISA</b>  | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                    |
| <b>RVA</b>     | Analizador rápido de viscosidade                            |
| <b>hº</b>      | Ângulo hue  |
| <b>AOAC</b>    | <i>Association of Official Agricultural Chemists</i>        |
| <b>AACC</b>    | American Association of Cereal Chemists                     |
| <b>HT/ST</b>   | Alta-Temperatura/ Curto-Tempo (High-Temperature/Short-Time) |
| <b>ADA</b>     | <i>American Dietetic Association</i>                        |
| <b>ABNT</b>    | Associação Brasileira de Normas Técnicas                    |
| <b>Aw</b>      | Atividade de água   |
| <b>Bs</b>      | Base seca   |
| <b>DSC</b>     | Calorímetro Diferencial de Varredura                        |
| <b>cP</b>      | Centipoise  |
| <b>CNNPA</b>   | Comissão Nacional de Normas e Padrão para Alimentos         |
| <b>A</b>       | Cromaticidade a   |
| <b>B</b>       | Cromaticidade b   |
| <b>ΔE</b>      | Diferença de cor  |
| <b>EMBRAPA</b> | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                 |
| <b>FI</b>      | Farinha Industrializada                                     |
| <b>FE</b>      | Fator de Expansão   |
| <b>Fsr</b>     | Força específica das rupturas                               |

|             |   |
|-------------|---|
| <b>Nsr</b>  | Frequência de rupturas  |
| <b>FAT</b>  | Fibra Alimentar Total   |
| <b>FAO</b>  | Food Agricultural Organizatio   |
| <b>F</b>    | Formulação  |
| <b>Fb</b>   | Formulação do biscoito  |
| <b>Fm</b>   | Formulação do mingau  |
| <b>GCs</b>  | Glicosídeos Cianogênicos  |
| <b>KI</b>   | Iodeto de potássio  |
| <b>I</b>    | Iodo  |
| <b>DEDH</b> | Laboratório de Alimentação e Nutrição do Departamento de Economia Doméstica e Hotelaria |
| <b>L</b>    | Luminosidade  |
| <b>Fc</b>   | Média das forças de compressão  |
| <b>Kg/h</b> | Quilograma por hora   |
| <b>IAA</b>  | Índice de Absorção de Água  |
| <b>IBGE</b> | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística   |
| <b>IFT</b>  | Institute of Food Technologists   |
| <b>ISA</b>  | Índice de Solubilidade em Água  |
| <b>IER</b>  | Índice de Expansão Radial   |
| <b>LAB</b>  | Laboratório   |
| <b>MEV</b>  | Microscopia Eletrônica de Varredura   |
| <b>Pa</b>   | Peso da amostra   |
| <b>Y</b>    | Quantidade de água a ser adicionada   |
| <b>RDA</b>  | Recommended Dietary Allowances  |
| <b>R</b>    | Rendimento  |
| <b>RPM</b>  | Rotação por minuto  |
| <b>TACO</b> | Tabela Brasileira de Composição de Alimentos  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>TCLE</b>           | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| <b>T</b>              | Temperatura                                |
| <b>T<sub>8</sub></b>  | Tratamento 8                               |
| <b>T<sub>12</sub></b> | Tratamento 12                              |
| <b>T<sub>13</sub></b> | Tratamento 13                              |
| <b>Wc</b>             | Trabalho de crocância                      |
| <b>Ui</b>             | Umidade inicial da amostra                 |
| <b>Uf</b>             | Umidade final da amostra                   |
| <b>U</b>              | Umidade                                    |
| <b>UFC</b>            | Unidade Formadora de colônias              |
| <b>V95</b>            | Viscosidade Máxima a (95°C)                |
| <b>V25</b>            | Viscosidade Final (25°C)                   |
| <b>VE</b>             | Volume específico                          |
| <b>UA/UB</b>          | Unidades Amilográficas/ Unidades Brabender |

## **SUMÁRIO**

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>1</b> |
| 1.1      | Objetivo Geral  | 2        |
| 1.2      | Objetivos Específicos   | 2        |
| <br>     |   |          |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>                                  | <b>3</b> |
| 2.1      | Maracujá  | 3        |
| 2.1.1    | Suco de Maracujá  | 4        |
| 2.1.2    | Cascas de Maracujá  | 4        |
| 2.2      | Resíduos de Maracujá  | 5        |
| 2.2.1    | Cascas  | 5        |
| 2.2.2    | Sementes  | 6        |
| 2.3      | Toxicologia   | 6        |
| 2.3.1    | Glicosídeos cianogênicos                                      | 6        |
| 2.3.2    | Toxicidade ao ser humano                                      | 7        |
| 2.3.3    | Glicosídeos cianogênicos em <i>Passiflora edulis</i>          | 8        |
| 2.3.4    | Efeito dos processos para redução de glicosídeos cianogênicos | 9        |
| 2.4      | Arroz   | 9        |
| 2.5      | Extrusão termoplástica  | 10       |
| 2.5.1    | Controle dos parâmetros da extrusão                           | 12       |
| 2.5.1.1  | Umidade de processo   | 12       |
| 2.5.1.2  | Temperatura do cilindro                                       | 13       |
| 2.5.1.3  | Configuração do parafuso                                      | 13       |
| 2.5.1.4  | Velocidade de rotação do parafuso                             | 14       |
| 2.5.1.5  | Matriz  | 14       |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.5.2 | Aplicações em Produtos Extrudados  | 15 |
| 2.6   | Farinha em produtos de panificação (biscoitos)   | 15 |
| 2.7   | As fibras e os prébióticos   | 16 |
| 2.7.1 | Efeitos atribuídos aos prebióticos   | 17 |
| 2.8   | Probióticos  | 18 |
| 2.8.1 | Emprego das principais bactérias nos probióticos   | 18 |
| 2.8.2 | Vantagens nutricionais e os mecanismos dos probióticos                                       | 18 |
| 2.8.3 | Efeitos atribuídos aos probióticos   | 19 |
| 2.8.4 | Dose de ingestão de probiótico   | 19 |
| 2.8.5 | Critérios para a escolha de probióticos na tecnologia de fabricação de produtos alimentícios | 20 |
| 2.8.6 | Principais aplicações de probióticos na indústria de alimentos                               | 20 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>3</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>                        | 22 |
| 3.1      | Material  | 22 |
| 3.1.1    | Obtenção das matérias primas e insumos            | 22 |
| 3.1.1.1  | Arroz   | 22 |
| 3.1.1.2  | Maracujá  | 22 |
| 3.1.1.3  | Insumos   | 22 |
| 3.1.1.4  | Local   | 22 |
| 3.2      | Métodos   | 23 |
| 3.2.1    | Produção da farinha de arroz                      | 23 |
| 3.2.2    | Produção da farinha de casca e albedo de maracujá | 23 |
| 3.2.3    | Delineamento Experimental                         | 26 |
| 3.2.4    | Análises Estatísticas                             | 27 |
| 3.2.5    | Condicionamento das matérias primas               | 27 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.2.6   | Processo da extrusão termoplástica   | 28 |
| 3.2.6.1 | Condições do Processo  | 28 |
| 3.2.6.2 | Extrusão Termoplástica   | 28 |
| 3.3     | Caracterização Físico-Química e funcional das Farinhas Mistas dos extrudados   | 31 |
| 3.3.1   | Composição Centesimal  | 31 |
| 3.3.2   | Composição em Minerais   | 31 |
| 3.3.3   | Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA)        | 31 |
| 3.3.4   | Propriedades viscoamilográficas  | 32 |
| 3.3.5   | Fibra alimentar  | 33 |
| 3.3.6   | Atividade de água  | 34 |
| 3.4     | Caracterização Física das Matérias Primas, Cor e Extrudados                    | 34 |
| 3.4.1   | Classificação granulométrica de misturas (não extrudada) e farinhas            | 34 |
| 3.4.2   | Análise de cor   | 35 |
| 3.4.3   | Índice de expansão radial dos extrudados                                       | 35 |
| 3.4.4   | Extrudados por imagem  | 36 |
| 3.4.5   | Textura instrumental dos extrudados  | 36 |
| 3.5     | Caracterização Microbiológica das Farinhas mistas e <i>cookies</i>             | 37 |
| 3.5.1   | Caracterização Microbiológica das Farinhas Mistas                              | 37 |
| 3.5.1.1 | Procedimento de análise de <i>Salmonella</i>                                   | 37 |
| 3.5.1.2 | Procedimento de análise de coliformes pelo método petrifilm                    | 38 |
| 3.5.1.3 | Procedimento de análise de bolores e leveduras                                 | 38 |
| 3.5.1.4 | Procedimento de análise de <i>Bacillus cereus</i>                              | 39 |
| 3.5.2   | Caracterização Microbiológica dos biscoitos <i>cookies</i> das farinhas mistas | 39 |
| 3.5.2.1 | Estafilococos coagulase positiva   | 40 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.6      | Vida útil das Farinhas mistas, produtos panificáveis e lácteos  | 40 |
| 3.6.1    | Determinação da Vida útil das Farinhas Mistas   | 40 |
| 3.6.2    | Determinação da Vida útil dos Produtos Panificáveis (Biscoito do tipo <i>cookies</i> )  | 40 |
| 3.6.3    | Determinação da Vida útil dos Produtos Lácteos (Mingau probiótico)  | 40 |
| 3.7      | Utilização da Bactéria em pó ( <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ) no produto lácteo in vitro  | 41 |
| 3.7.1    | Cálculo da utilização da bactéria em pó   | 41 |
| 3.7.2    | Preparo do Mingau probiótico  | 41 |
| 3.7.3    | Preparo das placas no Agar MRS  | 41 |
| 3.7.4    | Determinação da viabilidade da bactéria probiótica no mingau  | 41 |
| 3.7.5    | Critério de avaliação do plaqueamento em profundidade (pour plate)  | 42 |
| 3.8      | Caracterização das Propriedades de Cristalinidade, Calorimétricas e de Microestrutura   | 42 |
| 3.8.1    | Análise de Difração de Raio X   | 42 |
| 3.8.2    | Análise de Calorímetro Diferencial de Varredura   | 42 |
| 3.8.3    | Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura  | 43 |
| 3.9      | Avaliação toxicológica  | 44 |
| 3.9.1    | Avaliação de Cianetos das farinhas mistas, farinha de cascas e albedo de maracujá, fibra de maracujá industrializadas e farinha de biscoito de fibra de maracujá industrializada. | 44 |
| 3.10     | Elaboração do produto panificável (biscoito)  | 44 |
| 3.10.1   | Testes de formulação básica para o preparo de biscoitos – amostra controle  | 44 |
| 3.10.2   | Formulação de biscoito do tipo <i>cookies</i>   | 44 |
| 3.10.3   | Processamento dos biscoitos   | 45 |
| 3.10.3.1 | Pesagem dos ingredientes  | 45 |
| 3.10.3.2 | Processo de mistura   | 45 |
| 3.10.3.3 | Laminação   | 45 |
| 3.10.3.4 | Forneamento   | 45 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.10.3.5 | Resfriamento  | 46 |
| 3.10.3.6 | Acondicionamento  | 46 |
| 3.11     | Avaliação Física dos Produtos Panificáveis                              | 49 |
| 3.11.1   | Rendimento  | 49 |
| 3.11.2   | Diâmetro e espessura  | 49 |
| 3.11.3   | Fator de expansão   | 49 |
| 3.11.4   | Volume específico   | 49 |
| 3.12     | Elaboração do produto lácteo (mingau)                                   | 49 |
| 3.12.1   | Testes de formulação básica para o preparo de mingau (amostra controle) | 49 |
| 3.12.2   | Formulação do mingau  | 50 |
| 3.12.3   | Processamento dos Mingaus   | 51 |
| 3.12.3.1 | Pesagem dos ingredientes  | 51 |
| 3.12.3.2 | Processo de mistura   | 51 |
| 3.13     | Avaliação Sensorial dos Produtos Panificáveis e Lácteos                 | 53 |
| 3.13.1   | Questões éticas   | 53 |
| 3.13.2   | População de estudo   | 53 |
| 3.13.3   | Critérios de inclusão   | 53 |
| 3.13.4   | Amostra e Coleta de Dados   | 53 |
| 3.13.4.1 | Amostra   | 53 |
| 3.13.4.2 | Coleta de dados   | 55 |
| 3.13.5   | Teste de aceitabilidade   | 55 |
| 3.13.6   | Intenção de compra  | 56 |
| 3.13.7   | Local dos testes  | 56 |
| 3.13.8   | Análise Estatística   | 56 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Caracterização Físico-Química e funcional das Farinhas Mistas  | 57 |
| 4.1.1 | Composição Centesimal  | 57 |
| 4.1.2 | Composição em Minerais   | 59 |
| 4.1.3 | Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA)  | 60 |
| 4.1.4 | Propriedades Viscoamilográficas  | 62 |
| 4.1.5 | Atividade de água  | 62 |
| 4.2   | Caracterização Física das Matérias Primas, Cor e Extrudados  | 64 |
| 4.2.1 | Classificação granulométrica de misturas (não extrudada)   | 64 |
| 4.2.2 | Classificação granulométrica de farinhas   | 65 |
| 4.2.3 | Análise de cor   | 67 |
| 4.2.4 | Índice de expansão radial  | 72 |
| 4.2.5 | Extrudados por imagem  | 77 |
| 4.2.6 | Textura instrumental dos extrudados  | 79 |
| 4.3   | Efeito dos parâmetros de extrusão da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz nas características físicas, tecnológicas e textura dos extrudados | 81 |
| 4.4   | Análises Microbiológicas   | 81 |
| 4.4.1 | Vida útil das farinhas mistas  | 81 |
| 4.4.2 | Vida útil do biscoito do tipo <i>cookies</i>   | 83 |
| 4.4.3 | Vida útil do mingau  | 85 |
| 4.5   | Caracterização das Propriedades de Cristalinidade, Calorimétricas e de Microestrutura  | 85 |
| 4.5.1 | Difração de Raio X da Mistura (não extrudada)  | 85 |
| 4.5.2 | Difração de Raio X da Farinha (extrudada)  | 87 |
| 4.5.3 | Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC)   | 88 |
| 4.5.4 | Microscopia eletrônica de varredura  | 89 |
| 4.6   | Avaliação do Cianeto Total das Farinhas Mistas   | 91 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 4.6.1    | Avaliação do Cianeto Total de Farinha de cascas e albedo de maracujá   | 93  |
| 4.6.2    | Avaliação do Cianeto Total de Fibra de Maracujá Industrializadas   | 93  |
| 4.6.3    | Avaliação do Cianeto Total de Farinha de Biscoito de Fibra de Maracujá Industrializada   | 93  |
| 4.7      | Análise Sensorial  | 94  |
| 4.7.1    | Análise dos Biscoitos  | 94  |
| 4.7.2    | Intenção de compra de biscoito do tipo <i>cookies</i>  | 96  |
| 4.7.3    | Opinião dos julgadores da avaliação sensorial dos biscoitos tipo <i>cookie</i>   | 97  |
| 4.7.4    | Características sócio-demográficas do Teste de Aceitabilidade dos biscoitos tipo <i>cookies</i>  | 99  |
| 4.8      | Análise do Mingau  | 100 |
| 4.8.1    | Intenção de compra   | 102 |
| 4.8.2    | Opinião dos julgadores da avaliação sensorial dos mingaus da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz  | 102 |
| 4.8.3    | Características sócio-demográficas do Teste de Aceitabilidade dos mingaus  | 104 |
| 4.9      | Avaliação Física dos Produtos Panificáveis   | 105 |
| 4.10     | Rendimento dos biscoitos tipo <i>cookies</i> de farinha mista de casca e albedo de maracujá adicionada com arroz e fibra de maracujá industrializada | 108 |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES</b>  | 109 |
| <b>6</b> | <b>SUGESTÕES</b>   | 110 |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | 111 |
|          | <b>ANEXOS</b>  | 136 |
| A.       | Parecer do Comitê de Ética da COMEP-UFRRJ  | 136 |
| B.       | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido UFRRJ   | 137 |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| C. | Tabela de números aleatórios com código de três dígitos | 139 |
| D. | Ficha técnica avaliação da aceitabilidade do biscoito   | 140 |
| E. | Ficha técnica avaliação dos julgadores do biscoito      | 141 |
| F. | Ficha técnica avaliação da aceitabilidade do mingau     | 142 |
| G. | Ficha técnica avaliação dos julgadores do mingau        | 143 |

# 1 INTRODUÇÃO

Uma das questões importantes quando se trata da utilização de coprodutos está relacionado com a segurança da qualidade do produto final. Isto devido a que pelo próprio fato de se tratar de um resíduo, este pode estar sob condições inadequadas e não receber tratamentos que permitam a sua conservação, podendo desencadear a sua deterioração e consequentemente tornar-se impróprio para o consumo.

Casca e albedo de maracujá são coprodutos resultantes da indústria de sucos da fruta isto pode alcançar entre 65 e 70% do peso do fruto. Na atualidade, pouco é aproveitado deste importante recurso, sendo na sua maioria descartado. No intuito de se encontrar alternativas de uso, o processamento deste material na forma de farinha, prévio tratamento de sanitização, para garantir a qualidade alimentar, foi proposto o processamento através da extrusão da farinha misturada à farinha de arroz, visando o seu potencial na agregação de valor.

Um outro segmento importante na alimentação humana, é o fato de se inserir maiores teores de fibra alimentar e outros bioativos na dieta, com fins de prevenir doenças de constipação, doenças cardiovasculares, entre outras relacionadas. Muitas fontes vegetais de fibras dietéticas nem sempre são adequadas do ponto de vista sensorial, dai a necessidade de se criar alternativas, que através do adequado processamento tenham maior aceitabilidade, preferência e benefício para o consumidor.

O tratamento prévio referente a coprodutos constitui a sanitização e secagem, visando preservar os coprodutos, sendo considerado de vital importância para seu posterior aproveitamento. Mantendo-se este material com umidade menor do que 5%, diminui significativamente a deterioração microbiana o que permite suficiente espaço e tempo para as aplicações em processos subsequentes para o seu aproveitamento. Nesse sentido, as questões da segurança da qualidade desse coproducto, estão relacionadas com a contagem microbiana mínima permissível, com a diminuição de agentes contaminantes e/ou tóxicos, nos limites estabelecidos, bem como das suas propriedades físico-mecânicas. Considerando que esses tratamentos prévios bem estabelecidos faz com que, esse coproducto converta-se em matéria prima para usos diversos como: extração de pectina; como parte de formulações de produtos peletizados para ração animal ou processados por extrusão, entre outras alternativas.

Da mesma forma, o uso desta farinha como ingrediente para obter produtos extrudados e posterior utilização na alimentação humana como material pré-gelatinizado. Por outro lado, apresenta-se as caracterizações do material extrudado de forma a verificar a influência por ocasião do processo de transformação do material. E, determinar possíveis usos da farinha extrudada bem como a sua qualidade nutricional, microbiológica e sensorial.

Nesse sentido, considerando-se que a tecnologia de extrusão de alimentos é um tratamento térmico de alta temperatura e curto tempo (HTST), provocando transformações profundas nos materiais, deixando-os com características de um alimento pré-cozido, pronto para o consumo. A sua aplicação nos coprodutos resultantes do maracujá, neste caso a casca e albedo poderá outorgar propriedades adequadas para seu consumo, com a garantia da qualidade, que os parâmetros nele aplicados garantem o seu uso como alimento com alto teor de fibra. Referente a alimento funcional, segundo a definição, alimento funcional é um alimento natural ou enriquecido com aditivos alimentares como - entre outros - vitaminas, minerais dietéticos, culturas bacterianas, Ômega 3, antocianinas, carboidratos - fibras (como probiótico, prebióticos, etc.) que possam contribuir para a manutenção da saúde e redução do risco de doenças. Neste caso, o trabalho trata de elaborar um produto que permita a inserção na dieta, uma quantidade fibras procedentes da mistura de farinhas de casca e albedo de maracujá e arroz, adicionados de bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus*.

## **1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma farinha pré-cozida de casca e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*) e a sua utilização como mingau e posterior adição de *Lactobacillus rhamnosus*, para uso como complemento alimentar funcional.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- Adequar das matérias primas: cascas e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*), para o preparo das farinhas mistas nas proporções previstas;
- Determinar os parâmetros ótimos de extrusão para obtenção de farinhas mistas de casca e albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) e arroz (*Oryza sativa, L.*);
- Realizar a caracterização físico-química, reológica, funcional, toxicológica, microbiológica dos tratamentos estudados;
- Elaborar formulações de biscoitos com a maior incorporação possível da farinha produzida e determinar suas propriedades sensoriais;
- Elaborar formulações de mingaus com a farinha produzida com a incorporação  $10^9$  da adição da bactéria liofilizada *Lactobacillus rhamnosus* e determinar suas propriedades sensoriais;
- Estudar *in vitro* as bactérias vivas por grama do mingau.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Maracujá

O maracujá é um fruto originário da América Tropical, sendo cultivado em países de climas tropical e subtropical, e pertence à família *Passifloraceae*, gênero Passiflora (KISHORE et al., 2011). As espécies mais cultivadas no Brasil são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*). O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores do suco da fruta, sendo a polpa do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) a mais usada, devido as suas características sensoriais e qualidade dos frutos (FERREIRA; PENA, 2010). Por outro lado, Meletti, Oliveira e Ruggiero (2010) relataram que o maracujá-amarelo tem ocupado um 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.

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá (MONTEIRO, AMARO e BONILHA, (2005). De acordo com Meletti, Oliveira e Ruggiero (2010) relataram que São Paulo, grande produtor do início da década de 90, com área de produção reduzida significativamente, em função da elevada incidência de viroses. A quantidade produzida de maracujá foi de 33106 toneladas, (IBGE, 2014).

Meletti, Oliveira e Ruggiero, (2010) verificaram que, a exportação de maracujá tem ocorrido em pequena escala, sob as formas de fruta fresca, e, principalmente, suco concentrado. Os principais destinos são os países europeus. A participação do fruto fresco 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, sendo atualmente comercializado mais intensamente com Holanda, Estados Unidos, Porto Rico, Japão e Alemanha, os quais importam 76% do suco concentrado produzido no Brasil.

Cunha (2013) citou que o maracujá apresenta elevada importância econômica devido ao intenso uso de mão de obra, de seu valor comercial e nutricional e pela geração de emprego e renda na propriedade rural. Por outro lado Ferrari, Colussi e Ayub (2004) informaram que o maracujá apresenta em sua composição aproximadamente 51% de casca, 23% de suco e 26% de sementes. Sua produção acontece no período seco, nos meses de abril a setembro. Estudos realizados por Rotili et al., (2013) mostraram que os frutos do maracujá-amarelo também são ricos em minerais, vitaminas, compostos fenólicos e carotenóides. A presença de B-caroteno no maracujá-amarelo é responsável pela cor amarelada típica do suco. O acúmulo desses componentes é variável e depende, entre muitos fatores, do estádio de maturação e das condições de armazenamento. Tais compostos são sintetizados por vias metabólicas durante o desenvolvimento e maturação de frutos com diferentes funções bioquímicas e físicas no órgão, participando em mecanismos de defesa, atratividade e como antioxidantes.

Como exemplo mais recentes desses produtos, podemos citar as várias características dos coprodutos de maracujá (LÓPEZ-VARGAS et al., 2013), características da pectina extraída da casca do maracujá (CANTERI, 2010), adição de farinha de casca de maracujá amarelo em bolos (VIEIRA et al., 2010), comportamento higroscópico da sua casca (OLIVEIRA et al., 2006), caracterização de sementes da fruta (FERRARI, COLUSSI e AYUB, 2004), entre outros.

Machado et al.(2003) relataram que a maior utilização do maracujá é destinada ao suco, considera-se que há uma perda de aproximadamente 70% do peso do fruto, sendo os subprodutos (cascas e sementes) quase sempre descartados.

### **2.1.1 Suco de maracujá**

O suco de maracujá é um produto de aroma e acidez acentuados. O aroma deve-se a um óleo insolúvel em água, presente no suco na concentração de aproximadamente 36ppm. As sementes representam cerca de 6 a 12% do peso total do fruto, e podem ser boas fontes de óleo, carboidratos, proteínas e sais minerais. Os altos conteúdos de celulose e lignina podem limitar seu uso na alimentação animal, principalmente dos monogástricos. O óleo de sabor agradável e odor suave compararam-se ao óleo de algodão em valor nutritivo e digestibilidade (FERRARI, COLUSSI e AYUB, 2004).

Folegatti e Matsuura (2002), registraram que o suco contém aproximadamente 0,06% de amido, das quais a amilopectina é o principal componente. A temperatura de gelatinização do amido no suco de maracujá é entre 58,5 e 67°C, tendo em vista que o alto teor de amido e a baixa temperatura de gelatinização podem ocasionar problemas no processamento térmico do suco de maracujá, formando depósitos que se acumula nas superfícies dos trocadores de calor, diminuindo assim sua eficácia. Este problema pode ser evitado com aplicação de tratamentos enzimáticos. A importância nutricional do suco esta baseada nos seus elevados teores de fósforo, potássio, vitamina B1 (tiamina) e niacina. O suco apresenta alcalóides, o que o torna levemente sedativo. O fruto do maracujá-amarelo apresenta compostos cianogênicos, porém quando completamente maduros, obtêm-se baixas concentrações desses componentes em relação ao nível de toxidez.

O suco de maracujá apresenta cerca de 19,8 mg de vitamina C, 28 mg de magnésio, 0,12 mg de manganês, 51 mg de fósforo, 0,6 mg de ferro, 338 mg de potássio e 0,4 mg de zinco (TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS, 2006).

### **2.1.2 Cascas de maracujá**

Taiz e Zeiger (2004) verificaram que, a composição do maracujá *in natura* corresponde à casca (50,3%), polpa (23,2%) e semente (26,2%). Praticamente todas as partes do maracujá são utilizadas para consumo humano e/ou animal.

Mendonça et al. (2006) identificaram que a casca do maracujá é dividida em duas partes distintas, o “flavedo” ou epicarpo e o “albedo” ou mesocarpo. As partes são facilmente separáveis da polpa, que corresponde à fração comestível do fruto. O flavedo contém substâncias químicas como os carotenóides, vitaminas e óleo essencial. O albedo, que é a proporção esponjosa e branca, é rico em hemicelulose, celulose, lignina, glicídios solúveis, substâncias pecticas e compostos fenólicos.

De acordo com Marcante et al. (2010) citaram que a casca do maracujá é rica em niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, fósforo, sódio e pectina, cuja forma sintética é empregada na indústria de alimentos para dar firmeza a doces e geléias.

Estudos realizados por Cordova et al. (2005) mostraram que 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 doenças.

## **2.2 Resíduos de maracujá**

Sena e Nunes (2006) relataram que a indústria de alimentos, em especial a de processamento de frutos, produz ao longo de sua cadeia produtiva uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, o que gera inúmeros problemas ambientais.

Schieber et al. (2001) citaram que a quantidade de resíduo pode chegar a muitas toneladas, dependendo da capacidade de produção da indústria de suco, agregar valor a esses produtos é de interesse econômico e ambiental, necessitando de investigação científica e tecnológica, que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura.

De acordo com Matias et al. (2005) os principais resíduos gerados no processamento de polpas de frutas são, dependendo do tipo da fruta processada, casca, caroço ou sementes e bagaço.

Os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias primas para processos secundários (LAUFENBERG, et al. 2003).

Lima e Marcellini (2006), citam que os resíduos agrícolas constituem a maior parte da produção de resíduos de biomassa e são importantes fontes de energia tanto para o consumo doméstico como para o industrial. São utilizados como combustível, mas uma grande quantidade é queimada no campo, ocorrendo problemas ambientais.

### **2.2.1 Cascas**

Considerações feitas por Costa et al., 2000; Melo et al., 2008; Abrahão et al., 2010) têm demonstrado que as frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes, e que esses constituintes se concentram majoritariamente nas cascas e sementes. Por outro lado, segundo Vasconcelos et al. (2006), Kim et al. (2007) e Pieniz et al. (2009) têm associado os efeitos benéficos, à saúde do homem, do consumo regular de frutas, vegetais e grãos à presença de substâncias antioxidantes, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenóides.

Estudos realizados por Ferrari, Colussi e Ayub (2004) para caracterizar e verificar um melhor aproveitamento das sementes excedentes do processamento do suco do maracujá na alimentação humana. Segundo os autores, cascas e sementes de maracujá, provenientes do processo de corte e extração da fruta para obtenção do suco, são ainda, atualmente, em grande parte descartadas. Como este descarte representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico.

Córdova et al. (2005) estudaram que as cascas de maracujá por possuírem em muitas propriedades funcionais e minerais não podem ser mais consideradas como resíduo, tendo em vista que apresentam um grande potencial para a produção de farinha com elevado valor nutricional, e a sua posterior incorporação em produtos de panificação. Essa farinha apresenta propriedades medicinais, pois tem na sua composição um elevado percentual de fibras.

Outras fontes disponíveis de alimentação são os resíduos provenientes da utilização de maracujá, tais como: bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) (Miranda et al., 2013); biscoitos enriquecidos com mandioca e casca de maracujá (*Passiflora edulis Flavicarpa*) e farinha de trigo (Santos et al., 2011); pão enriquecido com farinha de casca de maracujá (Rockenbach e Roman, 2008); utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) no preparo de massa alimentícia (Spanholi e Oliveira, 2009); doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) (Dias et al., 2011), barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá (Ambrósio-Ugri e Ramos, 2012); alimentação animal com subproduto do processamento do maracujá (NEIVA et al., 2006).

García, Romero e Brenes (2014) e Ho et al. (2014) relataram que as modificações nos processos de beneficiamento das indústrias, qualidade dos frutos, diferenças na constituição dos resíduos e principalmente , a inclusão (maior ou menor) de cascas em relação às sementes, podem resultar em diferentes qualidades dos resíduos.

## 2.2.2 Sementes

O óleo de maracujá apresenta, além de características sensoriais agradáveis e peculiares, uma composição nutricional relevante com os ácidos graxos mais importantes para a alimentação humana, como 69 % de ácido linoleico, 18 % de ácido oleico, 12 % de ácido palmítico e 1 % de ácido linolênico (FERRARI, COLUSSI e AYUB, 2004; KOBORI e JORGE, 2005

Considerações feitas por Medina et al. (1980) têm demonstrado que o óleo das sementes de maracujá possui coloração amarela, sabor agradável e odor suave, com as seguintes características físico-químicas: baixa secatividade, médio índice de saponificação e baixa estabilidade, sendo suscetível a rancidez oxidativa devido ao grande conteúdo de ácido linoléico. O óleo da semente de maracujá ainda pode ser utilizado para fabricação de sabonetes, tintas, vernizes e, após refinação ou hidrogenação, para fins comestíveis.

Estudos realizados por Andrade et al. (2013b) citaram a extração de óleo a partir das sementes de maracujá.

## 2.3 Toxicologia

### 2.3.1 Glicosídeos cianogênicos

Segundo Vetter (2000), os glicosídeos cianogênicos consistem em produtos resultantes do metabolismo secundário natural das plantas. Estes compostos são formados por uma aglicona do tipo alfa-hidroxinitrila unida por uma  $\beta$ -ligação a uma molécula de açúcar (na maioria das vezes, D-glicose).

A distribuição dos glicosídeos cianogênicos (GCs) no reino vegetal é relativamente ampla, já que pelo menos 2.500 espécies produzem estes compostos, sendo a maioria pertencente às famílias Fabaceae, Rosaceae, Linaceae, Compositae e outras (VETTER, 2000). Apesar da maioria das plantas produzir uma pequena quantidade de cianeto associada à produção de etileno, cerca de 12.000 espécies de plantas produzem quantidades consideráveis de compostos cianogênicos (McMAHON, WHITE e SAYRE, 1995). Por outro lado, Chassagne et al. (1996) investigaram que o ácido cianídrico (HCN) nas plantas é geralmente liberado de seus glicosídeos cianogênicos (GC). Aproximadamente 75 GC já foram identificados em plantas, incluindo plantas comestíveis como a mandioca, o sorgo e o maracujá. Conforme Midio e Martins (2000) verificaram que dentre os glicosídeos cianogênicos encontrados naturalmente em alimentos, tem-se a amigdalina, encontrada nas sementes de frutos da família Rosáceas (pera, maçã, pêssego, cereja); a linamarina e lotaustralina, encontrados na mandioca e linhaça e a durrina, encontrada nos grãos jovens de sorgo. A concentração dos glicosídeos cianogênicos é variável nas diferentes espécies de plantas e numa mesma espécie varia dependendo do clima e outras condições que influenciam o crescimento da planta como adubação nitrogenada, deficiência de água e idade da planta, pois quanto mais nova e de crescimento rápido, maior será o teor em glicosídeos cianogênicos. Por outro lado, segundo TOKARNIA et al. (2012) relataram que as variedades de mandiocas bravas e as maniçobas, que são espécies silvestres, são consideradas espécies ricas em glicosídeos cianogênicos, ao contrário das mandiocas mansas, com baixo teor cianogênico e comestíveis.

### **2.3.2 Toxicidade ao ser humano**

Vetter (2000) afirmaram que em relação aos efeitos em animais e humanos, que todos os glicosídeos cianogênicos oferecem potencial perigo à saúde devido à produção de HCN por hidrólise (espontânea ou enzimática).

Montgomery (1969) estudou outros envenenamentos por compostos cianogênicos de plantas, entre os quais se destacam: os provocados por *Sorghum*, por bambú, amêndoas amargas, caroço de pêssego e mandioca. Outro exemplo temos as intoxicações provocadas por feijão lima (POULTON, 1990).

Naves et al. (2010) verificaram que, o consumo de significativas doses de cianeto, advindas de alimentos ricos em glicosídeos cianogênicos e pobemente processados, pode resultar em intoxicações crônicas e agudas, causando anomalias tais como a doença de Konzo. O cianeto também apresenta notável poder tóxico pelo fato de ser um potente inibidor da citocromo oxidase, o que resulta no bloqueio da cadeia de transporte de elétrons durante o processo de respiração celular. O ácido cianídrico é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e produz sintomas característicos de acordo com a ingestão em doses subletais e letais. A ingestão em doses letais resulta em morte, devido à condição anóxica provocada pela inibição da citocromo oxidase pelo cianeto. Quando doses subletais de cianeto são consumidas, a inibição da respiração celular pode ser revertida, devido às trocas respiratórias ou pelo processo de destoxificação, cujo caminho bioquímico mais conhecido é o da reação com tiossulfato para a formação de tiocianato, que é excretado pela urina (TEWE e IYAYI, 1989, EMINEDOKI, MONANN e ANOSIKE, 1994). O tiocianato inibe a absorção de iodo pela tireoide, tendo-se verificado casos de bocio em países como o Zaire, onde o aporte de iodo à população é insuficiente e há alto consumo de alimentos ricos em compostos cianogênicos na mandioca, por exemplo (ASSAN, 1988).

Cagnon, Cereda e Pantarotto, (2002) estudaram a função do teor de HCN, classificam-se as mandiocas quanto a toxicidade em mansas: menos de 50 mg HCN/kg de raiz fresca sem casca; moderadamente venenosa: 50 a 100 mg HCN/kg de raiz fresca sem casca; venenosa ou brava: acima de 100 mg/kg de raiz fresca sem casca. O conhecimento da toxicidade da planta limita o seu emprego, tanto na alimentação humana como na nutrição animal.

Tewe e Iyayi (1989) citaram que várias mortes por intoxicação aguda também são relatadas. Devido ao poderoso efeito citotóxico dos compostos cianogênicos e ao grave problema do envenenamento agudo, existe uma constante e inevitável especulação sobre os danos provocados por uma ingestão contínua em baixas concentrações destes compostos. O consumo de mandioca tem sido reportado como causador de uma série de doenças neurológicas e endocrinológicas em vários países da África, em locais onde os processamentos não são realizados de forma adequada para a remoção da maioria dos compostos cianogênicos.

Estima-se que o consumo de alimento contendo ácido cianídrico (HCN), em uma concentração entre 0,5 a 3,5 mg de HCN por Kg de peso corpóreo, possa levar o indivíduo à morte em poucos minutos. Entretanto, o risco de intoxicação pode ser minimizado a partir da utilização de processo de preparação, tais como: cozimento, fritura e secagem, que reduzem o teor desse composto no alimento. Esse efeito benéfico é resultante da remoção de glicosídeos cianogênicos, da inativação das  $\beta$ -glicosidases, ou de ambos (HELBIG e GIGANTE, 2008). O risco de intoxicação aguda com doses acima de 1 mg/kg de peso corpóreo (ASSAN, 1988).

### **2.3.3 Glicosídeos cianogênicos em *Passiflora edulis***

Poulton (1990) identificou que a cianogênese ocorre em mais de 100 famílias de plantas. Espécies da família Passifloraceae têm sido reconhecidas como cianogênicas (SPENCER e SEIGLER, 1983).

Estudos realizados por Spencer e Seigler (1983), no maracujá encontraram teores de compostos cianogênicos na faixa de 6,5 a 59,4 mg de HCN por cada 100 g de fruto fresco. Estes mesmos autores identificaram o glicosídeo cianogênico prunasina [2(R)-(β-Dglucopiranosil)-2-fenilacetonitrila] nos frutos. Outros autores identificaram, além deste glicosídeo, outros tipos, como a sambunigrina e a amigdalina, encontrando na casca de maracujá teores na faixa de 5,6 a 15,7 e 1,4 a 19,6 mg/kg, respectivamente (CHASSAGNE et al., 1996). Segundo esses autores, o glicosídeo cianogênico mais importante presente no maracujá é a prunasina, que representa 80% dos compostos cianogênicos. Eles relataram que todas as partes do fruto, exceto as sementes, são tóxicas no maracujá imaturo. Os autores citados concluíram que há influência do estágio de maturação da fruta na quantidade dos compostos cianogênicos, sendo menor em frutos maduros, embora ainda estejam presentes em proporções significativas. A maturação favorece a redução desses compostos pela ação de enzimas próprias da fruta (CHASSAGNE et al., 1996).

Spencer e Seigler (1983) identificaram a presença e analisaram a quantidade de glicosídeos cianogênicos em frutos de maracujá amarelo, tendo encontrado teores de 169 ppm e 115 ppm em suco e casca de frutos maduros, respectivamente. Por outro lado, Chassagne et al. (1996) também analisaram esses compostos tóxicos em frutos de maracujá amarelo e obtiveram 173 ppm no suco e 366 ppm na casca. Verifica-se que ambos os trabalhos relataram a influência do estágio de maturação na quantidade destes compostos nos frutos, que, de acordo com Spencer e Seigler (1983), é menor conforme o fruto torna-se mais maduro.

Estudos realizados por Chassagne et al. (1996) mostraram que, além da prunasina, outros glicosídeos cianogênicos em *P. edulis* e *P. edulis* f. *flavicarpa*, como amigdalina e sambunigrina, tendo citado que a prunasina parece ser o mais importante glicosídeo cianogênico na casca (285 mg/kg em *P. edulis* f. *flavicarpa*), e a amigdalina (31 mg/kg em *P. edulis*) e outros glicosídeos não identificados (99 mg/kg em *P. edulis* f. *flavicarpa*) no suco. A sambunigrina foi encontrada no suco e na casca (de 0,4 mg/kg no suco de *P. edulis* a 15,5 mg/kg na casca de *P. edulis* f. *flavicarpa*). O suco de *P. edulis* f. *flavicarpa* conteve, em base fresca, 56,4 mg/kg de prunasina, 14,4 mg/kg de amigdalina, 3,2 mg/kg de sambunigrina e 99,6 mg/kg de outro glicosídeo não identificado, enquanto a casca possuia 286,9 mg/kg de prunasina, 15,7 mg/kg de sambunigrina, 1,4 mg/kg de amigdalina e 62,1 de outro glicosídeo não identificado. Chassagne e Crouzet (1998) identificaram, em *P. edulis*, o outro glicosídeo não identificado em trabalho realizado por Chassagne e colaboradores (1996) como sendo um glicosídeo cianogênico β-rutinosídeo [(R)- mandelonitrila alfa-L-ramnopiranosil-β-D-glicopiranosídeo].

Para todas as partes dos frutos verdes, segundo Spencer e Seigler (1983), exceto as sementes, são tóxicas. Os frutos maduros também retêm significativas quantidades de compostos cianogênicos, mas, como o conteúdo cai durante a maturação, a prática de colheita dos frutos no solo favorece a redução destes compostos nos frutos destinados ao processamento. O processamento atual, que tritura os tecidos da planta, mistura os compostos cianogênicos com a β-glicosidase, que os hidrolisa, liberando a maioria do HCN produzido para a atmosfera. Entretanto, esses pesquisadores orientam para um monitoramento dos níveis de compostos cianogênicos durante o processamento (SPENCER e SEIGLER, 1983).

### **2.3.4 Efeito dos processos para redução de glicosídeos cianogênicos**

Spencer e Seigler (1983) verificaram uma diminuição dos teores dos compostos cianogênicos na casca de maracujá triturada e seca, provocada, segundo eles, pela mistura dos glicosídeos cianogênicos com a enzima  $\beta$ -glicosidase, que os hidrolisa. No entanto, é recomendável determinar os níveis de HCN durante o processamento (SPENCER e SEIGLER, 1983).

Matsuura (2005) avaliou diferentes formas de processamento de albedo de maracujá amarelo, envolvendo o cozimento, para a eliminação de compostos cianogênicos. Ele observou que o cozimento do albedo sob pressão reduziu de forma rápida o teor de compostos cianogênicos, com teores residuais superiores a 10 ppm, entretanto o cozimento em água em ebulação, em pressão atmosférica, por tempo prolongado (120 minutos) reduziu os teores de compostos cianogênicos do albedo a níveis inferiores a 10 ppm. O autor concluiu que o processo de imersão do albedo branqueado em salmoura seguida de cozimento em água em ebulação, em pressão atmosférica, provocou elevada redução dos teores desses compostos, sendo o processo mais eficaz para sua eliminação.

## **2.4 Arroz**

Kennedy et al. (2002) relataram que uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grão. O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e possui baixo teor de lipídios. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (ZHOU et al., 2004), produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas.

Frei et al. (2003) verificaram que a concentração de amido no arroz pode variar devido a fatores genéticos e ambientais.

Lam-Sánchez et al. (1993) citaram que o arroz é uma importante fonte de calorias e proteínas na alimentação de mais da metade da população mundial. Apresenta entre os cereais, maior digestibilidade, maior valor biológico e a mais elevada taxa de eficiência protéica (LAM-SÁNCHEZ et al., 1993). Das proteínas do arroz, podem ser classificadas em albumina, globulina, prolamina e glutelina, e estão organizadas em dois tipos de corpos protéicos no endosperma. Os corpos protéicos I são grandes estruturas esféricas, com anéis concêntricos, ricos em prolamina. Já os corpos protéicos II não apresentam a estrutura em anéis, e são ricos em glutelina e globulina (ZHOU et al., 2004). No endosperma, a glutenina forma a principal fração, correspondendo a aproximadamente 80% das proteínas, com menor concentração de albumina e globulina (15%) e prolamina (5-8%). Já o farelo apresenta aproximadamente 60% de albumina, seguido por prolamina e glutenina (27%) e globulina (7%) conforme JULIANO (1993). Portanto, a composição em proteínas do endosperma difere do farelo.

Juliano e Bechtel (1985) mostraram que através da descascagem, separa-se a casca da cariopse, obtendo-se o arroz integral. Este pode ser polido para remoção do farelo (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e gérmen), que representa 8,5-14,8% do arroz integral, obtendo-se o arroz branco polido. Os grãos também podem ser submetidos à parboilização, processo hidrotérmico através do qual se obtém o arroz parboilizado, o qual pode ser consumido na forma integral ou polido. Por outro lado, Amato, Carvalho e Silveira (2002) mostraram que o arroz polido (ou branco), o arroz parboilizado apresenta maiores teores de cálcio, fósforo, ferro, sódio, potássio, tiamina, riboflavina, niacina e vitamina E. Isto se deve ao processo de parboilização (AMATO, CARVALHO e SILVEIRA 2002). Na parboilização do arroz ocorre a retrogradação do amido com a formação do amido resistente tipo 3

(retrogradação) que apresenta efeitos benéficos à saúde, por atuar como prebiótico. O amido resistente atua na manutenção da glicemia (HELBIG et al., 2008).

Uma das principais características relacionadas à resposta metabólica ao arroz consumido é a relação amilose:amilopectina. O maior teor de amilose no arroz, assim como em outros alimentos amiláceos, resulta em menor resposta glicêmica e insulinêmica (GODDARD et al., 1984 ; MILLER et al., 1992). Essas diferenças fisiológicas são interessantes na prevenção e no tratamento de doenças, como o diabetes, pois a menor digestão e absorção de carboidratos auxilia na manutenção de níveis regulares de glicose no sangue (VELANGI et al., 2005). O consumo de alimentos com menor resposta glicêmica também tem sido associado à redução dos lipídios séricos em pacientes hiperlipidêmicos, diminuindo os riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (JENKINS et al., 2002).

Juliano (1993) citou que o arroz contém aproximadamente vitaminas do complexo B e alfa-tocoferol (vitamina E), com concentrações insignificantes das vitaminas A, D e C. A concentração é maior nas camadas externas do grão, sendo que, para tiamina, riboflavina, niacina e alfa-tocoferol, aproximadamente 78, 47, 67 e 95%, respectivamente, estão presentes no farelo.

Juliano e Bechtel (1985), relataram que a concentração de minerais difere nas frações do grão. Enquanto no arroz com casca o silício é componente dominante, no arroz integral e polido, destacam-se fósforo, potássio e magnésio. Ferro e zinco, dois minerais essenciais para a saúde humana, estão disponíveis em baixas concentrações no grão.

Taira e Itani (1988) e Mano et al. (1999) registraram que os principais ácidos graxos no arroz são os ácidos palmítico (16:0), oléico (18:1) e linoléico (18:2), correspondendo a aproximadamente 95% dos ácidos graxos presentes nos lipídios totais. Portanto, o arroz contém proporção significativa de ácidos graxos insaturados, que possuem papel importante em vários processos fisiológicos e que, por não serem sintetizados pelo organismo humano devem ser supridos pela alimentação.

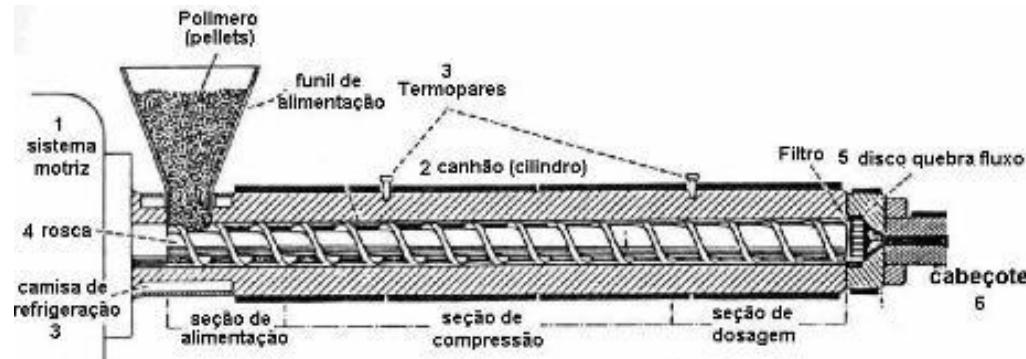
Segundo Bierhals et al. (2005), citaram que o arroz é uma fonte potencial de compostos fenólicos (ligados ou conjugados com açúcares, ácidos graxos ou proteínas) e polifenóis, os quais são importantes por apresentarem propriedades antioxidantes.

De acordo com Bryant et al. (2001), identificaram que devido a propriedades como hipoalergenicidade, flavor suave e capacidade de carrear flavor, o arroz pode ser usado em produtos enriquecidos. Neste sentido o arroz tem sido amplamente utilizado para produtos manufaturados como pudins, alimentos infantis, grãos inflados e cereais matinais (WANG et al., 2000).

## 2.5 Extrusão termoplástica

Segundo Guerreiro (2007), Berrios (2013), Ascheri et al (2014) o processo de extrusão termoplástica de alimentos definido como uma tecnologia com mais de 70 anos que teve origem na indústria de plásticos. Em 1935 foram utilizados extrusores mono roscas para dar forma a cereais pré-cozidos e macarrões, mas somente nos anos 40 foram desenvolvidos extrusores com grandes motores elétricos, para cozimento, com o destino de preparar *snacks*. Por outro lado, segundo Sebio (2003) e Borba (2005) definiram a extrusão como um processo extremamente versátil e o extrusor pode se comportar como trocador de calor devido às trocas térmicas envolvendo as paredes do cilindro, a rosca e o material. Isto porque, a função de reator químico de processamento de alimentos em condições de temperaturas altas (até 250°C), altas pressões (até 25,0 MPa), num curto tempo de residência de 1 a 2 minutos. Conforme, Sebio (2003) define que o princípio fundamental do processo de extrusão é converter um material sólido em um fluido pela aplicação de calor e trabalho mecânico e submetê-lo a passagem através de uma matriz, possibilitando assim a termoplastificação do mesmo. O parafuso ao girar transporta o material na direção de uma matriz aplicando-lhe,

portanto, um cisalhamento e transformando-o numa massa uniforme. De acordo com Fellows (2006), define a extrusão como um processo que combina várias operações, incluindo mistura, cozimento, amassamento, cisalhamento, formação e moldagem. Para Sebio (2003), verificou que o processo de extrusão é submetido a uma série de mudanças, entre as quais se destacam: a gelatinização do amido, a desnaturação das proteínas, a inativação de enzimas, a destruição de fatores antinutricionais, redução da carga microbiana para criar produto com características físicas e geométricas pré-determinadas. A **Figura 1** exemplifica um modelo de extrusora monorosca.



**Figura 1.** Desenho esquemático de uma extrusora monorosca.

Fonte: SILVA, 2015.

Estudos realizados por El-Dash (1981) e Ascheri e Carvalho (2011) mostraram que diversas operações ocorrem no processo de extrusão termoplástica como as etapas de pré-extrusão, extrusão e pós-extrusão. A pré-extrusão inclui a preparação dos ingredientes e sua mistura em proporção adequada. Após a mistura, o material é transportado para ser condicionado a um conteúdo apropriado de umidade.

Borba (2005) e Ascheri e Carvalho, (2011) verificaram que na etapa de extrusão, a matéria-prima é introduzida no extrusor através do alimentador, sendo impulsionada pelo(s) parafuso (s) em direção à matriz. Enquanto o produto atravessa as diferentes zonas de extrusão (de alimentação, de transição e de alta pressão), o que acontece o aumento gradativo do atrito mecânico, provocado por modificações da geometria do parafuso e abertura da matriz. Em consequência, a pressão e a temperatura também aumentam, ocorrendo o cozimento do produto. A pós-extrusão inclui a secagem dos extrudados para umidades inferiores a 10%, o resfriamento e, em alguns casos, a aplicação de sabores e temperos.

Cheftel (1986), mostrou que vários pesquisadores têm estudado o efeito do processo de extrusão termoplástica sobre o amido. A maioria dos tratamentos térmicos em produtos amiláceos causa modificações físico-químicas nos grânulos de amido e seus constituintes, o que conduz a mudanças na textura e nas propriedades reológicas, além de deixar os produtos mais digeríveis e disponíveis. Por outro lado, segundo Cheftel (1986) e Caldwell et al.(2000) identificaram que o amido é o maior componente dos cereais (40-90% b.s.), está presente nas células do endosperma, é insolúvel em água fria e sua principal propriedade nutricional é a de fornecer energia (4,4 kcal/g). Estudos realizados por (Bornet, 1993 ; Caldwell et al., 2000) citaram que o grânulo de amido consiste de dois diferentes tipos de polímeros de glicose: amilose e amilopectina, responsáveis por suas propriedades físico-químicas e funcionais. Segundo Bornet (1993) verificou que a amilose é um polímero basicamente linear, com ligações glicosídicas lineares  $\alpha$ -1-4 e grau de polimerização de 600 até 6000 unidades de glicose. A amilopectina é um polímero ramificado, com ligações glicosídicas lineares  $\alpha$  -1-4 e, nos pontos de ramificação, ligações glicosídicas  $\alpha$  -1-6, em uma proporção de 5-6%; consiste de aproximadamente 106 unidades de glicose. O amido contém diferentes proporções de amilose e amilopectina, dependendo de sua origem botânica. O amido de cereais tem um conteúdo de amilose que varia de 15 a 28%.

De acordo com El-Dash, Gonzales e Ciol (1983) e Camire; Camire e Krumhar (1990) mostraram que a extrusão termoplástica, dependendo das condições do processo e da composição da matéria-prima, causa o intumescimento e ruptura do grão de amido destruindo completamente a estrutura organizada do grânulo, diminuindo a viscosidade do meio e liberando amilose e amilopectina.

Segundo Carvalho (2000) e Guy (2001) a indústria de alimentos vem ganhando destaque e expansão com o processo de extrusão termoplástica por ser uma técnica importante que, além de aumentar a diversidade de alimentos processados, apresenta várias vantagens quando comparado a outros sistemas de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade e, por representar um processo ambientalmente seguro, é uma tecnologia catalogada limpa.

Estudos realizados por Baik et al. (2004) mostraram que a tecnologia de cozimento por extrusão tem sido amplamente utilizada na produção de cereais prontos para o consumo, produtos expandidos, snacks e cereais matinais. Por outro lado, Secker (2005), verificou, mediante os produtos de conveniência existentes no mercado, os produtos extrudados são aqueles caracterizados pelo seu alto teor de amido e baixo em outros macronutrientes, como proteínas e fibras e, em micronutrientes, como os minerais. A prática do uso exclusivo de cereais e de suas misturas, incluem o milho, trigo e arroz decorrem do fato deles serem encontrados em abundância, apresentarem um baixo custo de produção e características sensoriais agradáveis.

### **2.5.1 Controle dos parâmetros da extrusão**

El-Dash, (1981) definiu que o extrusor é composto de cinco partes principais: um mecanismo de alimentação, que pode ser vertical ou horizontal; uma rosca ou um parafuso sem fim, que transporta a matéria prima; um cilindro ou canhão, que serve para controlar a temperatura; a matriz, que modela o produto na forma desejada, e um mecanismo de corte, essencial para a formação do produto extrudado.

Segundo Stribri e Hill (2000), mostraram que os parâmetros de operação mais importantes no extrusor são umidade do material a ser processado, perfil de temperatura no interior da extrusora, taxa de alimentação, velocidade de rotação do parafuso e configuração do parafuso (BHANDARI, D'ARCY ; YOUNG, 2001), mas também como as interações dos componentes presentes no material.

#### **2.5.1.1 Umidade de processo**

Estudos realizados por Ascheri e Carvalho (2011) identificaram que a umidade de processamento é definido como um dos parâmetros mais importantes para a extrusão. De acordo com o teor de umidade se terá maior ou menor taxa de cisalhamento. Geralmente, para produtos expandidos de materiais amiláceos, quanto menor o teor de água adicionado no processamento maior será o grau de transformação do material extrudado, até um limite, na qual a expansão é reduzida, por uma maior conversão de material em dextrinas. O aumento do conteúdo inicial de água descreve o decréscimo na viscosidade do produto, que tem dois efeitos incluem: o abaixamento da geração de calor e o decréscimo da pressão do produto na saída pela matriz. Quando aumenta o conteúdo de água, a temperatura e pressão diminui. Tal fato diminui o grau de transformação do material processado. Em tal sentido, o manuseio adequado da quantidade de água é fundamental para bons resultados no produto final. Na indústria de *snacks* expandidos isto é muito sensível, podendo trazer expandidos com desigualdade na textura e crocância e com diferenciações na palatabilidade.

O teor de umidade do material que será extrudado prejudica significativamente a expansão, sendo que, em produtos amiláceos, quanto menor a umidade, maior a expansão (ARÊAS, 1988).

El-Dash, Camargo e Dias (1982) verificaram que a umidade tem um efeito destacado nas características dos extrudados. Geralmente quanto menor o teor de umidade estão relacionados ao maior grau de dextrinização e menor viscosidade de pasta a frio. Onwulata et al., (2001) mostraram que, a umidade exerce grande influência na qualidade do extrudado por afetar a estrutura celular e a fragilidade dos produtos expandidos. Quanto maior a umidade, menor o grau de degradação do amido durante o aquecimento e cisalhamento devido a redução do estresse, que promove a redução da viscosidade (VAN der EINDE et al., 2004).

Ascheri e Carvalho (2011) identificaram que a umidade de processo pode variar segundo o produto a ser desenvolvido. Na maioria dos casos por exemplo a umidade pode variar entre 14-18% se o material for expandido.

### **2.5.1.2 Temperatura do cilindro**

A temperatura de cilindro é outro parâmetro importante (Ascheri e Carvalho, 2011), e deve ser distribuído nas diferentes zonas do extrusor a ser utilizado. Frequentemente os menores valores de temperatura são os localizados cerca da zona de alimentação. As zonas da extrusora devem ser monitoradas até atingir a temperatura desejada, por efeito do trabalho mecânico e calor para manter a homogeneidade do processo para o produto final.

### **2.5.1.3 Configuração do parafuso**

Moura (2000) mostra que o extrusor é constituído por um ou dois parafusos (mono ou dupla rosca) giratórios, encaixados firmes dentro de um cilindro. As principais funções do parafuso, entre as quais se destacam: alimentar, coccionar e pressionar o material. Os parafusos apresentam-se como parte central e principal do extrusor, e podem ser divididos em zonas de alimentação, de transição e de alta pressão. Ao girar, o parafuso conduz o material em direção à matriz, mudando e favorecendo a pressão contra as paredes do cilindro, equilibrando o cisalhamento e a transformação do material em uma massa uniforme.

Fellows (2006) verificou que na parte mais posterior do canhão (saída), passo da rosca tende a diminuir para restringir o volume do material e aumentar a resistência ao movimento. À medida que o alimento vai sendo conduzido pelo canhão, a rosca vai trabalhando o material, transformando-o em uma massa plástica semi-sólida. Nesse processo, o calor friccional e qualquer outro aquecimento adicional fazem com que a temperatura aumente rapidamente. O alimento passa então, para a seção do canhão com o menor passo, onde a pressão e o cisalhamento são ainda maiores. Finalmente, ele é forçado através de uma ou mais aberturas restritas (matriz) na saída do canhão. Ao imergir da matriz sob pressão, o alimento expande-se até sua forma final, resfriando-se rapidamente pela evaporação pré-cozida da umidade na forma de vapor.

Por outro lado Gutkoski (2000) verificou que a parte mais importante do extrusor, é o parafuso ou a rosca, entre as quais se destacam: ajuda a regular o grau de cozimento, a gelatinização e a qualidade final do produto. O parafuso mistura o material e o conduz pelo cilindro, gerando fricção mecânica e calor. Este pode ser de diferentes diâmetros, o qual determina a taxa de cisalhamento e grau de cocção do material. Por outro lado, Sebio (2003), verificou que os parafusos de mono-rosca são simples e de menor custo e têm atuação limitada às matérias primas com umidade variando de 10 a 30% e baixo teor de lipídeos.

Estudos realizados por Silva (2007) e Ascheri e Carvalho (2011) mostraram que na configuração de um extrusor, cada máquina possui suas próprias características, porém o barril e o parafuso requerem uma configuração específica para um determinado produto. Uma configuração inadequada diminui as possibilidades de controle de alguns parâmetros como velocidade do parafuso e temperatura do barril.

Harper (1978) mostrou que o tempo de residência do produto no extrusor é uma função do modelo do parafuso e de sua velocidade de rotação. O tempo de residência normalmente varia de 60 a 270 segundos.

#### **2.5.1.4 Velocidade de rotação do parafuso**

Este parâmetro é importante devido a que se deve considerar que a maior velocidade do parafuso maior será a taxa de cisalhamento. Isto provoca como resultado maior cozimento do material. Parâmetro competitivo, tanto quanto a umidade e temperatura de processo (ASCHERI e CARVALHO, 2011).

#### **2.5.1.5 Matriz**

Segundo Ascheri e Carvalho (2011) citaram que a matriz é definida como responsável pelo formato final do extrudado. A função a ser desempenhada pela matriz depende de restringir (limitar) o fluxo do material em extrusão, causando o desenvolvimento de pressão e cisalhamento necessários antes da saída do produto. De outra forma, a pressão e o cisalhamento são dois efeitos produzidos pela matriz podem ser maiores ou menores, dependendo do tipo de produto que se deseja produzir. Produção de alimentos expandidos e secos para animais têm sido aplicado uma matriz simples, composta de uma peça única contendo um número pré-determinado de orifícios. Outro meio utilizado para a produção de *snacks* e cereais matinais, mediante a matriz pode ser composta de duas ou mais peças, observa-se a relação entre a primeira aumenta a resistência ao fluxo e ajuda a aumentar o cisalhamento do produto extrudado, e a segunda tem a função de dimensionar e dar forma ao extrudado forçando-o a passar através de um número pré-determinado de orifícios com formato e diâmetros específicos.

O tipo e a dimensão da abertura da matriz é outro aspecto importante a ser definido. A partir da matriz o fluxo será maior ou menor restrição ao sair o material extrudado. Assim sendo, a utilização de diâmetros menores os valores de pressão de extrusão serão mais altos e estarão diminuindo na medida que o diâmetro é aumentado.

Certamente, com isto verifica-se maiores valores de expansão quando os diâmetros de matriz são menores e vice versa. O formato final do extrusado é definido pela matriz, e apresenta a função de cisalhamento e pressão sendo ideais antes da saída do produto (ASCHERI e CARVALHO, 2011).

Segundo Fellows (2006) e Borba (2005) mostraram que a intensidade de pressão dentro do cilindro depende, em parte, do tamanho da matriz. Se o cilindro for completamente aberto na matriz final, não haverá pressão e o extrusor simplesmente agirá como um parafuso transportador. Inversamente, se a matriz final for completamente fechada, a pressão aumentará. Entre estes dois extremos, o tamanho da matriz afeta muito o desempenho do extrusor.

## **2.5.2 Aplicações em Produtos Extrusados**

Exemplos práticos das aplicações em extrusão são dadas pôr diversos autores (Artz; Warren e Villota, 1990; Chang, Martínez e Martínez, 2001; Rueda; Chang e Martinez-Bustos, 2004), os processos termomecânicos que tem como objetivo melhorar as propriedades funcionais das fibras e incrementar seu nível de incorporação nos alimentos.

Segundo Guy (2002) esta técnica tem sido amplamente utilizada com cereais entre os quais se destacam: trigo, milho, arroz e derivados da batata como farinha e amido. Outros cereais e materiais ricos em amido de menor uso são: aveia, cevada, centeio, mandioca, sorgo, triticale, amaranto e quinoa. Por outro lado, segundo Ascheri e Carvalho (1997) outros exemplos desta técnica são os seguintes: proteínas texturizadas, são usadas como matérias-primas sementes de oleaginosas, girassol, leguminosas (feijão e soja) e alguns subprodutos agroindustriais tais como farelo de arroz, quirera de arroz, pedúnculos de caju, torta de soja, farelo de trigo, subprodutos da extração de oleaginosas, farinha de pescado, resíduos do mar, entre outros.

Fast e Caldwell (2000) mostraram em geral, os grãos nas fórmulas de cereais extrudados expandidos encontram-se na forma de farinha ou farelo.

Fellows (2006) e Vernaza et al. (2009) verificaram que esta tecnologia tem encontrado um grande campo de aplicações, seja para a produção de alimentos para o consumo humano ou para o consumo animal. A extrusão de alimentos permite máxima facilidade na produção de misturas alimentícias destinadas ao consumo humano, produzindo uma variedade de produtos, tais como: alimentos infantis, proteínas vegetais texturizadas, bebidas em pó instantâneas, amidos modificados para uso industrial, cereais pré-cozidos, *snacks*, farinhas instantâneas e amidos pré-gelatinizados empregados na formulação de sopas de preparo rápido, molhos semiprocessados, produtos de confeitoria e outros.

Maia (1999) citou que no processo de extrusão termoplástica os exemplos mais atuais na elaboração de novos produtos, é o mingau de arroz com casca de soja, e outro exemplos citados como farinhas instantâneas elaboradas à base de milho, caseína e extrato de leveduras (ALVIM, 2001), farinha pré-cozida de milho e soja (FERNANDES et al., 2003), macarrão pré-cozido à base de quinoa integral e arroz (BORGES, et al., 2003), farinha pré-cozida à base de amaranto e quirera de arroz (MENDONÇA, 2005), as farinhas mistas pré-gelatinizadas de arroz com casca de jabuticaba (ASCHERI et al., 2006).

Polanco et al. (1995) mostraram a vantagem de usar arroz na elaboração de *snacks*, farinhas instantâneas e cereais matinais reside no fato de que o arroz não é um alimento alergênico; existem variedades com ampla faixa de teor de amilose, o que permite a seleção de acordo com a finalidade; não é tóxico para portadores de doença celíaca (podendo ser utilizado como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten); o pequeno tamanho dos grânulos de amido apresenta textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando. Para Torres et al .(1999) citaram que o arroz contém baixos níveis de sódio e alta proporção de amidos facilmente digeríveis. Por outro lado, segundo Dziezak (1991) e Gómez (1997) o arroz é uma fonte importante de vitaminas e minerais e tem aproximadamente 7% de proteína de alta qualidade e somente traços de lipídios.

## **2.6 Farinha em produtos de panificação (biscoitos)**

O termo cookie é empregado nos Estados Unidos e na Inglaterra e pode ser considerado como sinônimo de biscoito (MANLEY, 2000).

Segundo a resolução RDC nº 263 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA, os biscoitos ou bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s),

amido(s) ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (BRASIL, 2005).

Segundo os autores Bruno e Camargo (1995) e Chevallier et al.(2000) mostraram que os biscoitos, apesar de não serem um alimento básico como o pão, são consumidos por pessoas de qualquer idade, possui uma longa vida útil, permitindo que sejam produzidos em grandes quantidades.

Lacerda et al. (2009) verificaram que os biscoitos tipo cookies são populares como componentes de uma refeição rápida, sendo, em geral, caracterizados pelo alto teor de açúcar e gordura e pela baixa umidade.

Fasolin et al. (2007) mostraram que os biscoitos têm sido formulados com a intenção de torná-los fortificados com, ou de torná-los fontes de fibras ou proteínas, devido ao grande apelo existente nos dias atuais para a melhoria da dieta.

Lacerda et al. (2009) relataram que os cookies podem apresentar melhor qualidade nutricional a partir da sua otimização, pela adição de ingredientes fontes de fibra, além de outras substâncias benéficas ao organismo humano.

De acordo com Manley (2000) e Medeiros (2009) citaram que ao longo do tempo a preparação do biscoito se diversificou e passou a contar com técnicas próprias.

Vários estudos demonstraram que o uso de farinhas de diversas fontes de matérias primas tem sido usadas para a elaboração de biscoitos *cookies*, podemos citar a farinha de banana (FASOLIN et al., 2007), farelo de aveia e concentrado de  $\beta$ -glicanas (GUTSKOSKI et al., 2007), o farelo de arroz e fécula de mandioca (LACERDA, 2009), farinha de casca de pequi (SOARES JÚNIOR et al., 2009), farinha de casca de batata (GARMUS et al., 2009), farinha de talo de couve e farinha de talo de espinafre (MAURO, SILVA e FREITAS, 2010), maracujá em pó (COSTA et al., 2012), farinha dos caroços de abacate, jaca e seriguela (NASCIMENTO, 2014), entre outros.

Schober et al. (2003) identificaram que as várias combinações de textura e sabor dão aos biscoitos uma atração universal.

## 2.7 Fibra e Prebiótico

Clemens (2001) verificou que antes da década de 70, as fibras alimentares não eram consideradas nutrientes e não era reconhecida sua importância para a manutenção da saúde. Passada mais de uma década e com o aumento do conhecimento científico, verificou-se o valor nutricional da fibra, cuja deficiência pode ter efeitos adversos à saúde.

A partir da década de 70, o incentivo ao consumo de fibras alimentares na dieta humana aumentou principalmente devido aos benefícios à saúde, interferindo no processo da digestão-absorção de nutrientes, e a melhora do processo de digestão. Entretanto, pouco se encontra na literatura sobre a aplicação prática destas fibras, especialmente quando proveniente de resíduos agroindustriais (RAUPP et al., 2002).

A American Association of Cereal Chemists (2001) define fibra alimentar como sendo: parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas. Fibra alimentar promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo efeito laxante, e/ou atenuação do colesterol e da glicose no sangue (AACC, 2000; AACC, 2001)

Franco (1999) cita que as fibras podem ser classificadas quanto ao seu efeito fisiológico em fibras solúveis e fibras insolúveis. As solúveis em água são representadas pela pectina, as gomas e certas hemicelulose, já as insolúveis são constituídas pela celulose, hemicelulose e lignina. Estas fibras apresentam efeitos fisiológicos diferentes.

Estudos realizados por Cordova et al. (2005), relatam que o consumo de fibra alimentar pode reduzir riscos de doenças nas populações, destacando-se a prevenção de

doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, hiperlipidemias, diabetes e obesidade, entre outras. As fibras atuam na redução da absorção de glicose sérica pós-prandial nas dietas ricas em carboidratos. Assim, os produtos ricos em fibras têm merecido destaque, e incentivado a área de alimentos a estudar novas fontes de fibras, assim como, desenvolverem produtos funcionais. A composição e as propriedades físico-químicas da fibra alimentar podem explicar a sua função nos alimentos, portanto essas informações podem ser aplicadas para a compreensão dos efeitos fisiológicos das fibras. Sendo assim, o estudo dos teores de fibras (solúvel, insolúvel, 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. A fibra de maracujá apresenta como maior agente a pectina, sendo uma excelente alternativa sua utilização (fibra dietética solúvel), pois é ricamente encontrada na casca do maracujá (CORDOVA et al., 2005).

Possamai (2005) relatou que as fibras solúveis são substâncias de maior solubilidade em meio aquoso, sofrem fermentação pelas bactérias intestinais e são totalmente degradadas no cólon. Este tipo de fibra forma um gel, ficando mais tempo no estômago e dando uma sensação de saciedade, o que pode ser importante para o controle do peso na obesidade.

Anderson et al. (1990), citaram que a recomendação de ingestão diária de fibra alimentar na dieta é de 20 a 35 gramas (10 a 13 gramas por 1000 kcal de alimento consumido), sendo aproximadamente um terço de fibras solúveis. A ADA (*American Dietetic Association* (2002) recomenda consumo de 20 a 35 gramas de fibra alimentar por dia.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recomenda a ingestão de 25 gramas de fibra alimentar por dia para uma dieta de 2000 kcal (ANVISA, 2003) e descreve dois termos para rotulagem referentes ao teor de fibras – “fonte de fibras” ou “alto teor de fibras”. O primeiro equivale a um valor mínimo de 3 g de fibras por cada 100 g de produto sólido, enquanto que o segundo equivale a um valor mínimo de 6 g de fibras por cada 100 g de produto sólido (ANVISA, 1998).

Cho e Dreher (2001) cita que a fibra alimentar pode ser utilizada no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, com diferentes propriedades físico-químicas. De maneira geral, estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante, emulsificante; desta forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães.

Leoro (2007) verificou que os produtos encontrados de maracujá resultante do processamento de frutas na agroindústria de sucos, encontra-se no mercado na forma de farinha de maracujá, a qual é rica em pectina, comercializados como produtos ricos em fibra.

Dreher (1995) afirmou que a simples adição de elevadas quantidades de fibras nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis. Verifica-se que o conhecimento das propriedades físico-químicas é importante para a produção de alimentos com boa textura e sabor.

Larrauri (1990) menciona que a fibra ideal deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais, não comprometer a vida útil do produto a ser adicionado, apresentar boa proporção de fibra solúvel e insolúvel, e apresentar características organolépticas suaves. Além disso, deve ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar positivos efeitos fisiológicos e ter custo razoável.

### 2.7.1 Efeitos atribuídos aos prebióticos

Carabin e Flamm (1999) relataram que a oligofrutose, denominada de frutanos, são fibras solúveis e fermentáveis. Puupponen-Pimiä et al. (2002) mencionaram que as fibras solúveis são normalmente fermentadas rapidamente. Por outro lado, Roberfroid (2002)

informou que no caso de outras fibras da dieta, prebióticos como a inulina e a oligofructose, são resistentes à digestão na parte superior do trato intestinal, sendo subsequentemente fermentados no cólon. Os efeitos dos prebióticos citados por Roberfroid (2002) incluem: efeito do aumento de volume, como consequência do aumento da biomassa microbiana que resulta sua fermentação, bem como promovem um aumento na freqüência de evacuações, efeitos estes que confirmam sua classificação no conceito atual de fibras da dieta. Esse mesmo autor confirma que as fibras quando adicionalmente utilizadas como ingredientes funcionais a produtos alimentícios normais, prebióticos típicos, como a inulina e a oligofructose, modulam a composição da microbiota intestinal, a qual exerce um papel primordial na fisiologia gastrintestinal. Por outro lado, Kaur e Gupta (2002) relataram que essa modulação da microbiota intestinal por esses prebióticos é consequente à alteração da composição dessa microbiota por uma fermentação específica, a qual resulta em uma comunidade em que há predomínio de bifidobactérias.

## 2.8 Probióticos

Iannitti e Palmieri (2010) citaram que o significado literal da palavra probiótico deriva da expressão grego/latina “pro” e da palavra grega “bios”, com significado de “pró-vida”. O conceito de probiótico é atribuído ao russo Elie Metchnikoff que ganhou o prêmio Nobel pela teoria de prolongamento da vida pela ingestão de micro-organismos que proporcionavam efeitos benéficos para o ser humano. Em 1965, a palavra probiótico foi usada pela primeira vez por Lilly e Stilwell para definir uma substância produzida por um micro-organismo que estimula o crescimento de outro (IANNITTI e PALMIERI, 2010).

Fooks e Gibson (2002) mostraram que a vinculação do termo probiótico a organismos vivos data de 1989, considerando-os como um suplemento de micro-organismos vivos que afetam benicamente o organismo por melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal. Em 2002, esse conceito foi reafirmado em uma reunião de especialistas promovida pela Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (JOINT, 2002).

### 2.8.1 Emprego das principais bactérias nos probióticos

O desenvolvimento de produtos lácteos contendo bactérias probióticas é um foco importante das indústrias de alimentos (MEDICI, VINDEROLA e PERDIGON, 2004 ; KOURKOUTAS et al. 2005), e, geralmente, a produção de alimentos contendo cepas probióticas específicas com concentrações apropriadas de células viáveis durante a vida útil é um desafio tecnológico.

Dentre as bactérias pertencentes ao gênero *Bifidobacterium*, destacam-se: *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. lactis*, *B. animalis*, *B. longum* e *B. thermophilum*. Dentre as bactérias láticas pertencentes ao gênero *Lactobacillus*, destacam-se *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb.casei*-subsp. *paracasei* e subsp. *fermentum*, *Lb. reuteri*, *Lb. salivarius* (COLLINS, THORNTON e SULIVAN, 1998; LEE et al., 1999; SANDERS e KLAENHAMMER, 2001).

### 2.8.2 Vantagens nutricionais e os mecanismos dos probióticos

Patrignani et al. (2006) e Phillips, Kailasapathy e Tran (2006) citaram que o reconhecimento dos alimentos contendo probióticos como alimentos funcionais que provêem benefícios além da nutrição básica inerente e as emergentes evidências para seu potencial na prevenção de doenças têm incentivado a divulgação e o consumo desses produtos. Por outro lado, Marteau e Boutron-Ruault, (2002) mostraram que os probióticos têm sido efetivos na prevenção e no alívio de diversos episódios clínicos, envolvendo diarréia.

Por outro lado, Chen e Walker (2005); Fooks e Gibson, (2002); Holzapfel et al.(1998); Marco, Pavan e Kleerebezem (2006) mostraram que os mecanismos exatos de ação dos probióticos ainda não foram plenamente estabelecidos. De acordo com a própria definição, o probiótico deve estar viável no momento do consumo. Após a ingestão, deve manter sua viabilidade após contato com ácido gástrico e com os sais biliares. Além de vencer essa barreira química, os probióticos devem se aderir à superfície intestinal onde desempenham suas funções, competindo com agentes patogênicos e modulando as respostas inflamatórias e imunológicas do hospedeiro.

### **2.8.3 Efeitos atribuídos aos probióticos**

Yeung et al. (2002) constataram que os efeitos benéficos atribuídos aos micro-organismos probióticos têm sido alcançados principalmente através da modulação da população e atividade da microbiota intestinal. Por outro lado, Vásquez et al. (2005) relataram que as espécies *Lactobacillus casei/paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus* constituem uma fração substancial da microbiota constituída por *Lactobacillus* spp. na mucosa intestinal humana.

Diversos autores citaram os estudos atribuídos às cepas do grupo *Lactobacillus casei* realizados por Itsaranuwat, Al-Haddad e Robinson (2003), que dentre os microrganismos mais estudados como probióticos destaca-se a cepa *Lactobacillus casei* Shirota (“ingrediente ativo” do Yakult, leite fermentado). Por outro lado, Itsaranuwat, Al-Haddad e Robinson (2003), Shortt (1999) e Ouwehand (1999) investigaram que o consumo regular de Yakult tem proporcionado evidências diretas ou indiretas relacionadas à redução do risco de câncer de bexiga urinária e supressão de câncer cólon-retal. De acordo com Coeuret, Gueguen e Vernoux (2004) e Hudault et al. (1997) os probióticos do grupo *Lactobacillus casei* podem também apresentar efeito protetor contra micro-organismos patogênicos e, estudos *in vitro* têm sido utilizados para avaliar tais efeitos. Em outro estudo também realizado com as cepas *Lactobacillus casei*, citado por Guérin-Danan et al. (1998) onde analisaram a influência da suplementação com leite fermentado contendo *Lactobacillus casei* (referência Danone DN-114 001) pelo período de um mês sobre os índices metabólicos e da microbiota intestinal em crianças saudáveis com idade entre 10 e 18 meses, verificando que houve um aumento significativo da percentagem de crianças que apresentaram populações de lactobacilos superiores a 6 log UFC/g nas fezes entre aquelas que receberam leite fermentado com *Lactobacillus casei*. Portanto, a atividade enzimática potencialmente nociva da *B-glicuronidase* (enzimas envolvidas na circulação enteropática de substâncias tóxicas e carcinogênicas) diminuiu significativamente nessas crianças. Outro estudo com as cepas *Lactobacillus casei*, citado por Rochet et al. (2006) em que relataram um aumento da população fecal de *Lactobacillus casei* em adultos saudáveis que consumiram leite fermentado com a cepa DN-114 001, por um período de 10 dias.

### **2.8.4 Dose de ingestão de probiótico**

Jelen e Lutz (1998) identificaram que a sobrevivência das bactérias probióticas no produto alimentício é fundamental, necessitando alcançar populações suficientemente elevadas (tipicamente acima de  $10^6$  UFC/ml ou g) para ser de importância fisiológica ao consumidor.

Charteris et al. (1998) verificaram que o consumo de quantidades adequadas dos micro-organismos probióticos desejados nos bioproductos ( $10^9$  a  $10^{10}$  UFC/100g de produto) são suficientes para a manutenção das concentrações ativas fisiologicamente (quantidade intestinal de  $10^6$  a  $10^7$  UFC/g *in vivo*).

Por outro lado, Rybka e Fleet (1997); Vinderola e Reinheimer (2000) citaram que esses alimentos devem permanecer com algumas características inalteradas após a adição do

micro-organismo para serem considerados probióticos como, por exemplo, conter pelo menos  $10^7$  UFC/g de bactérias probióticas viáveis no momento da compra do produto.

Segundo Lee e Salminen (1995); Blanchette et al. (1996); Hoier et al. (1999) a dose mínima diária da cultura probiótica considerada terapêutica seja de  $10^8$  e  $10^9$  UFC, o que corresponde ao consumo de 100g de produto contendo  $10^6$  a  $10^7$  UFC/g.

### **2.8.5 Critérios para a escolha de probióticos para a fabricação de um produto alimentício**

Isolauri, Salminen e Ouwehand (2004) mostraram que o potencial probiótico pode diferir até mesmo para diferentes cepas de uma mesma espécie. Cepas de uma mesma espécie são incomparáveis e podem possuir áreas de aderências distintas, efeitos imunológicos específicos e seus mecanismos de ação sobre a mucosa saudável e a inflamada podem ser distintos.

Segundo Stanton et al. (2003) para a utilização de culturas probióticas na tecnologia de fabricação de produtos alimentícios, além da seleção de cepas probióticas para uso em humanos, através dos critérios mencionados anteriormente, as culturas devem ser empregadas com base no seu desempenho tecnológico. Culturas probióticas com boas propriedades tecnológicas devem apresentar boa multiplicação no leite, promover propriedades sensoriais adequadas no produto e ser estáveis e viáveis durante o armazenamento. Por outro lado, Oliveira et al. (2002b) verificaram que as culturas probióticas podem ser manipuladas e incorporadas em produtos alimentícios sem perder a viabilidade e a funcionalidade, resultando em produtos com textura e aroma adequados. Além disso, com relação às perspectivas de processamento de alimentos, é desejável que essas cepas sejam apropriadas para a produção industrial em larga escala, resistindo a condições de processamento como a liofilização ou secagem por *spray drying*.

Vinderola e Reinheimer (2003) sugeriram que uma seleção adequada de cepas deve ser conduzida para o processamento de produtos lácteos probióticos.

### **2.8.6 Principais aplicações de probióticos na indústria de alimentos**

As espécies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus* fazem parte do chamado “Grupo *Lactobacillus casei*” e possuem importante valor comercial para a indústria de alimentícia (FERRERO et al. 1996 ; VÁSQUEZ et al. 2005), devido ao seu emprego na produção de leites fermentados e como culturas iniciadoras de fermentação na fabricação de queijos para a melhoria de sua qualidade. Por outro lado, Stanton et al. (2003) citaram em termo de probiótico entre os quais de destacam: leites fermentados e iogurtes, sendo estes os principais produtos comercializados no mundo contendo culturas probióticas. Conforme Schillinger (1999) relatou em seu estudo que a aplicação de bactérias do grupo *Lactobacillus casei* em novos tipos de iogurtes tem aumentado progressivamente. De acordo com Kristo, Biliaderis e Tzanetakis (2003) informaram que em meio aos vários tipos de produtos alimentícios, os iogurtes ou produtos similares têm sido utilizados como veículos mais populares para a incorporação de micro-organismos probióticos.

Estudo realizado por Menéndez et al. (2000) identificaram que a melhoria das características sensoriais de queijos Arzúa-Ulloa, em que utilizaram uma de cinco cepas diferentes de *Lactobacillus*- *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* subsp. *pseudoplantarum* (duas cepas), *Lactobacillus casei* (cepa comercial)- como complementação à cultura starter composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*, onde a adição das cepas probióticas ao queijo resultou em uma redução do sabor amargo quando comparado ao queijo controle.

Stanton et al. (2003) mostraram que inúmeros lacticínios probióticos estão disponíveis comercialmente e a variedade desses produtos continua em expansão. A maioria das pesquisa,

em termos de probióticos encontram-se voltada, para produtos como leites fermentados e iogurtes, sendo estes os principais produtos comercializados no mundo, contendo culturas probióticas. Por outro lado, Stanton et al. (1998); Gardiner et al. (1999); Ingham, (1999); Davidson et al. (2000); Oliveira et al. (2002b); Stanton et al.(2003) citaram outros produtos comerciais contendo essas culturas incluindo sobremesas à base de leite, leite em pó destinado a recém-nascidos, sorvetes, sorvetes de iogurte e diversos tipos de queijo, além de produtos na fórmula de cápsulas ou produtos em pó para serem dissolvidos em bebidas frias, alimentos de origem vegetal fermentados e maionese.

Estudos realizados por Dinakar e Mistry (1994); Gardiner et al., 1998; Mc Brearty et al., 2001) mencionam que diversos tipos de queijos foram testados como veículo para cepas probióticas de *Lactobacillus* e de *Bifidobacterium*, revelando-se apropriados, entre eles, o Cheddar e queijos frescos (ROY, MAINVILLE e MONDOU, 1997; VINDEROLA et al., 2000), incluindo o Minas frescal (BURITI et al., 2005, BURITI, ROCHA e SAAD, 2005).

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3. Material e métodos**

#### **3.1 Material**

##### **3.1.1 Obtenção das matérias-primas e insumos**

###### **3.1.1.1 Arroz**

O arroz (*Oryza sativa, L.*), sob a forma de grãos polido, da marca *Tio João*, classe longo fino tipo 1, foi adquirido em novembro de 2011 no comércio local da cidade do Rio de Janeiro, em embalagem de 5 Kg e mantidos à temperatura ambiente até o processo de moagem.

###### **3.1.1.2 Maracujá**

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) foi adquirido no comércio local da cidade do Rio de Janeiro. A obtenção dos frutos para a extração da casca (epicarpo) e do albedo (mesocarpo) foi realizada durante a safra de setembro a novembro de 2011.

###### **3.1.1.3 Insumos**

Os ingredientes necessários para a elaboração dos biscoitos do tipo *cookies*, tais como amido de milho, e os demais ingredientes (soro de leite, gordura de palma ponto de fusão, 37°C da marca Agroplama, (Rio de Janeiro, RJ), açúcar refinado da marca União®, sal, bicarbonato de amônia, bicarbonato de sódio, ovo, baunilha e lecitina de soja) empregados foram obtidos no comércio local da cidade do Rio de Janeiro.

Os ingredientes utilizados para a elaboração do mingau, tais como o leite em pó desnatado da marca Molico®, água mineral da marca Minalba®, açúcar refinado da marca União®, e aromatizante de maracujá da marca Mil mix (São Paulo, SP) empregados foram obtidos no comércio local da cidade do Rio de Janeiro.

###### **3.1.1.4 Local**

O estudo foi desenvolvido na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ).

A extrusão ocorreu na planta-piloto de cereais e, as análises nos laboratórios específicos de: reologia, moagem, físico-química, cromatografia, minerais e microbiologia. Em continuidade e após elaboração dos produtos de panificação (biscoitos) e lácteo (mingaus), realizou-se os testes sensoriais em laboratório de Análise Sensorial. Externamente a Embrapa, a análise do cianeto total, no laboratório *Analytical Solutions- SP* e na UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, RJ) as análises *in vitro*, esterilidade comercial do mingau probiótico no laboratório de microbiologia e análise sensorial do mingau no laboratório de Alimentação e Nutrição do Departamento de Economia Doméstica e Hotelaria (DEDH).

### 3.2 Métodos

#### 3.2.1 Produção da farinha de arroz branco

O arroz foi retirado das embalagens em que são comercializados e moído em moinho de disco, com peneira de abertura de 1 mm, obtendo-se então a farinha de arroz branco.

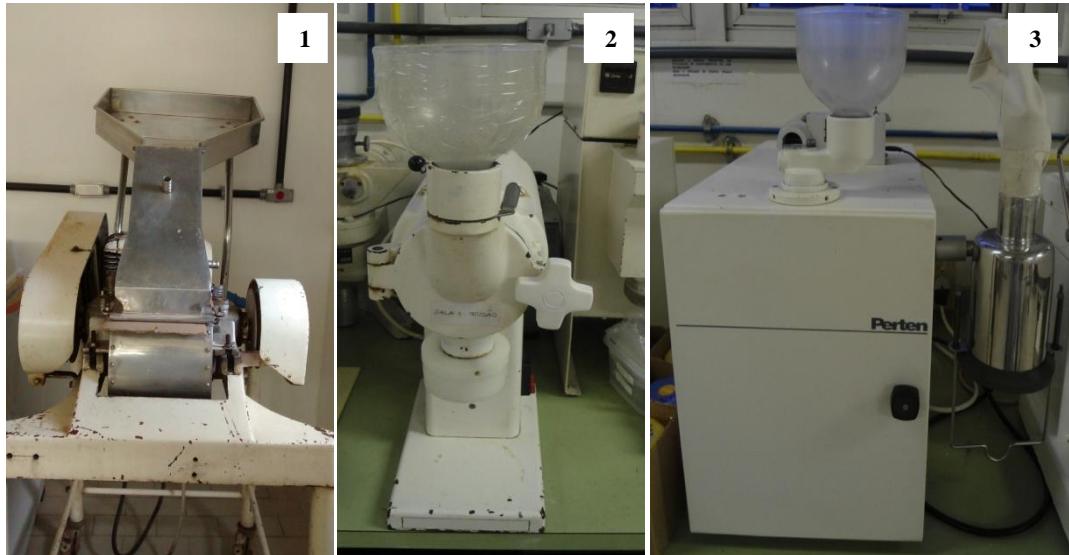
#### 3.2.2 Produção da farinha de casca e albedo de maracujá

Efetuou-se o processamento do maracujá na planta-piloto da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro. O preparo da farinha maracujá (casca + albedo) foi realizado em frutas *in natura* conforme ilustrado na **Figura 2**. As frutas foram selecionadas, lavadas em água corrente, para retirada de sujeiras e sanitizadas com água clorada (20 ppm de cloro residual livre durante 20 minutos). Em seguida, foram lavadas novamente em água corrente para a retirada do cloro residual. Foi feita a divisão do maracujá em 4 partes (despolpamento), em seguida foi retirada a polpa e, a casca e o albedo foram secos em estufa a 70°C durante 4 horas. Após a secagem, as cascas e albedo foram pesados e acondicionados em sacos plásticos para serem posteriormente moídos. As amostras secas foram moídas em moinho de facas-martelo Marca TREU com peneira de 1 mm, em seguida moinho de disco com abertura de 2mm e posterior o moinho de perten com peneira de 0,8 mm obtendo-se a farinha da casca e albedo de maracujá com granulometria adequada (**Figura 3**). A determinação da distribuição granulométrica da farinha de (casca + albedo) foi determinada em um analisador e tamanho de partícula a laser Analysette 22 (Fritsch, Idar-Oberstein, Alemanha). Os experimentos foram realizados em triplicata. A farinha de casca e albedo do fruto (**Figura 4**) foi acondicionada em sacos plásticos, identificadas e mantidas armazenadas a temperatura de refrigeração de 4°C para posterior uso. Na **Figura 5** encontra-se o fluxograma de obtenção da farinha da casca e albedo de maracujá.



**Figura 2.** Partes do fruto: (1) pedúnculo; (2) epicarpo; (3) mesocarpo; (4) endocarpo; (5) semente.

Autora: Valéria F. de Souza.

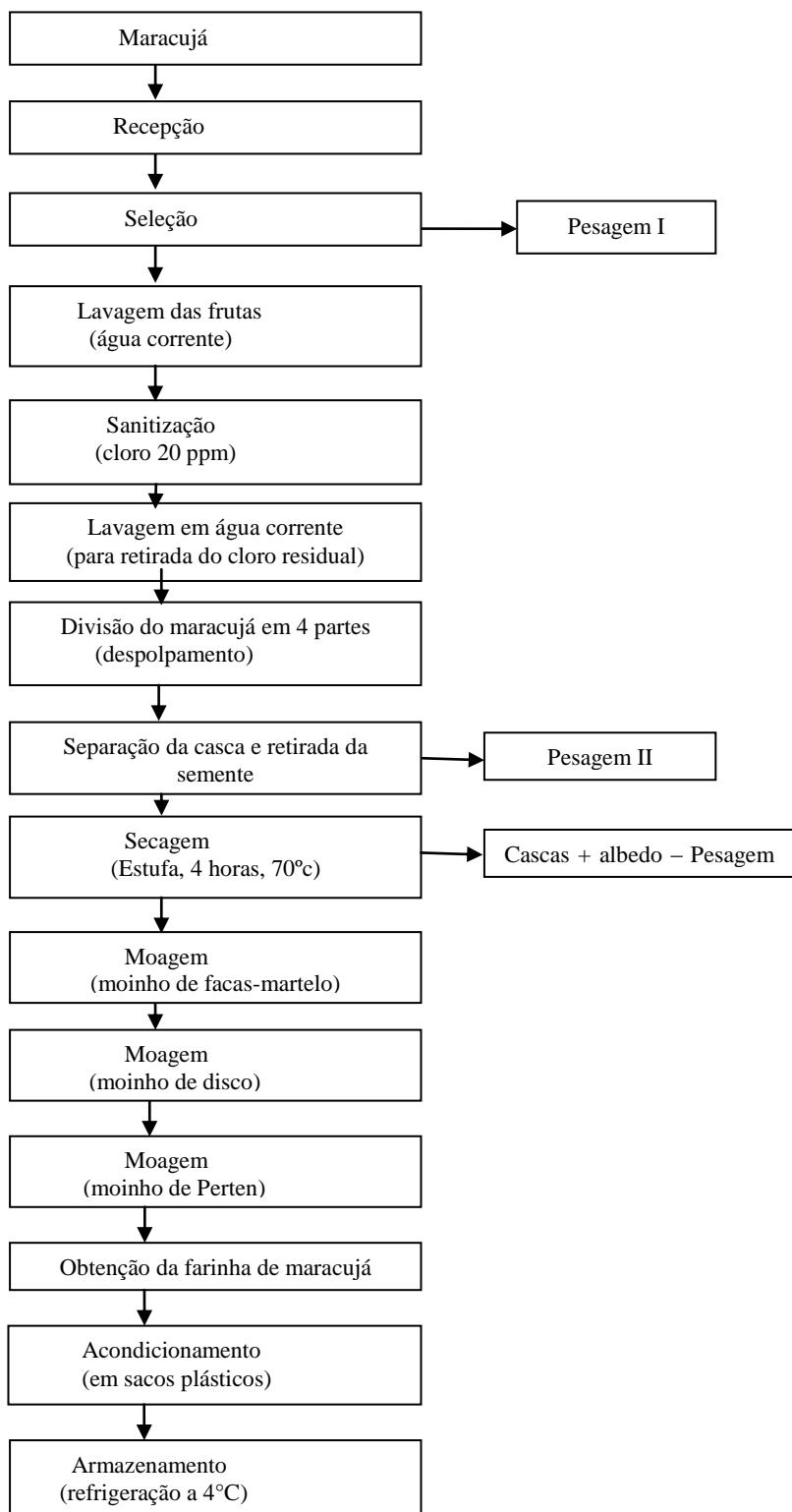


**Figura 3.** Tipos de moinho (1) Moinho de faca-martelo, (2) moinho de disco e (3) moinho de perten.

Autora: Valéria F. de Souza



**Figura 4.** Farinha de casca e albedo de maracujá  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 5.** Fluxograma de obtenção da farinha da casca e albedo de maracujá.  
Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.2.3 Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento experimental composto central (**Tabelas 1 e 2**) visando reduzir as combinações e otimizar o processo de coleta e análise de dados, segundo BOX et al (1987). Foram analisados as variáveis independentes, temperatura na terceira zona do canhão; formulação da farinha de arroz e farinha de casca de albedo de maracujá e umidade de processamento.

**Tabela 1.** Níveis das variáveis independentes a serem estudadas no processo de elaboração dos extrudados expandidos.

| Variáveis      | Níveis             |     |     |     |                    |
|----------------|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|
|                | - $\alpha$ = 1,682 | -1  | 0   | +1  | + $\alpha$ = 1,682 |
| X <sup>1</sup> | 99,6               | 120 | 150 | 180 | 200,4              |
| X <sup>2</sup> | 14,64              | 16  | 18  | 20  | 21,36              |
| X <sup>3</sup> | 1,6                | 5   | 10  | 15  | 18,4               |

X<sup>1</sup> - Temperatura das zonas para extrusora Brabender (°C)

X<sup>2</sup> - Umidade de processamento (%)

X<sup>3</sup> - Formulação da farinha da casca e albedo de maracujá (%); a diferença da percentagem corresponde à farinha de arroz

**Tabela 2.** Delineamento completo do desenho experimental.

| Experimento | Níveis Codificados das Variáveis |                |                | Níveis Decodificados das Variáveis |                |                |
|-------------|----------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|
|             | x <sup>1</sup>                   | x <sup>2</sup> | x <sup>3</sup> | X <sup>1</sup>                     | X <sup>2</sup> | X <sup>3</sup> |
| 01          | +1                               | +1             | +1             | 180                                | 20             | 15             |
| 02          | -1                               | +1             | +1             | 120                                | 20             | 15             |
| 03          | +1                               | -1             | +1             | 180                                | 16             | 15             |
| 04          | -1                               | -1             | +1             | 120                                | 16             | 15             |
| 05          | +1                               | +1             | -1             | 180                                | 20             | 5              |
| 06          | -1                               | +1             | -1             | 120                                | 20             | 5              |
| 07          | +1                               | -1             | -1             | 180                                | 16             | 5              |
| 08          | -1                               | -1             | -1             | 120                                | 16             | 5              |
| 09          | +1,68                            | 0              | 0              | 200,4                              | 18             | 10             |
| 10          | -1,68                            | 0              | 0              | 99,6                               | 18             | 10             |
| 11          | 0                                | +1,68          | 0              | 150                                | 21,36          | 10             |
| 12          | 0                                | -1,68          | 0              | 150                                | 14,64          | 10             |
| 13          | 0                                | 0              | +1,68          | 150                                | 18             | 18,4           |
| 14          | 0                                | 0              | -1,68          | 150                                | 18             | 1,6            |
| 15          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |
| 16          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |
| 17          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |
| 18          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |
| 19          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |
| 20          | 0                                | 0              | 0              | 150                                | 18             | 10             |

x<sup>1</sup>, x<sup>2</sup> e x<sup>3</sup>= níveis codificados

X<sup>1</sup> = Temperatura das zonas para extrusora Brabender (°C)

X<sup>2</sup>= Umidade de processamento (%)

X<sup>3</sup> = Formulação da farinha da casca e albedo e maracujá (%)

O efeito combinado das variáveis foi analisado para observar a sua incidência nos fatores determinantes das propriedades físicas e parâmetros da extrusão. Utilizou-se o delineamento em metodologia de superfície de resposta do tipo central composto rotacional

de 2<sup>a</sup> ordem em testes preliminares para 20 tratamentos. As variáveis independentes foram codificados ( $-\alpha$ , -1, 0, +1,  $+\alpha$ ) de acordo com a matriz circular de 3mm, temperatura na 1<sup>a</sup> zona 60°C; e temperatura na 2<sup>a</sup> zona 100°C. As temperaturas na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> zona foram fixas no experimento. Os parâmetros variáveis foram controle da temperatura na 3<sup>a</sup> zona de aquecimento do canhão da extrusora.

### 3.2.4 Análises Estatísticas

O processamento dos dados e a análise estatística foram realizados com auxílio do programa computacional *Statistica Six Sigma*, versão 7.0, com as variáveis independentes codificadas. Os gráficos de superfície de resposta foram desenhados, com auxílio do programa *Statistica Six Sigma*, versão 7.0, por meio do modelo matemático proposto nos níveis reais das variáveis, mantendo-se a resposta em função do eixo Z, com eixos X e Y representando as variáveis independentes, ao mesmo tempo em que as demais variáveis foram mantidas constantes no ponto central (correspondente ao nível codificado 0).

Os gráficos de pareto foram desenhados utilizando o programa *Statistica Six Sigma*, versão 7.0, por meio do modelo matemático proposto.

Para as variáveis resposta que não resultaram modelo preditivo e nem tendência, isto é, quando o valor do coeficiente de regressão ( $R^2$ ) foi inferior a 0,85, os resultados foram analisados através de comparação de médias pelo Teste de Tukey, utilizando o programa *Statistica Six Sigma*, versão 7.0.

### 3.2.5 Condicionamento das matérias primas

Previamente a etapa de preparação da farinha mista, as amostras formuladas em diferentes percentagens de farinha de arroz e farinha de casca e albedo de maracujá foram homogeneizadas por 5 minutos (**Figura 6**) e acondicionadas para os diferentes níveis de umidade e formulação (ASCHERI, 2014). A farinha mista foi ajustada a umidade inicial em triplicata de acordo com o delineamento experimental. As amostras formuladas da farinha mista foram acondicionadas para os diferentes níveis de umidade e formulação (ASCHERI, 2014).



**Figura 6.** Homogeneizador das farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá e arroz  
Autora: Valéria F. de Souza.

Os teores de umidade inicial das farinhas mistas foram determinados por gravimetria através da dessecção do material a 105°C até peso constante em estufa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Após a determinação da umidade das farinhas mistas, a equação (1) foi usada para estabelecer a quantidade de água a ser adicionada às amostras, a fim de se alcançar os níveis de umidade estabelecidos para cada formulação.

$$Y = \left[ \frac{(U_f - U_i) \times P_a}{100 - U_f} \right] \quad (1)$$

Onde:

**Y** = quantidade de água a ser adicionada (mL)

**U<sub>f</sub>** = umidade final (%) (base seca)

**U<sub>i</sub>** = umidade inicial (%) (base seca)

**P<sub>a</sub>** = peso da amostra (g)

### 3.2.6 Processo de extrusão termoplástica

#### 3.2.6.1 Condições do Processo

Para a elaboração dos extrudados foi utilizado uma extrusora monorosca, marca Brabender, modelo DSE 20 DN, (Duisburg, Alemanha), com sistema de extrusão através de fricção mecânica, taxa de compressão do parafuso (3:1), taxa de alimentação: 2,5 Kg/h, sistema de refrigeração pneumático, para controle de temperatura na camisa de extrusão, velocidade de rotação do parafuso a 140 rpm, capacidade de produção aproximada de 16 Kg.h<sup>-1</sup> e matriz de saída circular de 3 mm de espessura.

#### 3.2.6.2 Extrusão termoplástica

As farinhas mistas de casca e albedo de maracujá e arroz foram processadas em uma extrusora monorosca (**Figura 7**).

O início da extrusão do material formulado foi realizado após as três zonas do parafuso (alimentação, transição e alta pressão) alcançarem as temperaturas pré estabelecidas. A temperatura da 1<sup>a</sup> zona foi mantida fixa em 60°C, a temperatura da 2<sup>a</sup> zona a 100°C e a temperatura da 3<sup>a</sup> zona variou conforme o delineamento experimental (**Tabela 2**).

Os extrudados expandidos após a saída da matriz foram secos em um secador com circulação de ar forçado a 70°C por 4 horas (**Figura 8**) ou até que a umidade final seja inferior a 4% (base seca).

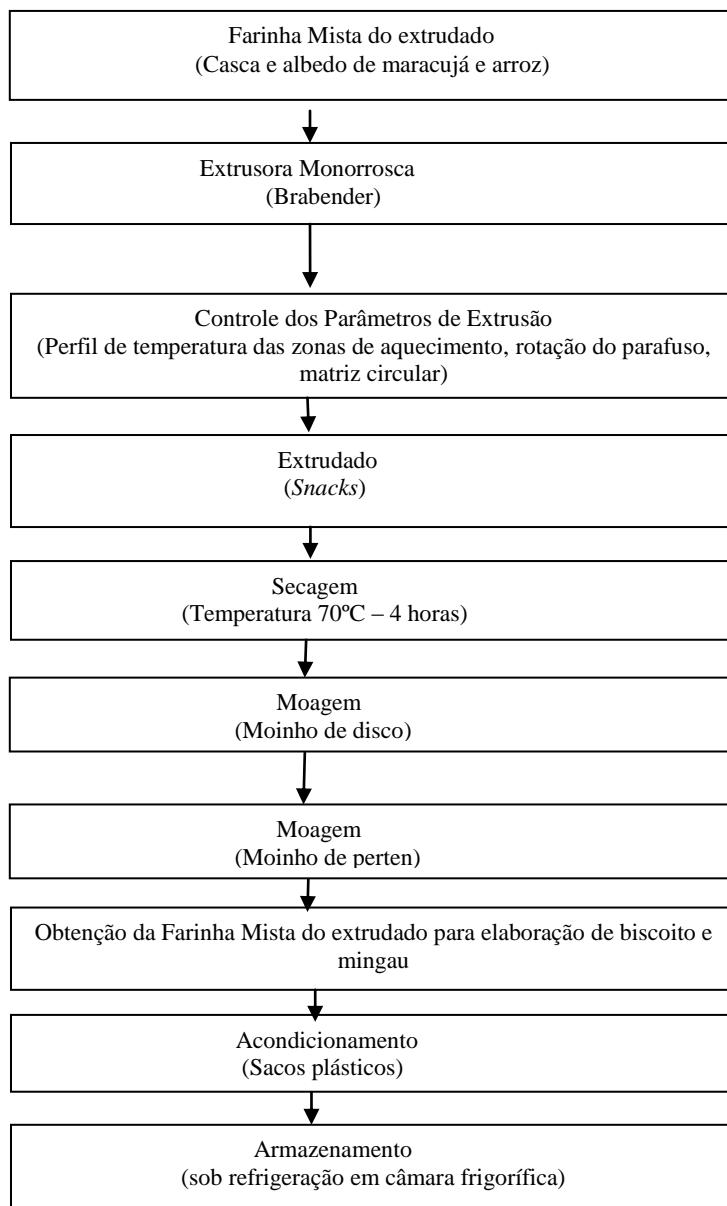
Na **Figura 9** encontra-se o fluxograma de obtenção do extrudado da farinha mista da casca e albedo de maracujá e arroz para a elaboração do biscoito e mingau.



**Figura 7.** Extrusora monorosca da marca Brabender  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 8.** Processo de secagem dos extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz em secador de bandejas.  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 9.** Fluxograma de obtenção do extrudado da farinha mista da casca e albedo de maracujá e arroz para a elaboração do biscoito tipo *cookies* e mingau.  
Autora: Valéria F. de Souza.

### **3.3 Caracterização Físico-Química e funcional das farinhas mistas dos extrudados**

#### **3.3.1 Composição centesimal**

A composição centesimal foi realizada em duplicata nos melhores tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>, segundo a metodologia descrita pela *Association of Official Agricultural Chemists* (2010), no laboratório de análise de físico-química da Embrapa Agroindústria de Alimentos-RJ, para a matéria-prima (farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz).

Para a determinação de umidade utilizou-se o método gravimétrico, através da perda de peso da amostra submetida a aquecimento em estufa a 105°C, até a obtenção de peso constante do produto dessecado, de acordo com o método 934.01, da AOAC (2010).

As cinzas foram determinadas por incineração do material em mufla a 550°C, segundo a metodologia da AOAC (2010), método 923.03.

O teor de nitrogênio total da amostra foi determinado segundo a metodologia da AOAC (2010), método 2001.11. Para o cálculo da proteína a partir do teor de nitrogênio total foram usados para a farinha mista o fator foi 5,75.

O extrato etéreo foi determinado utilizando-se o extrator Soxhlet, segundo a metodologia da AOAC (2010), método 945.38.

#### **3.3.2 Composição em minerais**

As análises foram realizadas em duplicatas dos teores de sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro e fósforo, de acordo com os procedimentos da AOAC (2010), por mineralização por micro-ondas de cavidade, método 999.10, item 9.1.08, e a quantificação: ICP-OES, método 990.08, item 9.2.39, da AOAC (2010), na farinha mista de casca e albedo de maracujá e arroz referente aos tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>, no Laboratório de Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos- RJ.

A quantificação dos minerais foi realizada em espectrofotômetro de emissão de plasma ICP Spectroflama Flame, sendo a determinação feita por espectrometria de emissão atômica, após uma digestão completa da amostra com ácido nítrico e ácido perclórico.

#### **3.3.3 Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA)**

As determinações dos índices de absorção de água e solubilidade em água foram realizadas conforme metodologia descrito por Anderson et al. (1969), modificado. A **Figura 10** exemplifica os equipamentos utilizados no ISA e IAA.

As análise de ISA e IAA foram realizadas em quadruplicatas dos 20 tratamentos. Para a realização destas análises, em tubos de centrífuga, previamente tarados, foi pesada cerca de 1 g de cada amostra, em base seca, de cada tratamento (com granulometria a 106 µm). Foram adicionados 5 mL de água destilada, homogeneizada e em seguida adicionado mais 5 ml (pipeta volumétrica) e os tubos agitados em agitador mecânico tipo Vortex a fim de garantir a homogeneização completa das amostras.

Posteriormente, os tubos foram levados para um agitador horizontal mecânico, da marca Eberback 625 do tipo Shaker Bath durante 30 minutos. E em seguida os tubos foram centrifugados por 15 minutos sob rotação de 7000 rpm em centrífuga da marca Hermle, modelo Z383. O líquido sobrenadante obtido após a centrifugação foi vertido cuidadosamente sobre o peso filtro previamente tarado, e transferido para o processo de secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C durante 4 horas. Depois, os peso filtro foram transferidas para um dessecador por 30 minutos para resfriar e atingir a temperatura ambiente e, em seguida, foram pesadas.

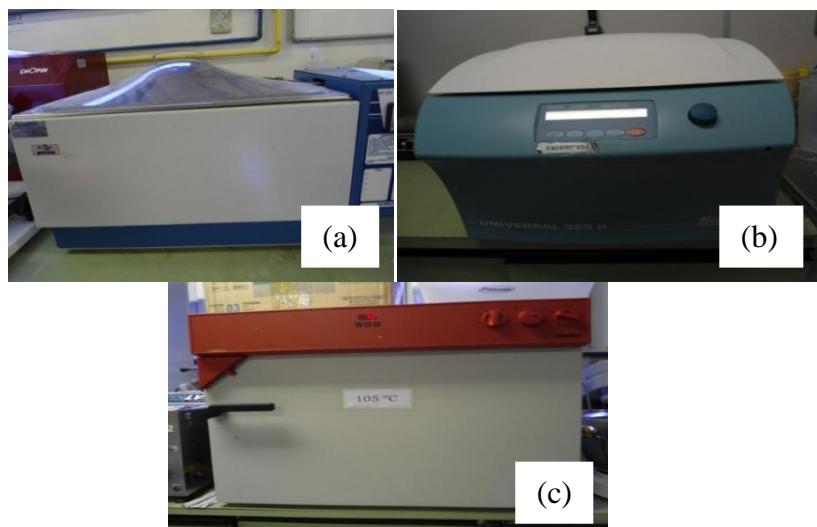
A equação para o cálculo do índice de solubilidade em água (ISA) observada abaixo:

$$ISA = \left[ \frac{\text{Peso do resíduo da evaporação (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \right] \times 100 = \% \quad (4)$$

Logo após a retirada do líquido sobrenadante, os tubos foram pesados e foi calculado o IAA.

O cálculo para este índice foi realizado de acordo com a seguinte equação adaptada por Hashimoto e Grossmann (2003), observada abaixo:

$$IAA = \left[ \frac{\text{Peso do resíduo da centrifugação (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \right] = \text{g gel / g matéria seca} \quad (5)$$



**Figura 10.** Agitador horizontal mecânico (a), Centrífuga (b), e Estufa (c).

Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.3.4 Propriedades viscoamilográficas

A viscosidade de pasta das amostras foi determinada com o uso do analisador rápido de viscosidade (Rapid Visco Analyser – RVA), série 4, da marca *Newport Scientific*, provido do software *Thermocline for Windows*, utilizando-se a sua metodologia para materiais extrusados. As análises foram realizadas em duplicata, para cada tratamento. A **Figura 11** exemplifica o RVA.

Para a realização desta análise, as amostras extrusadas e secas foram moídas em moinho de disco e peneiradas no agitador de peneiras RO-TAP modelo RX-29-10. A fração retida entre as peneiras de 106 e 212 µm foi utilizada para esta análise, pois segundo Becker, Hill e Mitchell (2001) a diferença do tamanho de partículas entre as amostras pode ocasionar má interpretação dos resultados obtidos.

Para a análise do RVA foi utilizada 3 g de farinha extrusada, com umidade corrigida para 14 %, em base úmida, e em seguida foi adicionada água destilada até a obtenção do peso final de 28 g, conforme metodologia descrita por Ascheri et al. (2006).

O perfil de análise utilizado foi “extrusion 1 no-alcohol”, que apresenta como característica a manutenção inicial do sistema a 25 °C durante 2 minutos. O aquecimento ocorre em seguida e aos sete minutos a temperatura máxima é atingida (95 °C), onde

permanece por 3 minutos. Logo após, o resfriamento é iniciado até a temperatura de 25 °C, totalizando vinte minutos de análise.

Para interpretação dos amilogramas foram utilizados os seguintes parâmetros:

- a) Viscosidade inicial ou viscosidade a frio (V<sub>Initial</sub>): é o valor da viscosidade em cP (Centipoise), na temperatura de 25 °C, no início do ciclo de aquecimento;
- b) Viscosidade máxima (V<sub>Máxima</sub>): é o valor da viscosidade no ponto máximo da curva, a 95°C, obtido durante o ciclo de aquecimento, expresso em cP;
- c) Viscosidade final no ciclo de resfriamento (V<sub>Final</sub>): é o valor da viscosidade em cP, ao final da análise (a 25 °C);



**Figura 11.** Equipamento analisador rápido de viscosidade.

Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.3.5 Fibra alimentar

O teor de fibra alimentar de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz extrudada foi determinado segundo a metodologia da AOAC (2010), método 985.29.

Para o preparo das soluções foram utilizados as seguintes soluções:

- a) Solução de ácido clorídrico: HCl 5%.
- b) Solução de NaOH: NaOH 5%
- c) Solução tampão fosfato 0,08M e pH~6
- d) Etanol 78%
- e) Solução de protease
- f) Solução tampão MES~TRIS 0,05 M.

Para a interpretação dos cálculos foram utilizados:

A equação para o cálculo de fibra alimentar (FA) observada abaixo:

$$\% \text{ F. A} = \frac{\text{Pra} - \text{Ptna} - \text{CZa} - \text{Correção do branco}}{\text{Pa}} \times 100 \quad (6)$$

A equação para o cálculo de proteína (Ptn) observada abaixo:

$$\text{Ptn} = \text{M} \times \text{V} \times 0,028 \times \text{F}_{\text{alimento}} \quad (7)$$

A equação para Cinzas ( $CZ_a$ ) observada abaixo:

$$CZ_a = P_3 - P_1 \quad (8)$$

A equação para Correção do branco observada abaixo:

$$\text{Correção do branco} = P_{Rb} - P_{tn_b} - CZ_b \quad (9)$$

A equação para Fibra Alimentar com correção (F.A. <sub>corrigido</sub>) observada abaixo:

$$\% \text{ F.A.}_{\text{corrigido}} = \frac{\% \text{ F.A.} \times (100 - \sum \text{MS} + \text{MD})}{100}$$

### 3.3.6 Atividade de água

A determinação de atividade de água ( $Aw$ ) dos melhores tratamentos da farinha, do biscoito e do mingau foi realizada, por meio do aparelho digital da marca Aqualab da Braseq Brasileira de equipamentos LTDA, modelo CX-2 à temperatura de 25°C e em seguida foi pesada a amostra e procedeu-se a leitura. A **Figura 12** exemplifica um Aqualab.



**Figura 12.** Equipamento Aqualab.

Autora: Valéria F. de Souza.

## 3.4 Caracterização Física das Matérias Primas e extrudados

### 3.4.1 Classificação granulométrica de misturas (não extrudada) e farinhas

O tamanho das partículas da mistura (farinha de arroz branco e farinha de cascas e albedo de maracujá- não extrudada) e das farinhas mistas extrudadas (cascas e albedo de maracujá e arroz), estas últimas obtidas a partir da moagem dos tratamentos, foi determinado utilizando um agitador de peneiras da marca RO-TAP, modelo RX-29-10. A classificação granulométrica foi realizada em duplicata para cada uma das amostras.

Para a classificação granulométrica foram peneiradas 100 g de cada amostra de farinha acima descrita, durante 10 minutos, em um conjunto de sete peneiras arredondadas e vibratórias, com aberturas de malhas de 60; 70; 100; 120; 140; 170; 200 *mesh* (250, 212, 149, 125, 106, 90 e 75 µm, respectivamente) e uma base.

Em seguida, os conteúdos retidos em cada peneira foram pesados e expressos em porcentagens de retenção, seguindo o procedimento padrão descrito por GERMANI, BENASSI E CARVALHO (1997).

### 3.4.2 Análise de cor

A análise instrumental de cor da marca Hunter LAB Made in USA, modelo Color Quest XE foi realizada por reflectância no aparelho Color, escala CIELAB E CIELCH, com abertura de 0,375 mm de diâmetro, com luminante D65/10 nas farinhas mistas extrudadas (de cascas e albedo de maracujá e arroz) em 30 g dos melhores tratamentos. As amostras foram dispostas em cubeta de Quartzo de 10 mm para a realização do teste. As análises foram realizadas quatro repetições para cada amostra. A **Figura 13** exemplifica um colorímetro.

Os parâmetros de cor medidos foram os seguintes:

- L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco);
- a = (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho);
- b = (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo);
- C= Chroma=  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  em um sistema de coordenadas polares
- h= ângulo hue=  $\arctan(b^*/a^*)$  em um sistema de coordenadas polares
- 



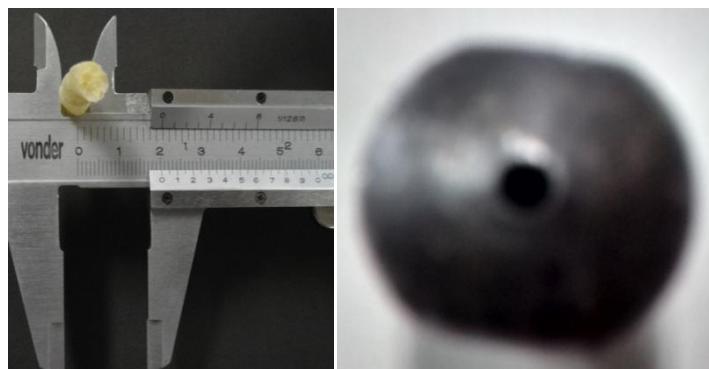
**Figura 13.** Equipamento Colorímetro.

Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.4.3 Índice de expansão radial dos extrudados

O Índice de Expansão (IE) dos extrusados foi calculado pela razão entre o diâmetro do extrusado (mm) e o diâmetro da matriz do extrusor (mm) conforme a **Figura 14**. As medidas dos diâmetros foram efetuadas nas superfícies mais uniformes dos expandidos, com auxílio de um paquímetro. O valor considerado foi obtido através da média aritmética de 20 medidas para cada tratamento (FAUBION et al., 1982) e foi calculado pela seguinte equação:

$$IE = \frac{\text{Diâmetro do extrusado (mm)}}{\text{Diâmetro da matriz (mm)}} \quad (2)$$



**Figura 14.** (a) Diâmetro do extrudado; (b) diâmetro da matriz  
Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.4.4 Extrudados por imagem

As amostras de extrudados expandidos dos 20 tratamentos são cortados radialmente e a área cortada foi mergulhada em uma solução preparada contendo gelatina (2%), KI (2%) e 1% de I. conforme **Figura 15**. A marcação foi feita de modo que a estrutura interna e externa fique colorida (reação entre o amido presente no extrusado e o iodo). A amostra pigmentada foi visualizada através de um scanner. As imagens obtidas foram ampliadas de forma a permitir uma melhor visualização da estrutura celular. A análise foi realizada baseada na metodologia de ASCHERI e CARVALHO (2014).



**Figura 15.** Gelatina  
Autora: Valéria F. de Souza.

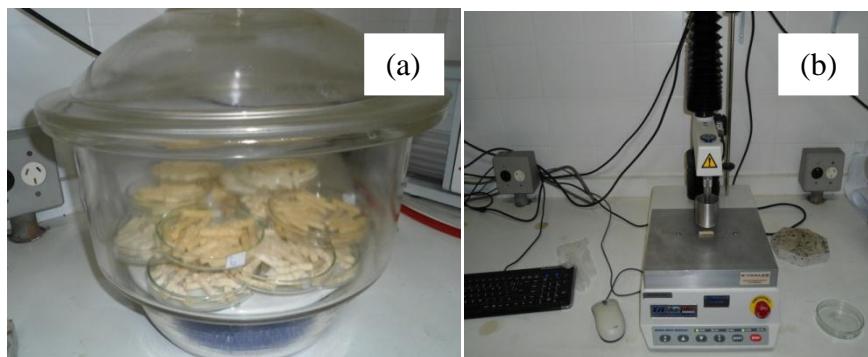
### 3.4.5 Textura instrumental dos extrudados

A dureza e a fraturabilidade dos *snacks* elaborados foram avaliadas em texturômetro TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd. (Surrey, England). Os *snacks* foram selecionados de forma aleatória e colocados em plataforma, utilizando-se lâmina de aço retangular de ponta arredondada para cortar o *snacks* ao meio. As condições do teste foram: velocidade de pré-teste  $5 \text{ mm.s}^{-1}$ ; pós-teste  $10 \text{ mm.s}^{-1}$ , de teste  $1 \text{ mm.s}^{-1}$ ; força de contato de 50 g, conforme descrito por ASSIS et al. (2009). A **Figura 16** exemplifica dessecador e texturômetro utilizados na avaliação de textura dos extrudados.

Para a análise de textura dos extrusados, foram utilizados *snacks* cortados com 3 cm de diâmetro com auxílio de uma faca inoxidável e medidos através do paquímetro manual.

As avaliações foram realizadas após a extrusão, e os resultados representarão a média aritmética de 20 tratamentos. A fraturabilidade corresponderá à altura do primeiro pico

significativo, no primeiro ciclo de compressão, e a dureza ao pico máximo, também no primeiro ciclo de compressão.



**Figura 16.** Dessecador (a); Texturômetro (b).

Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.5 Caracterização Microbiológica das Farinhas mistas e *cookies*

#### 3.5.1 Caracterização Microbiológica das Farinhas Mistas

As análises microbiológicas foram realizadas nos melhores tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>, em duplicatas com três repetições (repetição verdadeira) visando a determinação da vida útil das farinhas. Foi utilizada a metodologia descrita pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWNES e ITO, 2001) para as análises de: *Salmonella* sp, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras durante os períodos de 0, 15, 30 e 45 dias.

##### 3.5.1.1 Procedimento de análise de *Salmonella*

###### 1<sup>a</sup> etapa: Pré-Enriquecimento ou Ressuscitação

Foi pesado 25 g da farinha mista em um saco de stomacher e adicionou-se 225 ml do diluente (água peptonada estéril). Em seguida homogeneizou-se no aparelho Stomacher posteriormente incubou-se na estufa a 35-37°C durante 20 horas.

###### 2<sup>a</sup> etapa: Enriquecimento seletivo

Após o período de incubação de 20 horas desta diluição (25 gramas + 225 ml) foi retirado 1,0 ml do Caldo em crescimento e em seguida transferido para um tubo com 10 ml de Caldo Rappaport Vassilidis a 42°C na estufa e Caldo Tetrationato (TT) a 37°C na estufa durante 20 horas.

###### 3<sup>a</sup> etapa: Plaqueamento seletivo e diferenciais

Após o período de incubação de 20 horas, foi realizado o plaqueamento em estrias em duas placas de meio XLD Agar e Hecktoen para o Caldo Tetrationato (TT) e Caldo Rappaport Vassilidis.

Selecionou-se 5 colônias de preferência isolada e com auxílio de uma alça em agulha transferiu-se para 2 tubos com os meios (Agar TSI e LIA). Incubou-se na estufa a 37°C durante 24 horas. Em seguida realizou-se os seguintes testes bioquímicos que incluem os

meios: (Agar TSI e LIA). Passou-se o TSI e LIA para um tubo com 5 ml de solução salina.

### **Teste para confirmação (Caso positivo)**

Utilizar o teste API 20 E da Biomerieu

### **Critério de Avaliação**

Após incubação procedeu-se a contagem e expressou-se o resultado como:

Pesquisa de Salmonella: Presença / 25g.

Pesquisa de Salmonella: Ausência/ 25g.

### **3.5.1.2 Procedimento de análise de coliformes pelo método petrifilm**

Posicionou-se os petrifilms em uma superfície plana. Selecionou-se três diluições adequadas da amostra para a inoculação. Inoculou-se 1 ml de cada diluição em placas de Petrifilm™ AC para Contagem Total (3M Company) separadas, levantando o filme superior e depositando o inóculo no centro da área circular do filme inferior. Baixou-se o filme superior sobre o inóculo, posicionou-se o espalhador e, aplicou-se uma leve pressão, para espalhar o inóculo.

Aguardou-se um minuto para o gel solidificar e incubou-se  $35\pm1^{\circ}\text{C}/48\pm2\text{h}$ , em pilhas de não mais de 20 filmes, sem inverter. No caso de produtos lácteos, incubou-se a  $32\pm1^{\circ}\text{C}/48\pm3\text{h}$ .

A área circular de crescimento do petrifilm tem aproximadamente  $20\text{cm}^2$  e a contagem foi feita nos petrifilms com 25 a 250 colônias. Contou-se todas as colônias vermelhas, independente do tamanho ou intensidade de cor. Calculou-se o número e UFC por grama ou mililitro da amostra multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição.

### **Critério de Avaliação**

Após incubação fez-se a contagem para determinar o número de colônias em petrifilms com mais 250, contou-se as colônias em um ou mais quadrados de  $1\text{cm}^2$ , calculou-se a média por  $\text{cm}^2$  e multiplicou-se por 20.

### **3.5.1.3 Procedimento de análise de bolores e leveduras**

Os tubos das amostras de farinha mista (de cascas e albedo de maracujá e arroz) foram identificados de acordo com as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ).

Para a amostra de farinha mista (de cascas e albedo de maracujá e arroz): Com o auxílio de uma espátula previamente esterilizada 25 g de farinha mista foi pesada e transferida para um erlenmeyer contendo 225 ml de diluente (água peptonada, sem glicose) em saco do tipo “Stomacher”, esta diluição passou a ser a diluição  $10^{-1}$ .

Todas as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram homogeneizadas no vortex.

Foram colocados 1.0 ml das diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) nas placas identificadas em duplicatas.

Em seguida foi realizado o plaqueamento em Agar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC) 0,1 ml de cada diluição em placas previamente preparadas e secas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de Drigalski.

Após as placas secarem (mínimo 15 minutos) e incubou-se a 22-25°C por 5 dias, sem inverter, em pilhas de não mais de três placas, no escuro.

### Critério de Avaliação

Após incubação fez-se a contagem de colônias e cálculo dos resultados, selecionou-se as placas com 15 a 150 colônias e contar as colônias com o auxílio de uma lupa, em um contador de colônias.

#### 3.5.1.4 Procedimento de análise de *Bacillus cereus*

Os tubos das amostras de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram identificadas de acordo com as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ).

Para a amostra de farinha mista (de cascas e albedo de maracujá e arroz): com o auxílio de uma espátula previamente esterilizada 25 g de farinha mista foi pesada e transferida para um erlenmeyer contendo 225 ml de diluente (água peptonada, sem glicose) em saco do tipo “Stomacher”, esta diluição passou a ser a diluição  $10^{-1}$ .

Todas as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram homogeneizadas no vortex.

Foram colocados 1,0 ml das diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) nas placas identificadas em duplicas.

Em seguida foi realizado o plaqueamento em Agar Bacara (Fabricante da Marca Biomérieux, cidade Marcy Etoile- País France) a 0,1 ml de cada diluição em placas previamente preparadas e secas. Espalhou-se o inóculo com uma alça de Drigalski.

Após as placas secarem (mínimo 15 minutos) e incubou-se a 30°C por 48 horas.

### Critério de Avaliação

Após incubação fez-se a contagem de colônias e cálculos dos resultados, selecionou-se as placas com as colônias e contou-se as colônias com o auxílio de uma lupa, em um contador de colônias.

#### 3.5.2 Caracterização Microbiológica do Biscoito tipo *cookies* das farinhas mistas

Para os *cookies* das farinhas mistas, foram realizadas análises de *Salmonella*, coliformes a 45°C, bolores e leveduras, *Bacillus cereus* e *Estafilococos* coagulase positiva, de acordo com os itens 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.4.1.3, 3.4.1.4 e 3.4.2.1.

Foi utilizada a metodologia descrita por DOWNES e ITO (2001) para análise de *Estafilococcus* coagulase positiva.

### **3.5.2.1 Procedimento de análise de estafilococos coagulase positiva**

Identificar as placas de Petri do biscoito de acordo com as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) em duplicita.

Amostra biscoitos do tipo *cookies* das farinhas mistas: Com o auxílio de uma espátula previamente esterilizada 25 g de biscoito foi pesado e transferido para um saco do tipo “Stomacher” contendo 225 ml de diluente (água peptonada), sendo homogeneizado no aparelho Stomacher. Esta diluição passou a ser a diluição  $10^{-1}$  retirando 1.0 ml da primeira diluição e passando para 9.0 ml de tampão fosfato. Da diluição  $10^{-1}$  transferir 1 ml para a diluição  $10^{-2}$ . Da diluição  $10^{-2}$  transferir 1 ml para a diluição  $10^{-3}$ .

Todas as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram homogeneizada no vortex.

Foi inoculado em três placas de Petri da seguinte forma: 0.3 ml em três placas + 0.1 ml em uma placa das diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) em duplicita. Em seguida foi realizado o plaqueamento em semeadura em superfície no meio de Baird Parker com o auxílio de uma alça de Drigalski.

Incubar as placas invertidas na estufa a 36°C por 48 horas.

Após incubação proceder a leitura.

## **3.6 Vida útil das farinhas mistas, produtos panificáveis e lácteos**

### **3.6.1 Determinação da Vida útil das farinhas mistas**

As avaliações quanto às características microbiológicas, odor, aparência da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram submetidas após o processamento e, a cada 15 dias de armazenagem, durante um período de 45 dias, foram realizadas, em duplicas, para avaliação da vida útil.

### **3.6.2 Determinação da Vida útil dos Produtos Panificáveis (Biscoito do tipo *cookies*)**

Para os biscoitos foram realizados as seguintes análises microbiológicas: *Salmonella*, Coliformes a 45°C, bolores e leveduras, *Bacillus cereus* e Estafilococos coagulase positiva, de acordo com os itens 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.4.1.3, 3.4.1.4 e 3.4.2.1.

Os biscoitos foram acondicionados em embalagem metalizada com zip (**Figura 10**) e estocados em prateleiras, à temperatura ambiente, em seguida foram analisados após 0, 60 e 120 dias de armazenamento.

As metodologias adotadas são recomendadas por Brasil (2001) e DOWNES e ITO (2001).

### **3.6.3 Determinação da Vida útil do Produto Lácteo (Mingau probiótico)**

Após a Análise Sensorial foi selecionado o melhor tratamento ( $T_{13}$ ) para a elaboração do mingau sem *Lactobacillus* e com *Lactobacillus rhamnosus*.

Para os mingaus foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: Coliformes a 45°C e *Bacillus cereus* conforme descrito no item 3.4.1.2 e 3.4.1.4.

Os mingaus foram acondicionados em embalagens metalizada com zip (**Figura 17**) e estocadas em prateleiras, à temperatura ambiente, sendo analisadas após 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento.



**Figura 17.** Embalagem metalizada com zip.

Autora: Valéria F. de Souza

### **3.7 Utilização da Bactéria em pó (*Lactobacillus rhamnosus*) no produto lácteo *in vitro***

#### **3.7.1 Cálculo da utilização da bactéria em pó**

Foi pesado 1g do fermento em pó *Lactobacillus rhamnosus* e em seguida adicionou-se em um erlenmeyer 9 ml de diluente (água peptonada) preparada previamente, esta passou a ser a diluição  $10^{-1}$ .

Em seguida foi realizado as outras diluições, até  $10^{-8}$ , de forma sucessiva, após homogeneização em agitador de tubos (vortex), passando 1 ml para os tubos com 9,0 ml de água peptonada.

Em seguida, em duplicata, da diluição  $10^{-4}$  a  $10^{-8}$  foi inoculado 0,1 ml na placa com Agar MRS.

Incubou-se a 35°C no dessecador com vela por 48-72 horas.

Após a incubação fez-se a leitura.

#### **3.7.2 Preparo do mingau probiótico**

Preparou-se 600 g da mistura extrudada contendo as farinhas, açúcar e leite em pó e em seguida separou 100 g que foi usada como controle sem inoculação da bactéria probiótica. Transferiu aos outros 500 g da mistura extrudada utilizando um sache inteiro da bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus*, contendo ( $10^{10}$  UFC/sache) em pó da marca Coalhopar – LCR. Homogeneizou para distribuir uniformemente a mistura com a bactéria e dividir em duas porções de 250 g. Somente a uma das porções adicionou-se 10 g de aromatizante de maracujá, para verificar se o aromatizante teria alguma influencia na viabilidade da bactéria. Fracionou a mistura em porções de 50 g embalando em saches aluminizados e mantê-los em temperatura ambiente por até 90 dias. A cada 30 dias pegou-se um sache com aromatizante e outro sem aromatizante para fazer a análise da viabilidade da bactéria.

#### **3.7.3 Preparo das placas no agar MRS**

Foi colocado  $\pm$  20 ml Agar MRS na placa por plaqueamento em profundidade (pour plate).

#### **3.7.4 Determinação da viabilidade da bactéria probiótica no mingau**

Por ocasião da contagem de células viáveis de *L. rhamnosus*, hidratar o conteúdo do sache com 300 mL de água estéril, resultando numa massa final de 350g. Pesou-se 25 g do

mingau e homogeneizou-se em stomacher com 225 mL de água peptonada 0,1%, que constitui a diluição  $10^{-1}$ . Preparou diluições decimais seriadas até  $10^{-8}$  passando 1.0 ml para tubos com 9 mL de água peptonada. Homogeneizou cada tubo de diluição em agitador de tubos (vortex). Semeou-se em superfície de agar MRS alíquotas de 0,1 mL das diluições com auxílio de uma alça de Drigasky. Incubar as placas invertidas em estufa a 36°C por 72 horas.

### 3.7.5 Critério de Avaliação do Plaqueamento em profundidade (pour plate)

Após a incubação, procedeu-se a leitura da contagem *in vitro* de bactérias vivas por grama.

Expressou-se os resultados por UFC/g do mingau.

## 3.8 Caracterização das Propriedades de Cristalinidade, Calorimétricas e de Microestrutura

### 3.8.1 Análise de Difração de Raio X

A determinação do perfil de difração foi realizada em um difrator de Raios X D2 Phaser (Bruker AXS, Rheinfelden Alemanha) equipado com tubo de cobre operando a 30 kV e 10 mA, produzindo radiação CuK $\alpha$  com 0,154 nm de comprimento de ondas. A análise foi realizada baseada na metodologia de WU et al. (2010). As amostras foram preparadas segundo o método do pó e varridas de 2 a 32° ( $2\theta$ ) na taxa de 0,15°/minuto, ao passo de 0,02°, largura de janela de divergência igual a 0,6 mm, largura da janela de espalhamento igual a 0,6 mm e largura da janela do detector igual a 0,2 mm. O percentual de cristalinidade de cada amostra foi determinada utilizando-se o software Diffrac Suite v1 1.0.10 (Bruker AXS, Rheinfelden Alemanha). A **Figura 18** exemplifica um Difrator de Raio X.



**Figura 18.** Equipamento Difrator de Raio X.  
Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.8.2 Análise do Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC)

A análise para determinar o fenômeno da gelificação do amido presente em amostras amiláceas, foi realizada conforme a metodologia descrita por (BILIADERIS, MAURICE e VOSE, 1980).

A farinha mista de casca e albedo de maracujá e arroz em quantidade de 3 miligramas dos melhores tratamentos, com teor de umidade conhecida, foi condicionada por 18 h em porta amostra de alumínio herméticos com pelo menos duas vezes o seu peso com água destilada e levada ao calorímetro diferencial de varredura modelo DSC Q200 da marca (TA

Instruments, New Castle, EUA) na faixa de temperatura de 5 a 110°C na taxa de aquecimento de 10°C/min. A **Figura 19** exemplifica um Calorímetro diferencial de varredura.



**Figura 19.** Equipamento Calorímetro diferencial de varredura.

Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.8.3 Análise da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Foram realizadas análises de microscopia com a finalidade de se estudar a microestrutura dos materiais dos melhores tratamentos. Estas micro-fotografias poderão visualizar as modificações estruturais dos extrudados contendo cascas e albedo de maracujá e arroz.

A análise da microscopia do material obtida foi realizada em microscópio eletrônico de varredura, marca HITACHI Electron Microscopy Ltda., modelo TM 3000. As amostras dos extrusados cortados foram colocados no stub e procedeu-se a leitura. As imagens das amostras foram visualizadas por imagens digitalizadas no computador. A **Figura 20** exemplifica um Microscópio eletrônico de varredura.



**Figura 20.** Equipamento microscópio eletrônico de varredura.

Autora: Valéria F. de Souza.

### **3.9 Avaliação Toxicológica**

#### **3.9.1 Avaliação de Cianetos das farinhas mistas, farinha de casca e albedo de maracujá, fibra de maracujá industrializadas e farinha de biscoito de fibra de maracujá industrializada.**

A determinação do teor de compostos cianogênicos foi realizada conforme o método externo SM 4500 CN, por Espectrometria molecular de cianeto livre 0,05mg/L Limite de Quantificação (LQ) e o método interno PE 4.9- 408 utilizado como referência nos ensaios.

O teor de íons cianetos detectados foi expresso em miligramas de compostos cianogênicos totais por quilograma do produto e posterior leitura em espectrofotômetro.

### **3.10 Elaboração de produto panificável (biscoito)**

O fluxograma de obtenção do biscoito do tipo *cookies* à base de farinha mista de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz conforme descrito na **Figura 21**.

#### **3.10.1 Testes de formulação básica para o preparo de biscoitos – amostra controle**

Para a obtenção do biscoito tipo *cookie* com as farinhas mistas de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz, foi necessário à formulação de um produto “controle”, sem a farinha mista de extrudados à base de cascas e albedo de maracujá e arroz, utilizou-se os ingredientes convencionais de uma formulação conhecida. Este produto “controle” foi o comparativo das substituições dos teores de farinha e demais ingredientes.

Após ensaios experimentais das formulações, foi viável a obtenção das quantidades dos ingredientes para a elaboração do produto “controle” conforme **Tabela 3**. Foi desenvolvida a formulação para o produto controle utilizando somente amido de milho, como ingrediente principal.

As formulações para os biscoitos de farinha mista de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz foram executadas no mês de novembro de 2013. Os experimentos foram realizados no laboratório de Análise Sensorial, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2014.

**Tabela 3.** Formulação básica (amostra controle) do biscoito tipo *cookie*

| <b>Ingredientes</b>   | <b>Quantidades (%)</b> | <b>(g)</b> |
|-----------------------|------------------------|------------|
| Amido de milho        | 40                     | –          |
| Baunilha              | 0,5                    | –          |
| Leite em pó           | 2                      | –          |
| Margarina             | 20                     | –          |
| Açúcar refinado       | 30                     | –          |
| Sal                   | 0,5                    | –          |
| Fermento em pó        | 1                      | –          |
| Lecitina de soja      | 1                      | –          |
| Bicarbonato de amônia | 1,5                    | –          |
| Gema de ovo           | –                      | 120 g      |

#### **3.10.2 Formulação de Biscoitos do tipo *cookies***

Na **Tabela 4**, estão apresentadas as formulações dos biscoitos tipo *cookies*, segundo o delineamento experimental.

**Tabela 4.** Formulações desenvolvidas para elaboração de biscoitos do tipo *cookies* à base de farinha de extrudados mista de cascas e albedo de maracujá e arroz com substituição parcial de 5%, 10% e 18,4%.

| Ingredientes  | Tipos de Formulações de Farinha de cascas e albedo de maracujá |   |   |
|---|--|---|---|
|   | 5%<br>(Fb <sub>8</sub> ) <sup>*</sup>                          | 10%<br>(Fb <sub>12</sub> ) <sup>*</sup> | 18,4%<br>(Fb <sub>13</sub> ) <sup>*</sup> |
| Amido de milho (g)  | 160  | 120                                     | 80  |
| Farinha extrudada (casca e albedo de maracujá e arroz (g) | 40   | 80                                      | 120                                       |
| Açúcar refinado (g)                                       | 80   | 80                                      | 80  |
| Gordura de palma (g)                                      | 60   | 60                                      | 60  |
| Bicarbonato de sódio (g)                                  | 2  | 2                                       | 2   |
| Sal refinado (g)  | 1  | 1                                       | 1   |
| Lecitina de soja (ml)                                     | 2  | 2                                       | 2   |
| Baunilha (ml)   | 2  | 2                                       | 2   |
| Soro de Leite (g)   | 4  | 4                                       | 4   |
| Gema de ovo (ud)  | 2  | 2                                       | 2   |
| Bicarbonato de amônia(g)                                  | 2  | 2                                       | 2   |

NOTA: Porcentagens dos ingredientes calculadas em relação ao peso do amido de milho.

\* valores correspondentes a % de farinha da casca e albedo de maracujá; Fb: Formulação do biscoito

### 3.10.3 Processamento dos Biscoitos

#### 3.10.3.1 Pesagem dos ingredientes

Todos os ingredientes foram pesados em uma balança digital. A **Figura 22** mostra as etapas do processo.

#### 3.10.3.2 Processo de mistura

Inicialmente, procedeu-se a etapa de mistura, realizada em duas fases, onde se elaborou primeiro um creme com: lecitina de soja, açúcar refinado, gordura de palma, soro do leite, sal e ovos). Essa, fase onde se produziu o creme, foi efetuada em média por 3 minutos e na segunda fase fez-se a incorporação das farinhas (farinha extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz, amido de milho, bicarbonato de amônia, baunilha e fermento) ao creme para homogeneização na batedeira doméstica por 5 minutos para a obtenção da massa.

#### 3.10.3.3 Laminação

Após o processo de mistura, é realizada a abertura da massa laminar a (2 cm) sendo então estendida com o auxílio de um rolo em uma superfície de mármore e moldar com forma retangular obtendo-se a modelagem do biscoito. Após essa etapa foi realizada o corte da massa.

#### 3.10.3.4 Forneamento

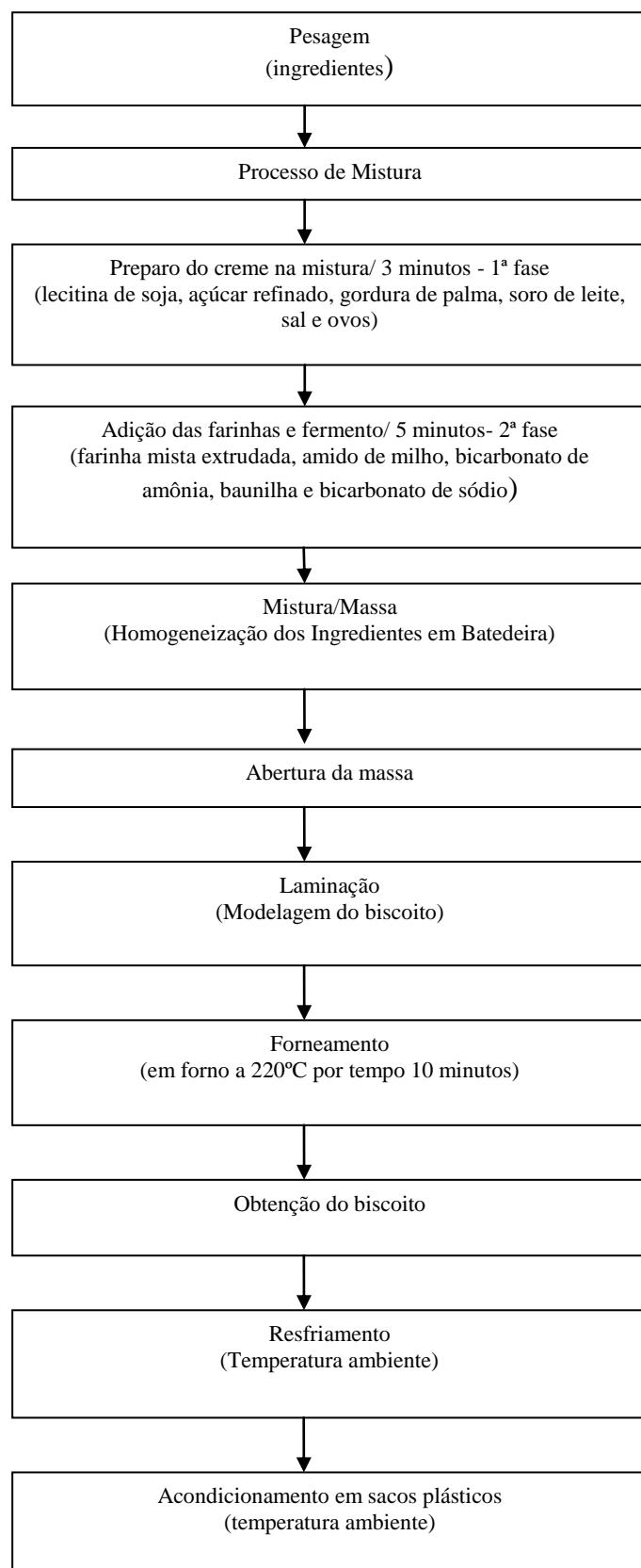
Em seguida, os biscoitos foram assados em fôrma previamente forrada com papel manteiga, levando-a ao Forno Elétrico Industrial da Marca *Suggar* a uma temperatura de 220°C durante 10 minutos.

### **3.10.3.5 Resfriamento**

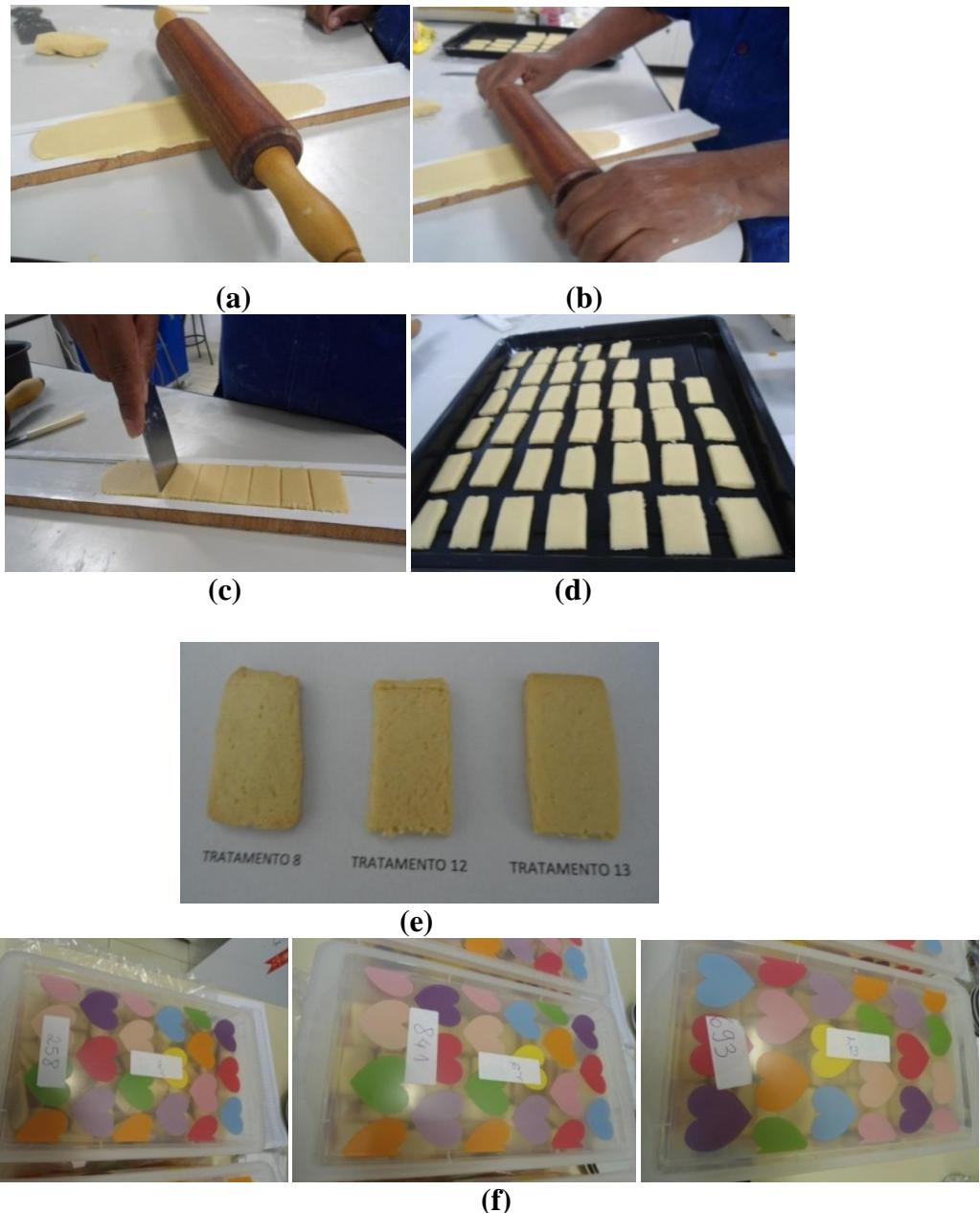
Após o forneamento os biscoitos foram resfriados à temperatura ambiente. Após uma hora de resfriamento, foram realizadas as análises físicas dos biscoitos, com exceção da força de quebra, que foi realizada posteriormente, com biscoitos armazenados em recipientes fechados hermeticamente.

### **3.10.3.6 Acondicionamento**

Após o resfriamento foram acondicionados em embalagens plásticas hermeticamente fechados.



**Figura 21.** Fluxograma de obtenção do biscoito do tipo *cookies*.  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 22.** Ilustração das etapas da elaboração do biscoito: (a) Modelagem da massa com rolo; (b) Laminação do biscoito; (c) Corte da massa; (d) Arrumação do biscoito para o forneamento; (e) Identificação das amostras dos biscoitos por tratamentos; (f) Armazenamento das amostras de biscoitos identificadas por tratamento.

Autora: Valéria F. de Souza.

### **3.11 Avaliação Física dos Produtos Panificáveis**

#### **3.11.1 Rendimento**

Os produtos panificáveis antes e após o forneamento foram pesados, e o rendimento (R) foi determinado através da fórmula abaixo.

$$R = \frac{\text{Peso antes do forneamento (g)}}{\text{Peso após o forneamento (g)}} \quad (6)$$

#### **3.11.2 Diâmetro e espessura**

O diâmetro dos biscoitos após o forneamento foi determinado com régua de escala milimetrada, e a espessura com paquímetro expressa em milímetros, após o forneamento de acordo com os procedimentos descritos no método 10-50D da AACC (1995).

#### **3.11.3 Fator de expansão**

O fator de expansão (FE) foi determinado pela razão entre os valores de diâmetro e espessura dos biscoitos após o forneamento (AACC, 1995).

$$FE = \frac{\text{Diâmetro do produto (mm)}}{\text{Espessura do produto (mm)}} \quad (7)$$

#### **3.11.4 Volume específico**

O volume específico (VE) dos produtos elaborados foi calculado pela relação entre o volume aparente (determinado pelo método de deslocamento da massa ocupada (de sementes de painço), e o peso dos biscoitos após o forneamento (determinando o seu volume em proveta graduada) (EL-DASH, CAMARGO e DIAZ, 1982). A determinação do volume específico foi realizado com 10 repetições. O cálculo será feito como abaixo disposto.

$$VE = \frac{\text{Volume do produto (cm}^3\text{)}}{\text{Peso do produto (g)}} \quad (8)$$

### **3.12 Elaboração do Produto Lácteo (mingau)**

O fluxograma de obtenção do mingau adicionado da bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus* à base de farinha mista de extrudados de casca e albedo de maracujá e arroz conforme descrito na **Figura 23**.

#### **3.12.1 Testes de formulação básica para o preparo de mingau (amostra controle)**

Para a obtenção do mingau com as farinhas mistas de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz, foi necessário à formulação de um produto “controle”, sem a farinha mista

de extrudados à base de cascas e albedo de maracujá e arroz, utilizou-se os ingredientes convencionais de uma formulação conhecida. Este produto “controle” foi o comparativo das substituições dos teores de farinha láctea e leite.

Após ensaios experimentais das formulações, foi viável a obtenção das quantidades dos ingredientes para a elaboração do produto “controle” conforme **Tabela 5**. Foi desenvolvida a formulação para o produto “controle” utilizando somente farinha láctea, como ingrediente principal.

As formulações para os mingaus de farinha mista de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz foram executadas no mês de abril de 2014. Os experimentos foram realizados no laboratório de Alimentação e Nutrição do Departamento de Economia Doméstica e Hotelaria (DEDH), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2014.

**Tabela 5.** Formulação básica (amostra controle) do mingau

| Ingredientes   | Quantidades (ml) | (g) |
|----------------|------------------|-----|
| Farinha láctea | —                | 30  |
| Leite          | 200              | —   |

### 3.12.2 Formulação do mingau

Foram elaboradas das melhores amostras três formulações  $Fm_8$ ,  $Fm_{12}$  e  $Fm_{13}$  do mingau com concentrações diferentes da farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz.

A formulação básica utilizada para cada mingau estão apresentadas na **Tabela 6**, segundo o delineamento experimental.

**Tabela 6.** Formulações desenvolvidas para elaboração de mingaus com diferentes proporções de farinha mista arroz: maracujá

| Tipos de Formulações do Mingau de farinha de extrudados de casca e albedo de maracujá e arroz | 5%<br>( $Fm_8$ )* | 10%<br>( $Fm_{12}$ )* | 18,4%<br>( $Fm_{13}$ )* |
|---|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| Farinha extrudada (casca e albedo de maracujá e arroz (g)                                     | 50                | 50                    | 50                      |
| Bactéria probiótica liofilizada<br><i>Lactobacillus rhamnosus</i><br>(UFC/porção de mingau)   | $ca10^9$          | $ca10^9$              | $ca10^9$                |
| Leite em pó desnatado (g)   | 20                | 20                    | 20                      |
| Água mineral (ml)   | 300               | 300                   | 300                     |
| Açúcar refinado (g)   | 20                | 20                    | 20                      |
| Aromatizante de maracujá (g)  | 10                | 10                    | 10                      |

NOTA: Porcentagens dos ingredientes calculadas em relação a água foi calculada em relação ao peso da farinha extrusada.

\* valores correspondentes a % de farinha da casca e albedo de maracujá; Fm: Formulação do mingau

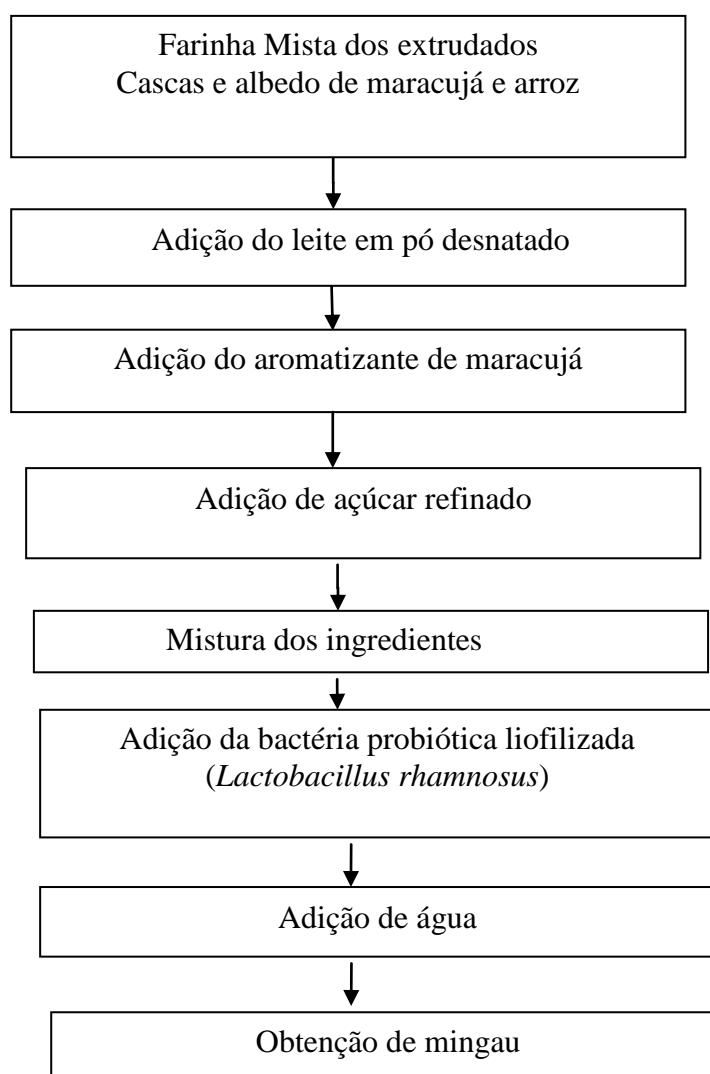
### **3.12.3 Processamento dos Mingaus**

#### **3.12.3.1 Pesagem dos ingredientes**

Pesou-se separadamente cada ingrediente nos recipientes de pesagem. Todos os ingredientes foram pesados em uma balança digital.

#### **3.12.3.2 Processo de mistura**

A mistura de farinha mista dos extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz, leite em pó desnatado, aromatizante, açúcar, em uma proporção de 50, 20, 10 e 20 gramas. A Bactéria probiótica (*Lactobacillus rhamnosus*) é colocada na mistura tanto quanto  $10^{10}$  UFC/sache. Aquecer 300 mL de água, preferivelmente, a uma temperatura de 80°C; e em seguida adicionou-se água potável aquecida na mistura e homogeneizar por um minuto formando uma pasta. A **Figura 23** mostra o procedimento de obtenção do mingau com propriedades funcionais adicionado da bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus* ( $10^9$ /porção de mingau).



**Figura 23.** Fluxograma de obtenção do mingau adicionado da bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus* à base de farinha mista de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz.

Autora: Valéria F. de Souza.

### **3.13. AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS PRODUTOS PANIFICÁVEIS E LÁCTEOS**

#### **3.13.1 Questões éticas**

O Projeto de Pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) sob Protocolo de nº 379/2013 (anexo A). Os julgadores que participaram desta etapa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (anexo B) elaborado de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

#### **3.13.2 População de estudo**

Foi constituída por julgadores da Instituição da Empresa (Embrapa Agroindústria de Alimentos localizado em Guaratiba-RJ) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), incluindo estudantes e funcionários vinculado a ela.

Utilizou-se amostras classificadas como sendo as melhores, dentre as formulações, ( $F_8$ ,  $F_{12}$  e  $F_{13}$ ) composta por 100 voluntários, os julgadores foram convidados a participar da degustação dos produtos, sendo convidados via internet ou pessoalmente sendo que o período de coleta de dados foi de novembro de 2013 para o biscoito e abril de 2014 para o mingau. Segundo Hough, et al. (2006) este tamanho de amostra atende às recomendações da literatura, sendo número suficiente para realização do experimento em âmbito laboratorial.

#### **3.13.3 Critérios de inclusão**

A fim de compor um grupo homogêneo, aumentar a identificação com os produtos, e manter a representatividade do público alvo, foram incluídos como julgadores que:

- Apresentaram idade de 18 a >66 anos;
- Assinaram o TCLE;
- Retornaram no segundo dia de análise.

### **3.13.4 AMOSTRA E COLETA DE DADOS**

#### **3.13.4.1 Amostra**

Antes da avaliação todos os julgadores foram informados sobre a metodologia do teste aplicado, e seguiram para cabines individuais, sob iluminação branca para a realização da análise sensorial.

Em cada teste realizado foi oferecido aos julgadores água mineral à temperatura ambiente à disposição dos julgadores para enxágüe entre as amostras, visando evitar possíveis interferências de gostos residuais.

Aos julgadores foram oferecidos 03 formulações entre os diferentes tipos de biscoitos ( $F_{b8}$ ,  $F_{b12}$  e  $F_{b13}$ ) e mingaus ( $F_{m8}$ ,  $F_{m12}$  e  $F_{m13}$ ) de cascas e entrecascas de maracujá e arroz.

As amostras de biscoitos foram servidas em pires de porcelana branco conforme **Figura 24**. A porção da amostra servida foi de aproximadamente variando entre 5,56 a 9,22g. Para a codificação das amostras para os julgadores foi utilizada uma Tabela de três dígitos conforme (**anexo C**). Os julgadores receberam as amostras de biscoitos em blocos completos casualizados de forma aleatória com um código de três dígitos conforme **Figura 25**.



**Figura 24.** Pires de porcelana utilizados nos testes sensoriais  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 25.** Apresentação das amostras de biscoitos identificadas e codificadas para o julgador.  
Autora: Valéria F. de Souza.

Junto às amostras de biscoitos foi entregue ao julgador uma ficha técnica avaliação da aceitabilidade (**anexo D**) e ficha técnica de estudo sobre o biscoito (**anexo E**).

O primeiro teste sensorial do mingau sem aromatizante das formulações ( $Fm_8$ ,  $Fm_{12}$  e  $Fm_{13}$ ) de mingaus foram servidos de forma aleatória em copos brancos descartáveis de 50 ml, codificados com números de três dígitos na quantidade de 50 g para cada julgador. Devido aos resultados apresentados com um índice de aceitabilidade inferior a 70% do mingau sem aromatizante (**Figura 26**) foi necessário a repetição do teste sensorial com a adição de aromatizante (**Figura 27**). Portanto um produto para ser oferecido para o mercado deve apresentar no mínimo um índice de aceitabilidade de 70% para ser considerado aceito pelos julgadores.

O segundo teste sensorial do mingau com adição de aromatizante (**Figura 27**) das melhores formulações ( $Fm_8$ ,  $Fm_{12}$  e  $Fm_{13}$ ) foram oferecidos em diferentes condições de processo aos julgadores. Além disso, foi entregue ao julgador uma ficha técnica avaliação da aceitabilidade (**anexo F**) e ficha técnica de estudo sobre o mingau (**anexo G**).

Após a seleção da melhor amostra com aromatizante ( $Fm_{13}$ ) foi realizado a análise *in vitro* do mingau probiótico.



**Figura 26.** Apresentação das amostras de mingaus sem aromatizante codificadas para o julgador  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 27.** Apresentação das amostras de mingaus com aromatizante codificadas para o julgador  
Autora: Valéria F. de Souza.

### 3.13.4.2. Coleta de dados

A ficha de avaliação contendo dados sobre a identificação dos tipos de biscoitos e mingaus codificados foi preenchida pelos julgadores. Os julgadores foram divididos segundo sexo (masculino e feminino), faixas etárias (18-25, 26-35, 36-45, 46-55, 56-65 e >66 anos).

Instruções e orientações foram fornecidas verbalmente.

Participaram da avaliação sensorial, 100 julgadores não treinados, de ambos os sexos e faixas etárias. Segundo IFT (1981) cita que os julgadores não necessitam de treinamento, porém, são selecionados para representar uma população alvo.

### 3.13.5 Teste de Aceitabilidade

Os testes do biscoito foi realizado durante os períodos da manhã e tarde por 2 dias consecutivos e os testes do mingau com e sem aromatizante por 2 dias consecutivos.

Foi avaliado pelos julgadores a aceitabilidade em relação à aparência, aroma, sabor e textura, entre os diferentes tipos de biscoitos e mingaus, utilizando a escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos (9-gostei extremamente, 8-gostei muito, 7-gostei moderadamente, 6-gostei ligeiramente, 5-não gostei e nem desgostei, 4-desgostei ligeiramente, 3-desgostei moderadamente, 2- desgostei muito, 1- desgostei extremamente, onde os valores de 1 e 9 correspondiam, respectivamente, a “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” (STONE e SIDEL, 1985). Para o cálculo da porcentagem de aceitação

foi considerada a escala hedônica de 9 pontos. O teste de escala hedônica de aceitação expressa o grau de gostar ou de desgostar de um produto.

Para avaliar a textura entre os diferentes tipos de biscoitos e mingaus utilizou-se a escala de sete pontos variando de 1 “muito duro” a 7 “muito macio”.

### **3.13.6 Intenção de Compra**

Foi avaliado pelos julgadores a intenção de compra entre os diferentes tipos de biscoitos e mingaus, utilizando a escala de sete pontos variando de 1 “definitivamente não compraria” a 7 “definitivamente compraria”.

### **3.13.7 Local dos testes**

Os testes de aceitação e intenção de compra foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos em Guaratiba/RJ para os biscoitos e no Laboratório do DEDH da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica/RJ para os mingaus.

### **3.13.8 Análise Estatística**

Os dados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e teste de *Tukey* para avaliar diferenças entre as médias ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SAS/STAT® software (versão 1.0).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4. Caracterização Físico-Química e funcional das Farinhas Mistas

#### 4.1.1 Composição Centesimal

O maior teor de proteína na farinha mista (arroz e casca e albedo do maracujá) foi de 7,62% . Os resultados da composição centesimal dos tratamentos extrudados encontram-se na **Tabela 7**. Considerando-se que a casca e albedo de maracujá possuem cerca de 5 a 5,5%, implica num importante aporte nutricional que complementa a mistura com arroz, evitando diminuição do natural teor de proteína no arroz que normalmente está cerca de 7,00% a proteína.

**Tabela 7.** Composição centesimal da farinha de extrudados de cascas e albedo de maracujá e arroz e da casca do maracujá.

| Composição (%)           | Farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz |      |       | Casca e albedo de maracujá <sup>1</sup><br>Base seca | Casca e albedo de maracujá <sup>2</sup><br>Base seca |
|--------------------------|--|------|-------|--|--|
|                          | T8   | T12  | T13   |  |  |
| Umidade                  | 6,66   | 7,33 | 8,69  | --   | --   |
| Cinzas                   | 0,82   | 1,16 | 0,66  | 4,61   | 8,08   |
| Nitrogênio               | 1,22   | 1,16 | 0,66  | --   | --   |
| Total                    |  |      |       |  |  |
| Proteína                 | 7,62   | 7,25 | 4,12  | 5,42   | 5,50   |
| Extrato Etéreo           | 0,00   | 0,00 | 0,00  | --   | --   |
| Carboidratos totais*     | 83,68  | 82,1 | 85,87 | --   | --   |
| Fibra alimentar (g/100g) | 1,34   | 1,75 | 2,66  | --   | --   |

\*Por diferença; proporções de casca e albedo:farinha de arroz, respectivamente.5:95 (T8), 10:90 (T12) e 18,4:81,6 (T13)  
Valores de Gondim et al.(2005)<sup>1</sup> Valores de Córdova et al.(2005)<sup>2</sup>

A casca de maracujá desidratada (10,41%), segundo Santana (2005), possui cerca de 89,59% de fibra total, sendo 72% de fibra insolúvel e 17,59% de fibra solúvel. Esses dados revelam uma qualidade excelente para incorporação da farinha de albedo de maracujá em farinhas pré-cozidas por extrusão como fonte de fibra, principalmente por ser o maior percentual insolúvel. As percentagens estudadas estão relacionados à qualidade de extrudabilidade, visto que é um material com alto conteúdo de fibra de difícil passagem através do canhão do sistema de extrusão. Segundo o tratamento térmico realizado há uma perda de proteína na composição da farinha mista estudada. Porém, segundo o tratamento térmico aplicado Matsuura (2005) observou uma significativa perda do valor protéico, de 50%. Isso pode explicar o baixo valor protéico no tratamento T<sub>13</sub>. Em termos gerais pode-se afirmar que as farinhas nos tratamentos T<sub>8</sub> e T<sub>12</sub> com teores de cerca de 7% de proteína, e boa qualidade de minerais como observado na **Tabela 7**, indicativo de que pode ser inserido em dietas ou servir de base na manufatura de alimentos com propriedades nutracêuticas.

Os valores de umidade das farinhas obtidas apresentados na **Tabela 7** estão dentro dos limites estabelecidos pela Legislação. Segundo a Resolução – CNNPA nº12 da ANVISA (BRASIL, 1978) o limite estabelecido é de 10 a 14% para as farinhas de vegetais.

O teor de água, ou seja, a umidade de um alimento é considerada um dos mais importantes e mais avaliados índices em alimentos, sendo de grande importância econômica por refletir o teor de sólidos de um produto e sua perecibilidade. A umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na deterioração microbiológica, nas alterações fisiológicas e na qualidade geral dos alimentos. Por sua vez, a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar os itens como estocagem, vida útil , processamento e embalagem (VICENZI, 2008).

A fração inorgânica (cinzas) representa os minerais totais presentes nos alimentos e a encontrada na farinha de casca e albedo de maracujá e arroz significa uma importante fonte para o complemento alimentar, a qual está ainda aliada a teores de consideráveis percentagens de proteína.

Os resultados obtidos por Gondim (2005) e Córdova (2005) indicam resultados para cascas de maracujá, com teores de cinza 4,61 e 8,08, sendo então, superiores ao valor encontrado neste estudo, que pode ser atribuído a determinados fatores externos como variedades, condições de cultivo, entre outras possibilidades. Com referência aos teores de lipídios nos extrudados, não houve limite de detecção nas amostras.

Quanto ao teor de carboidratos entre as amostras extrusadas observa-se valores bem semelhantes entre as distintas amostras.

Neste sentido, observou-se que o processamento das matérias primas por extrusão, nas condições do presente estudo, não foi observado alteração de forma significativa nos teores de nutrientes.

De acordo com os resultados encontrados, verificou-se que a fibra alimentar de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz, variou entre 1,34 e 2,66 (**Tabela 7**). Valores superiores a este estudo foram observados por Uchôa (2007), analisando os teores presentes de pós alimentícios que preconiza valores de 3,26 para o pó de resíduo de caju e para o pó de resíduo de goiaba 24,29. Os teores de fibra alimentar da farinha da casca do maracujá encontrados por Souza, Ferreira e Vieira (2008) apresentaram concentração em base úmida 66,37 e em base seca 70,67. Lima (2013) obtiveram valores de 5,90 para fibra alimentar solúvel 5,90 e 27,40 para fibra alimentar insolúvel da farinha da entrecasca de melancia valores superiores aos determinados para as fibras estudadas. Nascimento (2014) analisou caracterização e aproveitamento das farinhas dos caroços de abacate (*Persea gratissima gaertner F.*), jaca (*Artocarpus heterophyllus L.*) e seriguela (*Spondias purpúrea L.*) para elaboração de biscoitos tipo *cookies* e verificaram nas farinhas de caroços seriguela 70,98%, jaca 20,46% e abacate 15,12%, resultado superior ao encontrado neste estudo. Dessa forma, pode-se afirmar que houve um aumento na fibra alimentar. Por outro lado, Thebaudin et al. (1997) relatam que produtos agrícolas e subprodutos podem ser usados como ingredientes.

De acordo com a American Dietetic Association (2002), o consumo de fibras alimentares totais deve ser de 20 a 35g por dia ou 10 a 14g de fibras/1000 Kcal.

Os resultados do presente estudo, mostram que o tratamento T<sub>13</sub> recebeu a maior concentração de fibra alimentar de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. A partir destes dados, supõe-se valor próximo em relação à Resolução nº 27 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1998) que estabelece no alimento como fonte de fibra alimentar que têm 3g.100g<sup>-1</sup> no produto acabado para alimentos sólidos.

Estudos realizados por Mattos e Martins (2000) mostraram uma classificação para o teor de fibras em 100 g de alimentos incluem: baixo (inferior a 2,4), moderado (2,4-4,4 g), alto (4,5-6,9g) e muito alto (superior a 7 g). Assim, pelo presente estudo verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou para o tratamento T<sub>8</sub> moderada quantidade de fibra e os demais tratamentos T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> maior quantidade de fibras. Dessa forma, as preparações com farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz apresenta potencial em promover o enriquecimento para uso nos produtos de panificação (biscoitos, bolos e pães) e produtos instantâneos (mingaus).

#### 4.1.2 Composição em Minerais

Os resultados da composição de minerais encontram-se na **Tabela 8**.

**Tabela 8.** Teor de minerais de farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Minerais<br>(mg/kg) | Amostra<br>T8 | Amostra<br>T12 | Amostra<br>T13 |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|
| Sódio               | 217,62        | 451,74         | 88,18          |
| Potássio            | 2447,70       | 4118,10        | 1468,58        |
| Magnésio            | 372,89        | 445,68         | 342,76         |
| Cálcio              | 183,40        | 379,50         | 113,44         |
| Ferro               | 32,61         | 19,87          | 6,77           |
| Fósforo             | 1269,06       | 1300,52        | 1213,63        |

Proporções de casca e albedo:farinha de arroz, respectivamente 5:95 (T8), 10:90 (T12) e 18,4:81,6 (T13)

O teor de potássio verificado nas amostras T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> foi significativamente maior quando comparado aos demais minerais. O potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são importantes moduladores na resposta pressórica ao sódio. O K é o principal cátion intracelular, e sua ingestão adequada (4,7 g/dia) contribui para a manutenção dos níveis normais da pressão arterial (PA), reduzindo os efeitos adversos do consumo de sal, diminui o risco de litíase renal e, provavelmente, da perda de massa óssea (JARDIM , MONEGO, REIS, 2004).

Os resultados obtidos mostraram que os minerais com maior teor em todas as amostras foram o potássio e o fósforo. O teor de fósforo nas amostras apresentaram valores semelhantes. Estudos realizados por Mahan e Arlin (1994) mostraram que o fósforo, além da sua participação estrutural nos ossos e dentes, participa no ciclo energético da fosforilação da glicose.

A amostra T<sub>8</sub> apresentou maior teor de ferro (32,61mg/kg) quando comparada às demais amostras. Nota-se, portanto que, o teor de ferro com o tipo de amostra (T<sub>8</sub>) possa ter alguma relação direta com a temperatura. Estudos realizados por Cordova et al. (2005), mostraram que os minerais atuam na prevenção da anemia (ferro). O ferro tem importância no transporte do oxigênio e do dióxido de carbono e está envolvido na maior parte ativa das enzimas que participam nos processos da respiração celular (MAHAN e ARLIN, 1994). Por outro lado, a amostra T<sub>12</sub> apresentou maiores teores de cálcio (379,50mg/kg) e magnésio (445,68mg/kg) comparando-se às amostras T<sub>8</sub> e T<sub>13</sub>. Porém também apresentaram altos teores de sódio do que as amostras T<sub>8</sub> e T<sub>13</sub>. Franco (1999), verificou que a casca do maracujá contém maior teor de sódio que frutas consideradas ricas desse mineral como o abacaxi (1 mg/100g), a banana (1 mg/100g) e o melão (2 mg/100g). O sódio e o potássio estão envolvidos na manutenção do balanço hídrico, equilíbrio osmótico, equilíbrio ácido-básico e irritabilidade muscular normal. Esses minerais regulam o volume sanguíneo, fazem à manutenção do potencial de membranas e o transporte da glicose e de alguns aminoácidos. O cálcio, além de apresentar a função de constituir e manter os ossos e dentes, ele possui uma série de outras funções metabólicas influindo no transporte das membranas celulares, possivelmente atuando como um estabilizador desta membrana.

O teor de cálcio na amostra T<sub>12</sub> a temperatura aplicada exerceu uma influência positiva. Possivelmente o aumento da temperatura reduziu o teor de água livre da matéria prima, concentrando um pouco mais este mineral. Nota-se, portanto que, a proporção de casca e albedo de maracujá e arroz foi de 10,90%.

#### 4.1.3 Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA)

A **Tabela 9**, apresenta os valores experimentais do ISA e IAA das farinhas pré-gelatinizadas de cascas e albedo de maracujá e arroz.

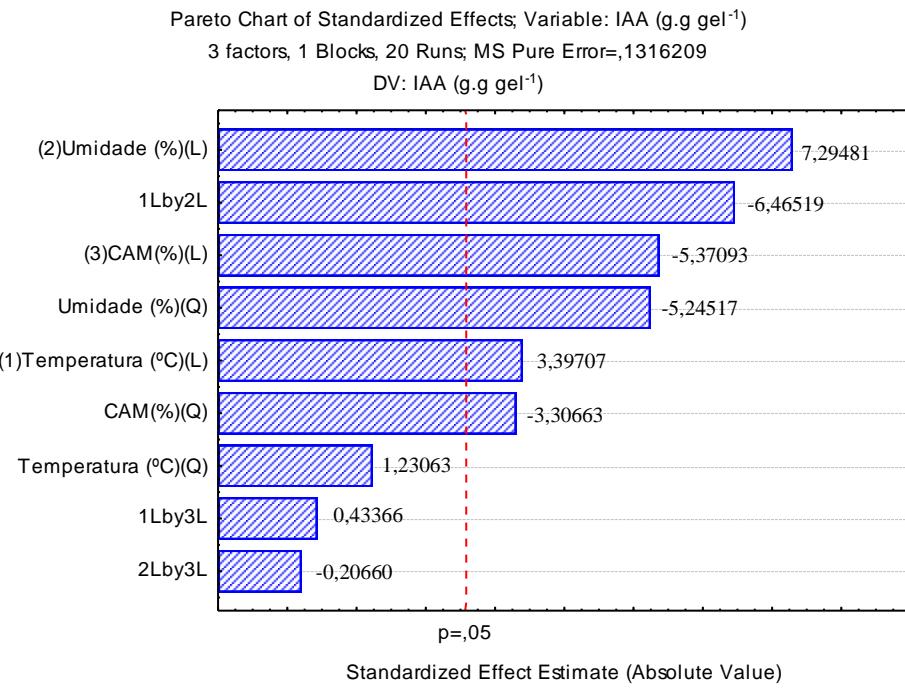
**Tabela 9.** Características tecnológicas dos extrudados e das farinhas pré-gelatinizadas de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão.

| Processo |       |       |      |       | Farinhas Pré-gelatinizadas |       |        |         |
|----------|-------|-------|------|-------|----------------------------|-------|--------|---------|
| E        | X     | Y     | F    | VI    | VM                         | VF    | IAA    | ISA     |
| 1        | 180   | 20    | 15   | 1439  | 1156                       | 706   | 8,7985 | 7,1121  |
| 2        | 120   | 20    | 15   | 904   | 1001                       | 858   | 9,3765 | 6,9108  |
| 3        | 180   | 16    | 15   | 7749  | 5477                       | 4683  | 9,4185 | 10,0843 |
| 4        | 120   | 16    | 15   | 1386  | 1363                       | 663   | 5,7802 | 6,5178  |
| 5        | 180   | 20    | 5    | 837   | 783                        | 630   | 9,9818 | 6,6198  |
| 6        | 120   | 20    | 5    | 2044  | 1751                       | 880   | 9,8831 | 8,2868  |
| 7        | 180   | 16    | 5    | 1484  | 1446                       | 916   | 9,5966 | 10,7185 |
| 8        | 120   | 16    | 5    | 505,5 | 875                        | 904,5 | 7,0800 | 10,7507 |
| 9        | 200,4 | 18    | 10   | 1253  | 1424                       | 561   | 9,1131 | 8,1688  |
| 10       | 99,6  | 18    | 10   | 657   | 860                        | 789   | 9,7797 | 9,1830  |
| 11       | 150   | 21,36 | 10   | 860   | 912                        | 652   | 8,7709 | 5,7193  |
| 12       | 150   | 14,64 | 10   | 1465  | 1572                       | 700   | 6,6210 | 10,2191 |
| 13       | 150   | 18    | 18,4 | 6144  | 5598                       | 3726  | 7,0209 | 7,9867  |
| 14       | 150   | 18    | 1,6  | 1339  | 1362                       | 858   | 9,4190 | 11,0239 |
| 15       | 150   | 18    | 10   | 1412  | 1322                       | 769   | 9,3931 | 9,1993  |
| 16       | 150   | 18    | 10   | 1222  | 1320                       | 702   | 8,7700 | 8,1324  |
| 17       | 150   | 18    | 10   | 1120  | 1271                       | 730   | 9,5936 | 9,5043  |
| 18       | 150   | 18    | 10   | 1371  | 1381                       | 679   | 9,6431 | 9,8626  |
| 19       | 150   | 18    | 10   | 1375  | 1378                       | 675   | 9,5287 | 6,8428  |
| 20       | 150   | 18    | 10   | 1038  | 1109                       | 994   | 8,9628 | 7,5101  |

Onde: E= experimento, x= temperatura (°C), y= umidade das amostras (%), F= formulação, VI= viscosidade inicial (UA), VM= viscosidade máxima (UA), VF= viscosidade final (UA), IAA= valor médio do índice de absorção de água, ISA= valor médio do índice de solubilidade em água.

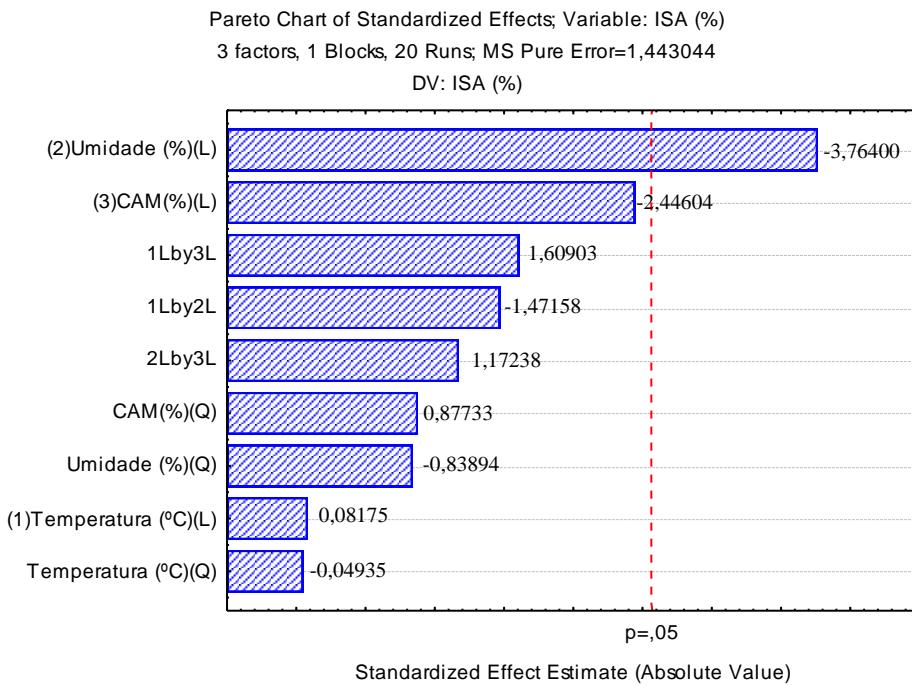
Pela análise da **Tabela 9**, observa-se que, quanto maior a temperatura resultam em valores de absorção de água mais elevados. Altos teores de umidade favorece maior valor de índice de absorção de água.

A **Figura 28** do gráfico de pareto do IAA verifica-se que a variável linear da umidade ( $p<0,05$ ) apresenta maior efeito positivo, seguida pela variável temperatura. Observa-se que não houve contribuição linear da casca e albedo de maracujá. A variável quadrática da temperatura ( $p<0,05$ ) verifica-se efeito positivo e para as variáveis umidade e casca e albedo de maracujá apresenta efeitos negativos.



**Figura 28.** Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no IAA.

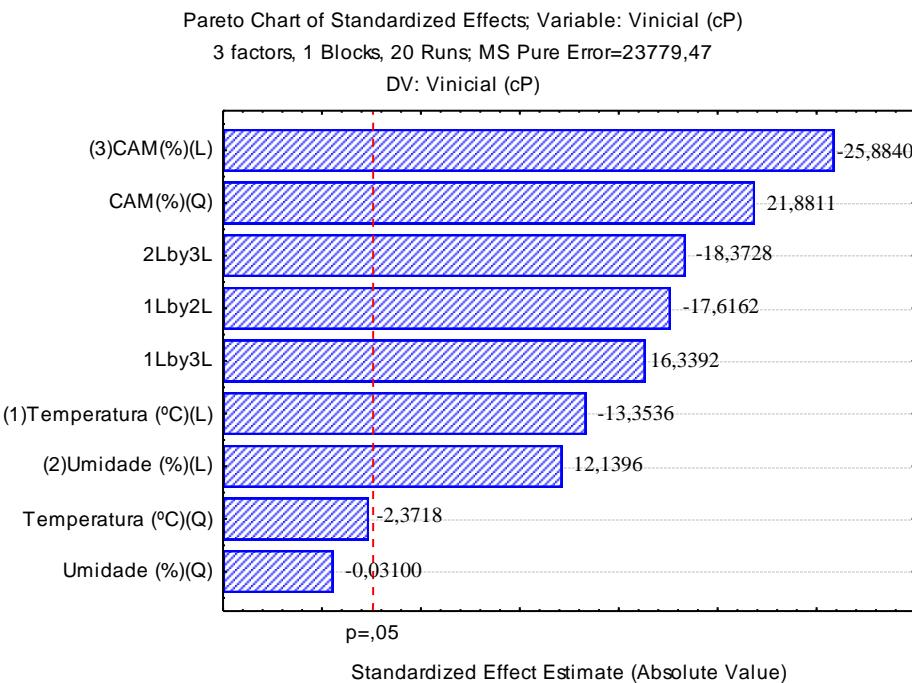
A **Figura 29** do gráfico de pareto do ISA mostra que a variável linear temperatura ( $p<0,05$ ) apresenta efeito positivo. Verifica-se que não houve contribuição linear para as variáveis umidade e casca e albedo de maracujá apresentaram efeitos negativos. A variável quadrática da casca e albedo de maracujá ( $p<0,05$ ) apresenta efeito positivo. Com relação às variáveis quadráticas não houve influência da umidade e temperatura indicando efeitos negativos.



**Figura 29.** Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no ISA.

#### 4.1.4 Propriedades Viscoamilográficas

Na **Figura 30**, podem-se observar os efeitos da variável linear e quadrática das farinhas pré-gelatinizadas de cascas e albedo de maracujá e arroz no RVA.



**Figura 30.** Efeitos lineares e quadráticos no RVA.

Os valores dos efeitos da **Figura 30**, no qual se observa que apenas a variável linear de umidade ( $p<0,05$ ) apresenta efeito positivo, e não houve contribuição das variáveis linear de casca e albedo de maracujá e temperatura apresentaram efeitos negativos.

O efeito da variável quadrática de casca e albedo de maracujá na **Figura 30**, mostra uma tendência positiva e efeitos negativos para as variáveis quadrática de umidade e temperatura.

#### 4.1.5 Atividade de água

Nas **Tabelas 10, 11, 12 e 13** estão apresentadas os valores médios, desvio-padrão das análises de Aw da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz, farinha de biscoito, farinha do mingau e farinha industrializada.

**Tabela 10.** Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz* |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Análise   | T <sub>8</sub>           | T <sub>12</sub>          | T <sub>13</sub>          |
| Aw  | 0,276±0,015 <sup>b</sup> | 0,227±0,005 <sup>b</sup> | 0,259±0,034 <sup>a</sup> |
| T <sup>a</sup>                                  | 24,7±0,360 <sup>a</sup>  | 24,6±0,1 <sup>a</sup>    | 24,7±0,251 <sup>a</sup>  |

\*Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5%.

\*\*T: tratamento

Os resultados das análises de atividade de água (Aw) foram mais baixos para as amostras de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 10**) do que para as amostras da farinha industrializada (**Tabela 13**). Isso ocorre devido ao processo de extrusão principalmente pela aplicação de altas temperaturas na (extrusão), secagem na (pós-extrusão) e acondicionadas em embalagens de sacos metalizados no armazenamento. Com relação aos valores de Aw, não houve muita diferença entre as amostras de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Por outro lado, Ferreira Neto, Figueiredo, Queiroz (2005) relataram que um alimento não tem mais água disponível para o crescimento microbiano quando o teor de água existente for menor que 0,3.

Cazarin et al. (2014) verificaram a capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) e observaram que Aw foi de 0,43. De acordo com Lima et al. (2013) os valores de Aw de farinhas de resíduo de caju, obtida por secagem de 60°C variaram de 0,45 a 0,49. Assim, pelo presente estudo verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados inferiores aos citados por CAZARIN et al. (2014) e LIMA et al. (2013).

Embora algumas pesquisas sobre resíduos vegetais mostraram a Aw citados por Silva et al. (2013c) relataram a avaliação das características físicas e físico-químicas da pupunha e identificaram para Aw (0,973). De acordo com Lima et al. (2013) estudaram a caracterização e armazenamento de farinhas obtidas a partir do resíduo de caju (*Anacardium occidentale L.*) e identificaram a Aw do resíduo de cajú *in natura* foi de 0,978. Segundo Chaves et al. (2013) citaram na elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate verificaram a Aw da polpa de abacate *in natura* da variedade margarida foi de 0,998. Observando-se os valores citados por Silva et al. (2013c), Lima et al. (2013) e Chaves et al. (2013) verifica-se que a (Aw > 0,85), contribui para a deterioração por microorganismos. A farinha de biscoito (**Tabela 11**) apresentou valores de atividade de água (Aw) entre 0,37 a 0,45, respectivamente. Por outro lado, Sarantópolos, Oliveira e Canaves (2001) verificaram que a Aw é considerada limitante para a multiplicação microbiana quando apresentar valor inferior a 0,60.

**Tabela 11.** Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de biscoito de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Farinha de biscoito de cascas e albedo de maracujá e arroz* |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Análise   | **Fb <sub>8</sub>        | **Fb <sub>12</sub>       | **Fb <sub>13</sub>       |
| Aw  | 0,450±0,009 <sup>b</sup> | 0,379±0,005 <sup>b</sup> | 0,413±0,011 <sup>a</sup> |
| T <sup>a</sup>  | 25,2±0,057 <sup>a</sup>  | 25,2±0,057 <sup>a</sup>  | 25,2±0,057 <sup>a</sup>  |

\*Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem, estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5%.

\*\*Fb: Formulação do biscoito.

Já os valores de atividade de água (Aw) foram mais baixos nas análises de farinha do mingau (**Tabela 12**) comparados com a farinha de biscoito e fibra industrializada. Porém, os valores de Aw da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz e farinha do mingau mostraram-se valores aproximados.

**Tabela 12.** Médias e desvios padrão da atividade de água da farinha de mingau de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Farinha de mingau de cascas e albedo de maracujá e arroz* |                          |                          |                           |
|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Análise   | **Fm <sub>8</sub>        | **Fm <sub>12</sub>       | **Fm <sub>13</sub>        |
| Aw  | 0,256±0,005 <sup>b</sup> | 0,313±0,024 <sup>b</sup> | 0,290±0,0005 <sup>b</sup> |
| T <sup>a</sup>  | 25,3±0,057 <sup>a</sup>  | 25,2±0,152 <sup>a</sup>  | 25,4±0,057 <sup>a</sup>   |

\*Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem, estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5%.

\*\*Fm: Formulação do mingau.

**Tabela 13.** Médias e desvios padrão da atividade de água de fibras industrializadas.

| Farinha de fibras industrializadas* |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Análise                             | **FI <sub>8</sub>        | **FI <sub>12</sub>       | **FI <sub>13</sub>       |
| Aw                                  | 0,618±0,005 <sup>b</sup> | 0,553±0,003 <sup>a</sup> | 0,540±0,004 <sup>a</sup> |
| T <sup>a</sup>                      | 25,5±0,1 <sup>a</sup>    | 25,3±0,057 <sup>a</sup>  | 25,5±0,057 <sup>a</sup>  |

\*Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5%.

\*\*FI: Farinha industrializada.

Na farinha industrializada foram encontrados os maiores valores de atividade de água (Aw), na (**Tabela 13**), respectivamente, comparados ao presente estudo. Isso significa que a secagem e o acondicionamento da farinha não foi suficiente neste trabalho.

## 4.2 Caracterização Física das Matérias Primas, Cor e Extrudados

### 4.2.1 Classificação Granulométrica de Misturas (não extrudada)

**Tabela 14.** Distribuição granulométrica da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Mesh<br>(Tyler) | Abertura da Peneira<br>(μm) | Fração retida (%) |                 |                 |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                 |                             | T <sub>8</sub>    | T <sub>12</sub> | T <sub>13</sub> |
| 60              | 300                         | 88,60             | 85,31           | 78,93           |
| 70              | 212                         | 2,90              | 3,50            | 4,34            |
| 100             | 149                         | 2,70              | 3,30            | 4,48            |
| 120             | 125                         | 1,15              | 1,44            | 2,03            |
| 140             | 106                         | 1,09              | 1,59            | 2,54            |
| 170             | 75                          | 2,25              | 3,14            | 4,61            |
| 200             | 62                          | 0,46              | 0,57            | 0,91            |
| Fundo           | Fundo                       | 0,81              | 1,12            | 2,13            |

A característica granulométrica da matéria prima constitui aspecto importante na elaboração de farinhas, pois a distribuição adequada de partículas permite maior uniformidade no produto elaborado. Durante a mistura da farinha e da água, partículas grossas conforme a abertura da peneira 300μm (60 mesh) exige tempo de mistura mais prolongado para a homogeneização. Mohamed (1990) constatou que a irregularidade no tamanho de partículas influencia, negativamente características físicas como dureza e expansão de produtos extrusados.

Todas as amostras da mistura da farinha de casca e albedo e maracujá foram submetidas a moagem em moinho de disco e perten e o arroz utilizou-se somente o moinho de disco para posterior análise granulométrica na **Figura 31**.

Os resultados da granulometria efetuada na mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz demonstram que 88,60% (referente ao tratamento T<sub>8</sub>), 85,31% (referente ao tratamento T<sub>12</sub>) e 78,93% (referente ao tratamento T<sub>13</sub>) apresentaram a maior parte destas partículas na peneira de partículas de 0,300μm conforme a **Tabela 14**. Nota-se que, com relação a maior

retenção nas partículas maiores das peneiras explica-se pelo fato dos grânulos de amido ser maior e isso pode implicar em menor cozimento sendo menos solúveis.



**Figura 31.** Analisador de Partículas (1) 60 *mesh*, (2) 70 *mesh*, (3) 100 *mesh*, (4) 120 *mesh*, (5) 140 *mesh*, (6) 170 *mesh*, (7) 200 *mesh*, (8) fundo.

Autora: Valéria F. de Souza.

De acordo com os resultados obtidos, a mistura diferenciou-se da farinha apresentando uma granulometria maior e grande quantidade de arroz cru e pelo fato de não ter sido extrusado. O comportamento da mistura modifica-se quando ocorrer a extrusão.

#### 4.2.2 Classificação Granulométrica de Farinhas

**Tabela 15.** Distribuição granulométrica da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Mesh<br>(Tyler) | Abertura da Peneira<br>(μm) | Fração retida (%) |                 |                 |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                 |                             | T <sub>8</sub>    | T <sub>12</sub> | T <sub>13</sub> |
| 60              | 300                         | 10,34             | 5,91            | 14,55           |
| 70              | 212                         | 20,76             | 16,30           | 25,17           |
| 100             | 149                         | 20,30             | 22,37           | 19,47           |
| 120             | 125                         | 12,12             | 12,62           | 11,59           |
| 140             | 106                         | 8,14              | 9,22            | 6,19            |
| 170             | 75                          | 14,64             | 15,25           | 10,32           |
| 200             | 62                          | 3,22              | 3,42            | 2,02            |
| Fundo           | Fundo                       | 10,48             | 14,89           | 10,63           |

Todas as amostras extrudadas e expandidas foram submetidas a duas moagens (disco e perten) para posterior análise granulométrica. Por outro lado, Linden e Lorient (1994) citaram que o processo de moagem inadequado contribui para maior número de partículas heterogêneas na farinha, comprometendo a qualidade final dos produtos elaborados.

A determinação da distribuição granulométrica da farinha está apresentado na **Tabela 15**. Pode observar que a amostra apresenta uma distribuição bimodal onde aproximadamente 41,06% (referente ao T<sub>8</sub>), 38,67% (referente ao T<sub>12</sub>) e 44,64% (referente T<sub>13</sub>) do total estão compreendidos entre as abertura de 149 a 212 µm e 10,48% (referente ao T<sub>8</sub>), 14,89% (referente ao T<sub>12</sub>) e 10,63% do total apresenta partículas inferiores a 62 µm (finos).

A distribuição granulométrica tem significativa influência na textura e palatabilidade do produto final. As células e estruturas dos *snacks* produzidos por extrusão serão maiores ou menores segundo a distribuição percentual do tamanho das partículas da matéria prima utilizada (ASCHERI e CARVALHO, 2011).

O tamanho da partícula tem sido apontado como um fator importante na expansão, principalmente quando se utiliza extrusores com rosca única (ASCHERI e CARVALHO, 2011) apresentada neste estudo. De acordo com estes autores relataram que o tamanho da partícula das matérias primas pode afetar notavelmente a textura e a uniformidade do produto final. É desejável que as partículas tenham tamanho e densidade uniforme, para prevenir a segregação durante a mistura e o transporte antes do processo de extrusão.

A importância da uniformidade das partículas também está relacionada com a uniformidade no condicionamento das mesmas, isto baseado no princípio da difusidade da água, em que as partículas de menor tamanho serão as que mais rapidamente absorverão água (ASCHERI e CARVALHO, 2011).

Silva et al. (2009) analisaram o tamanho de partículas em biscoitos e bolos, elaborados a partir de farinha extrudada de quirera de arroz com pó de café, obtidos por extrusão termoplástica e verificaram maiores porcentagens de partículas da farinha mista foram retidas na peneira com abertura de 180 µm (80 mesh), sendo cerca de 40% (referente ao T<sub>7</sub> para biscoitos) e 52,6% (referente ao T<sub>13</sub> para biscoitos), respectivamente. Assim, pelo presente estudo verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz alcançaram resultados bastante homogêneos comparados por SILVA et al.(2009).

De acordo Silva (2007) avaliou a distribuição do tamanho de partículas em massas alimentícias à base de farinha mista extrudada de arroz integral e milho, por extrusão termoplástica e observou no T<sub>5</sub> com 34,7% maior retenção na abertura com peneira de 250 µm. Por outro lado, baixos valores de retenção de partícula foram encontrados neste estudo comparados com SILVA (2007). De acordo com os resultados obtidos, a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou alto índice de absorção de água e solubilidade em água, entretanto, maior retenção da partícula distribuída nas peneiras com aberturas de 149 a 212 µm (70 a 100 mesh). Assim, pelo presente estudo verificou-se que, durante a mistura da farinha e da água, partículas mais finas tendem a absorver água mais rapidamente que as grossas, o que exige tempo de mistura menos prolongado para a homogeneização. Por outro lado, quanto maior a uniformidade no tamanho de partículas de farinhas, maior facilidade de homogeneização, hidratação e cocção do produto.

Portanto, a uniformidade no tamanho das partículas dos ingredientes permitiu um cozimento adequado e uniforme durante o processo de extrusão, prevenindo dureza ou cozimento parcial no produto final. Se o tamanho das partículas da matéria prima variar de forma significativa, o produto final poderá conter partículas indesejáveis com diferentes graus de cocção, o qual diminui a qualidade tanto na aparência como na palatabilidade (ASCHERI e CARVALHO, 2011).

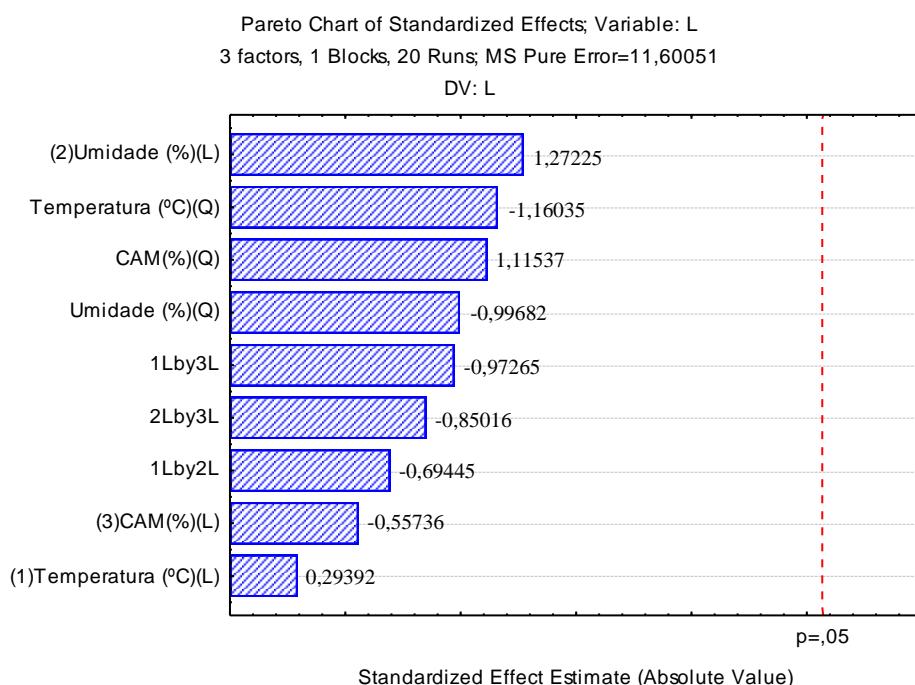
Por outro lado Desrumaux, Bouvier, Burri (1998) afirmaram que o incremento no tamanho da partícula gera extrusados leves e de estrutura das células maiores. Além disso, maior efeito de cozimento ou transformação do amido ocorreu nas partículas menores conforme **Tabela 15**. Partículas menores são hidratadas mais facilmente do que partículas maiores. Além disso, o processo de cocção das partículas menores é mais rápido do que das partículas maiores. O tamanho das partículas da farinha exerce influência sobre características sensoriais como aparência, sabor, textura e no tempo de cozimento.

Os resultados obtidos após o processo de extrusão demonstraram maior facilidade na quebra do amido reduzindo o tamanho das moléculas, homogeneizando o material pela aplicação do calor, baixas percentagens de umidade (maior pressão no interior da extrusora) e cisalhamento. Por outro lado, o tipo de amido utilizado (arroz) também contribuiu com o cisalhamento no processo de extrusão facilitando o aumento na transformação da estrutura amilácea. O que torna a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz interessante, podendo ser usada para elaboração de produtos desenvolvidos por extrusão, como biscoitos e mingaus do presente estudo.

#### 4.2.3 Cor

Pelas considerações feitas através do diagrama de pareto, os valores dos efeitos de cor estão representados na **Figura 32**, no qual se observa o efeito linear das variáveis umidade e temperatura ( $p<0,05$ ) apresentam efeito positivo, verifica-se que não houve contribuição quadrática da casca e albedo de maracujá.

A variável quadrática de casca e albedo de maracujá ( $p<0,05$ ) apresenta efeito positivo e apresentam efeito negativo para umidade e temperatura.



**Figura 32.** Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos na cor.

Na **Tabela 16** estão dispostos os resultados obtidos na caracterização física de cor da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.

**Tabela 16.** Parâmetros de cor da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Formulação      | L*         | *a        | b*         | ΔE         |
|-----------------|------------|-----------|------------|------------|
| F <sub>8</sub>  | 79,60±1,13 | 0,25±0,14 | 14,02±0,70 | 17,26±0,54 |
| F <sub>12</sub> | 82,24±0,73 | 1,28±0,21 | 18,16±0,70 | 18,55±0,10 |
| F <sub>13</sub> | 83,66±0,25 | 1,29±0,37 | 18,67±0,65 | 17,98±0,10 |
| Luminosidade L* |            |           |            |            |

Os resultados apresentados para L\* encontram-se na **Tabela 16**.

O valor da luminosidade L\* da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz variou de 79,60 a 83,66 (**Tabela 16**), respectivamente, o que indica que o acondicionamento das amostras sob refrigeração promoveu uma diminuição da luminosidade das misturas, e portanto apresenta cor mais escura porque não ocorreu a fusão dos ingredientes por extrusão termoplástica. Em comparação com a **Tabela 17** os valores apresentados de luminosidade foi inferior a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Deve ser levado em consideração que a temperatura de refrigeração a 4°C na etapa da pré-extrusão poderiam contribuir para a redução da luminosidade.

O valor médio da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz foi de 81,83, entretanto, os valores obtidos são inferiores quando comparada a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**).

### CROMATICIDADE *a*

A cromaticidade *a* conforme mostra a **Tabela 16**, os resultados variaram de 0,14 a 1,29. Por outro lado, em comparação com a **Tabela 17** os valores de cromaticidade *a* foram relativamente mais baixos do que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

### CROMATICIDADE *b*

Os valores de *b*\* nos tratamentos para as misturas variaram entre as formulações F<sub>8</sub> (14,02), F<sub>12</sub> (18,16) e F<sub>13</sub> (18,67) respectivamente. Desta forma, pode-se observar (**Tabela 16**), uma tendência para a cor mais amarela nas formulações F<sub>8</sub>, F<sub>12</sub> e F<sub>13</sub> nas misturas de cascas e albedo de maracujá e arroz. Verifica-se que a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados superiores de cromaticidade *b* em comparação a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz nas formulações F<sub>12</sub> e F<sub>13</sub> (**Tabela 17**).

### DIFERENÇA ΔE

A diferença de cor variou entre 17,26 a 18,55 (**Tabela 16**).

Os resultados obtidos da diferença de cor das misturas (**Tabela 16**) das formulações F<sub>12</sub> e F<sub>13</sub> observa-se que os resultados foram superiores comparado a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**).

A **Tabela 17** mostra os resultados obtidos na caracterização física de cor da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz.

**Tabela 17.** Parâmetros de cor da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz

| Ensaios | % Fibra <sub>1</sub> | % Umidade <sub>2</sub> | T <sup>ao</sup> C <sub>3</sub> | L*    | a*   | b*    | ΔE*     |
|---------|----------------------|------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|---------|
| 1       | 15                   | 20                     | 180°C                          | 77,44 | 2,58 | 17,83 | 21,3922 |
| 2       | 15                   | 20                     | 120°C                          | 82,99 | 2,2  | 18,06 | 18,7301 |
| 3       | 15                   | 16                     | 180°C                          | 85,05 | 0,19 | 12,42 | 12,4421 |
| 4       | 15                   | 16                     | 120°C                          | 83,2  | 1,83 | 18,25 | 18,7346 |
| 5       | 5                    | 20                     | 180°C                          | 83,86 | 0,75 | 12,76 | 13,3884 |
| 6       | 5                    | 20                     | 120°C                          | 81,42 | 2,16 | 17,98 | 19,3106 |
| 7       | 5                    | 16                     | 180°C                          | 84,82 | 0,27 | 12,13 | 12,3012 |
| 8       | 5                    | 16                     | 120°C                          | 81,59 | 1,97 | 17,73 | 18,9745 |
| 9       | 10                   | 18                     | 200,4°C                        | 82,08 | 1,6  | 18,9  | 19,7081 |
| 10      | 10                   | 18                     | 99,6°C                         | 82,49 | 1,4  | 16,99 | 17,8074 |
| 11      | 10                   | 21,36                  | 150°C                          | 80,6  | 2,2  | 19,63 | 21,1148 |
| 12      | 10                   | 14,64                  | 150°C                          | 84,8  | 0,79 | 16,24 | 16,1176 |
| 13      | 18,4                 | 18                     | 150°C                          | 89,56 | 0,07 | 7,08  | 6,22155 |
| 14      | 1,6                  | 18                     | 150°C                          | 86,56 | 0,13 | 9,61  | 9,33185 |
| 15      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 84,34 | 0,88 | 15,91 | 15,9947 |
| 16      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 83,87 | 1,22 | 16,03 | 16,3513 |
| 17      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 83,98 | 1,09 | 17,06 | 17,2138 |
| 18      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 81,43 | 1,64 | 18,36 | 19,5211 |
| 19      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 80,83 | 1,4  | 16,21 | 17,9364 |
| 20      | 10                   | 18                     | 150°C                          | 90,43 | 1,01 | 15,68 | 14,689  |

1 Fibra de farinha de cascas e albedo de maracujá; 2 Umidade de processamento; 3 Temperatura da última zona do extrusor; L\*: luminosidade; a\*: cromaticidade a, b\*: cromaticidade b, n=20.

Letras diferentes numa mesma coluna representam diferença estatística (p<0,05).

## LUMINOSIDADE L\*

Os resultados apresentados para L\* encontram-se na **Tabela 17**.

A coordenada L\* representa a claridade ou escurecimento do produto, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco), portanto ocorreu clareamento gradativo das farinhas mistas.

A luminosidade da farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz diferiu significativamente (p<0,05) entre si para as diferentes formulações.

O aumento das porcentagens de fibra nas formulações (F<sub>8</sub>, F<sub>12</sub> e F<sub>13</sub>) das farinhas mistas aumentou (p<0,05) os valores de L\*.

O valor da luminosidade L\* da farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz variou de 77,44 a 90,43 (**Tabela 17**), respectivamente, o que indica que a extrusão promoveu um aumento da luminosidade das farinhas, e portanto apresenta cor menos escura. O valor médio da farinha mista foi de 83,56, entretanto, os valores obtidos são inferiores aos citados por Silva et al. (2013b) para farinha de tapioca (89,45) os valores obtidos são superiores aos citado por Souza et al. (2013) para farinha de arroz (79,3) e a farinha de casca de mandioca (57,5).

A luminosidade da farinha mista elaborada com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz das formulações F<sub>8</sub>, F<sub>12</sub> e F<sub>13</sub> foi maior quando comparada as farinhas dos *cookies* e fibra industrializada, das **Tabelas 18 e 19** atribuído ao fato desta farinha originar uma farinha clara, desejável para a elaboração de produtos panificáveis (biscoitos, pães, bolos) e instantâneos (mingaus), as quais pelo emprego da extrusão termoplástica as amostras de farinha não escurecem rápido.

Por outro lado Silva, Abe e Santos (2013a) em estudo com processamento da farinha da casca do mangostão (*Garcinia mangostana L.*) com vistas aos aspectos nutricionais e de

antocianina verificaram que a luminosidade L\* para a farinha de mangostão foi de 17,40. Justifica-se portanto, quando a luminosidade apresenta menores valores, significa que as amostras com o decorrer do tempo escurece.

## CROMATICIDADE *a*

A cromaticidade *a*\* conforme mostra a **Tabela 17**, os resultados variaram de 0,07 a 2,58. As melhores formulações selecionadas apresentaram cromaticidade *a* de 1,97 ( $F_8$ ), 0,79 ( $F_{12}$ ) e 0,07 ( $F_{13}$ ). Os maiores valores de cromaticidade *a*\* foram obtidos nas condições de umidade (20 e 21,36%) nas formulações ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_6$  e  $F_{11}$ ).

Entretanto, Silva et al. (2013b) avaliando as propriedades de cor de farinha de tapioca de procedência Santarém ( $0,04 \pm 0,02$ ) encontrou valores inferiores ao observado no presente estudo para cromaticidade *a*. Souza et al. (2013), em estudo com bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca utilizando a farinha de casca de mandioca, obtiveram valores superiores de cromaticidade *a*, foi de 7,5.

A **Tabela 17** mostra a variável de cromaticidade *a*\* observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), entre si para as diferentes formulações.

Os valores para a cromaticidade *a*\* diferiram ( $p < 0,05$ ) entre as formulações, demonstrando que as formulações  $F_8$ ,  $F_{12}$  e  $F_{13}$  contendo (5%, 10% e 18,4%) o grau de substituição de farinha de cascas e albedo de maracujá, mais a cor das farinhas justifica-se que não houve variação para o vermelho conforme mostra a **Tabela 17**. Portanto, justifica-se que o processo de extrusão termoplástica empregado para a farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz reduziu a intensidade da cor vermelha. Por outro lado, Silva, Abe e Santos (2013a) verificaram a cromaticidade *a*\* foi de 15,53 para a farinha de mangostão o que justifica uma variação para vermelho.

## CROMATICIDADE *b*

A adição das porcentagens de farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá e arroz também alterou ( $p < 0,05$ ) os valores da cromaticidade *b*\*. Os valores de *b*\* nos tratamentos para as farinhas mistas variaram entre as formulações  $F_8$  (17,73),  $F_{12}$  (16,24) e  $F_{13}$  (7,08) respectivamente. Desta forma, pode-se observar por meio da **Tabela 17**, uma tendência para a cor amarela nas formulações  $F_8$  e  $F_{12}$  nas farinhas mistas com incremento nos valores de *b*\* na medida que se diminuiu os níveis de farinha de casca e albedo de maracujá na formulação. A formulação  $F_{13}$  apresentou um valor de cromaticidade *b*\* menor na **Tabela 17**, uma tendência para a cor menos amarela. Assim, pelo presente estudo verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados superiores de cromaticidade *b*\* quando comparado ao citado por Silva, Abe e Santos (2013a) para a farinha de mangostão que foi de 6,42.

A quantidade de carboidratos ( $F_8$ - 83,68,  $F_{12}$ -82,1 e  $F_{13}$ - 85,87) à farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz é o principal responsável pela coloração escura das farinhas mistas.

Silva et al. (2013b) estudaram a caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará com procedência de Santarém e Santa Izabel, que apresentaram, respectivamente, 4,49 e 3,81 de cromaticidade *b*\*. Souza et al. (2013) elaboraram bolos sem glúten utilizando farinha de arroz e farinha de casca de mandioca, que obteve valor de cromaticidade *b*\* de 8,9 e 19,7.

Assim, tendo em vista os resultados do presente estudo de cromaticidade *b*\* para farinhas mistas produzidas com farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz, verifica-se que os resultados foram superiores comparados aos citados por Silva et al. (2013b) e inferiores aos citados por Souza et al. (2013). Os resultados indicam que o valor da

cromaticidade  $b^*$  da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz representaram uma cor mais amarela comparado a Silva et al. (2013b) e menos amarela comparado por Souza et al. (2013), o que pode ser atribuído a quantidade de carboidratos da matéria prima.

## DIFERENÇA $\Delta E$

A diferença de cor variou entre 6,22 a 21,39 (**Tabela 17**). Para formulação  $F_8$ , que possui 5% de farinha de cascas e albedo de maracujá, a diferença de cor foi de 18,97, enquanto para a formulação  $F_{12}$ , que contém 10% de farinha de cascas e albedo de maracujá, o valor obtido foi de 16,11. Na formulação  $F_{13}$ , que possui 18,4% de farinha de cascas e albedo de maracujá, apresentou 6,22 para diferença de cor.

Os resultados obtidos da diferença de cor das melhores formulações ( $F_8$  e  $F_{12}$ ), observa-se que à medida que diminuiu a umidade aumenta o  $\Delta E$ .

A variação total de cor ( $\Delta E$ ), à medida que aumenta a temperatura na última zona da extrusora (alta pressão) à 150°C das formulações ( $F_8$  e  $F_{12}$ ), resultou nos valores médios de (16,11 e 6,22) diminui o  $\Delta E$ . Portanto, a temperatura influenciou na  $\Delta E$ . De acordo com Silva, Abe e Santos (2013a) o valor de  $\Delta E$  foi de 16,09 para a farinha de mangostão. Assim, verifica-se no presente estudo que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz observou-se valor superior na formulação  $F_8$  e valor semelhante na formulação  $F_{12}$  e valor inferior na  $F_{13}$  comparado ao resultado citado por Silva, Abe e Santos (2013a).

Na **Tabela 18**, estão apresentados os parâmetros de cor da farinha dos biscoitos tipo *cookies*.

**Tabela 18.** Valores médios seguidos de desvio padrão obtidos dos parâmetros de cor da farinha dos biscoitos tipo *cookies*

| Formulação         | L*         | *a        | b*         |
|--------------------|------------|-----------|------------|
| Fb <sub>8</sub> *  | 73,23±0,67 | 3,79±0,08 | 22,44±0,25 |
| Fb <sub>12</sub> * | 70,39±0,96 | 4,63±0,17 | 21,82±0,30 |
| Fb <sub>13</sub> * | 65,06±1,62 | 4,57±0,28 | 20,88±1,20 |

\*Fb: formulação do biscoito

## LUMINOSIDADE (L\*)

De acordo com Oliveira, Nabeshima e Clerici (2014) relataram no estudo de avaliação sensorial e tecnológica de *cookies* desenvolvidos com farinha desengordurada de gergelim e amido resistente e verificaram que a substituição da farinha de trigo por 10% de farinha desengordurada de gergelim o valor de L\* (65,64) e contendo 5% de farinha desengordurada de gergelim e 5% de amido resistente o valor de L\*(67,03). No parâmetro L\* verifica-se que as formulações Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>12</sub> apresentou maiores valores e na formulação Fb<sub>13</sub> valor semelhante comparado ao citado por Oliveira, Nabeshima e Clerici (2014). Quanto ao valor de luminosidade L\*, menor para a formulação F<sub>13</sub>.

Ao ser avaliada a luminosidade L\* da farinha dos *cookies* (**Tabela 18**) em comparação com a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**) é possível observar valores reduzidos sendo mais escura que a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 16**).

## CROMATICIDADE $a$

A cromaticidade a\*na farinha dos *cookies* das formulações Fb<sub>8</sub>, Fb<sub>12</sub> e Fb<sub>13</sub>, foram menores aos valores encontrados por Oliveira, Nabeshima e Clerici (2014), ao avaliarem

*cookies* com substituição da farinha de trigo por 10% de farinha desengordurada de gergelim (9,85) e contendo 5% de farinha desengordurada de gergelim e 5% de amido resistente (7,67). É possível observar que o valor para a cromaticidade  $a^*$  para a farinha dos *cookies* do presente estudo apresenta uma variação para o vermelho.

### CROMATICIDADE $b$

A cromaticidade  $b^*$  na farinha dos *cookies* apresentou resultados inferiores das formulações Fb<sub>8</sub>, Fb<sub>12</sub> e Fb<sub>13</sub> quando comparados aos citados por Oliveira, Nabeshima e Clerici (2014) ao avaliarem *cookies* com substituição da farinha de trigo por 10% de farinha desengordurada de gergelim (23,7) e contendo 5% de farinha desengordurada de gergelim e 5% de amido resistente (23,5).

**Tabela 19.** Valores médios seguidos de desvio padrão obtidos dos parâmetros de cor da fibra industrializada.

| Formulação      | L*         | *a        | b*         |
|-----------------|------------|-----------|------------|
| FI <sub>1</sub> | 65,08±0,53 | 5,00±0,06 | 19,59±0,14 |
| FI <sub>2</sub> | 67,68±0,56 | 3,40±0,06 | 16,60±0,43 |
| FI <sub>3</sub> | 67,01±1,17 | 4,35±0,08 | 19,82±0,44 |

FI: Fibra Industrializada

### LUMINOSIDADE (L\*)

Ao ser avaliada a luminosidade L\* da fibra industrializada (**Tabela 19**) em comparação com a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**) incluindo também a farinha dos *cookies* (**Tabela 18**) observou-se valores reduzidos. Portanto, justifica-se que a fibra industrializada mostra baixos valores de L\* e com o decorrer do tempo as fibras industrializadas escurecem. Deve ser levado em consideração o processamento aplicado e a temperatura de secagem resultando em valores inferiores de L\* para as fibras industrializadas.

### CROMATICIDADE $a^*$

A cromaticidade  $a^*$  da fibra industrializada apresentou resultados superiores quando comparados a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 16**), e farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**) e farinha dos *cookies* (**Tabela 18**). É possível observar que o valor para a cromaticidade  $a^*$  para a fibra industrializada apresentou maior tendência para a cor vermelha.

### CROMATICIDADE $b^*$

A cromaticidade  $b^*$  da fibra industrializada apresentou resultados superiores quando comparadas a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 17**) e resultados inferiores quando comparados a farinha dos *cookies* (**Tabela 18**).

#### 4.2.4 Índice de expansão radial dos extrudados

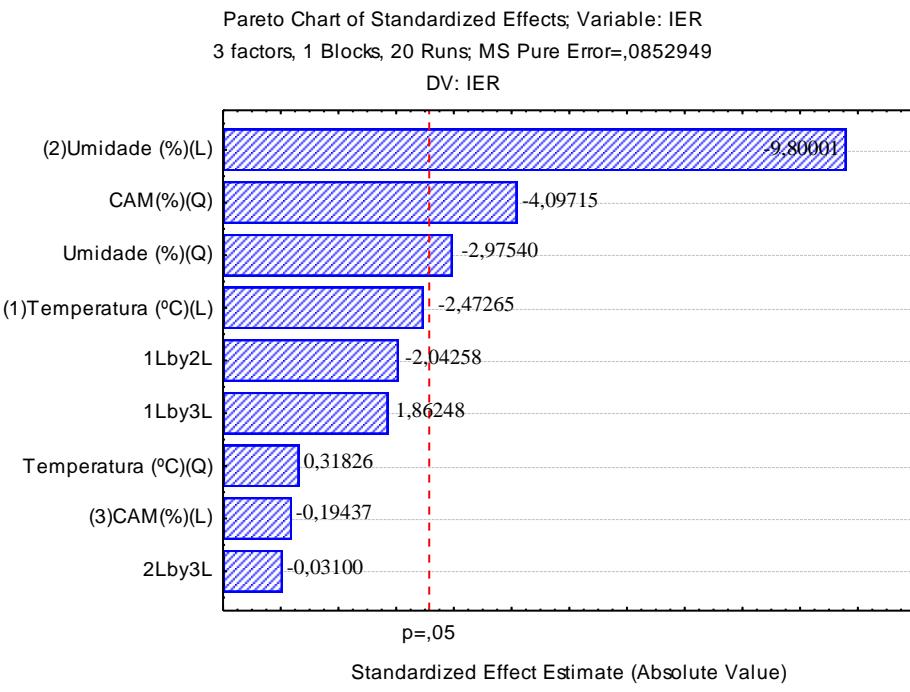
O índice de expansão radial pode ser visualizado na **Figura 33**.



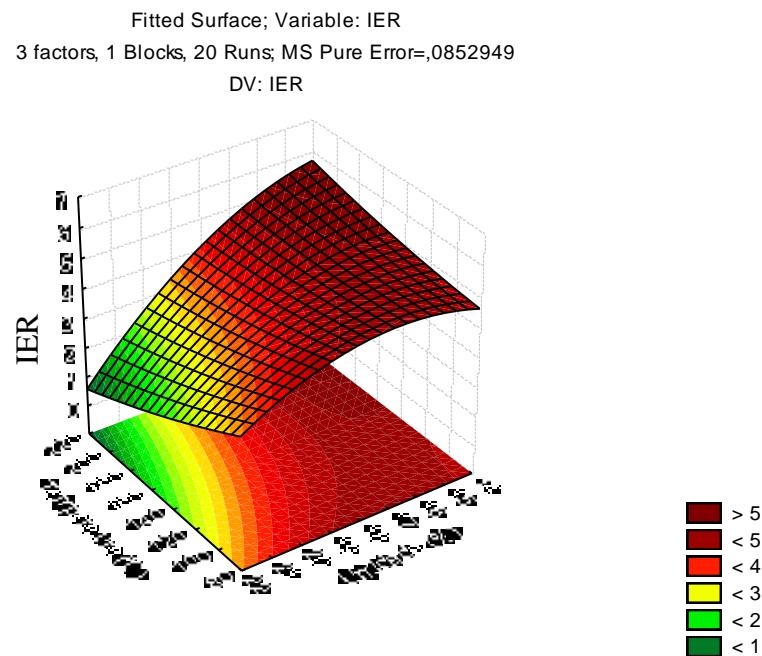
**Figura 33.** Apresentação do índice de expansão radial dos extrudados expandidos a base de cascas e albedo de maracujá e arroz nas diferentes condições de processo.

Autora: Valéria F. de Souza.

Os valores dos efeitos lineares e quadráticos estão representados em forma de gráfico na **Figura 34**, no qual se observa que os efeitos lineares das variáveis: umidade, temperatura e casca e albedo de maracujá mostra uma tendência negativa e efeito quadrático da casca e albedo de maracujá ( $p<0,05$ ) foi significativa apresenta efeito positivo. Na **Figura 35**, verifica-se o efeito das variáveis temperatura e umidade no índice de expansão radial da farinha pré-gelatinizada de cascas e albedo de maracujá e arroz.



**Figura 34.** Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos no IER.



**Figura 35.** Efeito da temperatura e umidade no índice de expansão radial (IER).

Analizando a **Figura 35**, pode-se verificar o maior efeito do índice de expansão radial, quando comparado à variável umidade sobre a temperatura. Desta forma, a diminuição da umidade e baixas temperaturas na farinha mista pré-gelatinizada de cascas e albedo de

maracujá e arroz proporciona maior expansão dos extrudados e alta pressão na saída da extrusora.

Os maiores valores médios de índice de expansão radial (6,59 mm, 5,47 mm e 5,35 mm referentes aos ensaios T<sub>13</sub>, T<sub>8</sub> e T<sub>12</sub> respectivamente), foram determinados quando a farinha mista (de casca e albedo de maracujá e arroz) com percentagem de (18,4%; 5% e 10% da formulação foi extrudada com umidade de (18%; 16% e 14,64 %) e temperatura de 150°C; 120°C e 150°C conforme **Tabela 20**. Por outro lado, citado por Ascheri e Carvalho (2014) se a umidade for alta, o produto final terá um menor cozimento, exercerá menor pressão sobre a matriz, reduzirá a geração de calor e a transformação do produto também será diminuída. Brennan et al. (2012), relata que o índice de expansão está relacionado também com a quantidade de água inserida na amostra a extrudar.

Capriles e Arêas (2012) afirmam que maiores teores de amido estão relacionados a maiores valores de índice de expansão usando matéria prima com menor teor de lipídio (arroz) e baixa umidade no momento da extrusão. Desta forma, Capriles e Arêas (2011) verificaram que extrudados com maior expansão são mais crocantes.

Assim, pelo presente estudo verifica-se que o menor valor do índice de expansão foi verificado para o tratamento T<sub>1</sub> com 2,63 mm de diâmetro, quando o ensaio foi processado com o maior teor de umidade 20%, temperatura na terceira zona de extrusão de 180 °C e 15% da formulação da farinha da casca e albedo de maracujá, demonstrando que a umidade contribuiu na redução da expansão dos extrudados, uma vez que, de acordo com Capriles e Arêas (2012) pode-se observar que a alta umidade diminuem a quantidade de amido gelificado na massa.

Verificou-se que quanto maior a umidade de processamento (20%) utilizada nos ensaios T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub> no processo de extrusão, observou-se um baixo índice de expansão conforme **Tabela 20**. Segundo Miller (1985), esse fenômeno acontece pela relação que ocorre entre a quantidade de água e a força do gel formado durante a extrusão, a qual produz uma diminuição da taxa de cisalhamento no interior do canhão da extrusora, com isso uma diminuição da pressão interna do sistema adiabático do canhão do extrusor. Em ensaios extrudadas com alto teor de umidade, o gel tende a ser mais elástico, gerando menor atrito no barril.

**Tabela 20.** Valores médios do índice de expansão radial (IER) atribuídos no processo de elaboração dos extrudados expandidos das amostras de casca e albedo de maracujá e arroz.

| Tratamentos | %Fibra <sup>1</sup> | %Umidade <sup>2</sup> | T <sup>a</sup> °C <sup>3</sup> | IER                |
|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1           | 15                  | 20                    | 180°C                          | 2,649667 ± 0,40675 |
| 2           | 15                  | 20                    | 120°C                          | 3,067444 ± 0,62553 |
| 3           | 15                  | 16                    | 180°C                          | 4,701333 ± 0,65034 |
| 4           | 15                  | 16                    | 120°C                          | 4,434 ± 0,43008    |
| 5           | 5                   | 20                    | 180°C                          | 2,929722 ± 0,38497 |
| 6           | 5                   | 20                    | 120°C                          | 4,275278 ± 0,68427 |
| 7           | 5                   | 16                    | 180°C                          | 5,127111 ± 0,85817 |
| 8           | 5                   | 16                    | 120°C                          | 5,4705 ± 0,87432   |
| 9           | 10                  | 18                    | 200,4°C                        | 4,710389 ± 0,41623 |
| 10          | 10                  | 18                    | 99,6°C                         | 5,2035 ± 0,75649   |
| 11          | 10                  | 21,36                 | 150°C                          | 3,120556 ± 0,39024 |
| 12          | 10                  | 14,64                 | 150°C                          | 5,359944 ± 0,85309 |
| 13          | 18,4                | 18                    | 150°C                          | 6,593944 ± 1,26252 |
| 14          | 1,6                 | 18                    | 150°C                          | 4,9645 ± 0,76083   |
| 15          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 4,097389 ± 0,81232 |
| 16          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 4,500167 ± 0,49816 |
| 17          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 4,612667 ± 0,61438 |
| 18          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 4,522722 ± 0,80386 |
| 19          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 3,853611 ± 0,55183 |
| 20          | 10                  | 18                    | 150°C                          | 4,333778 ± 0,79266 |

<sup>1</sup> Fibra de farinha de cascas e albedos de maracujá.

<sup>2</sup> Umidade de processamento.

<sup>3</sup> Temperatura da ultima zona do extrusor.

Os resultados obtidos para o índice de expansão radial, o valor mínimo de 5,35 e máximo de 6,59 dos melhores ensaios, superiores aos encontrados por Mikalouski et al. (2014), que relata índices variando de 4,73 para grits de milho, 4,50 para fubá mimoso e 3,99 para fubá mimoso fino e por outro lado, citado por Camargo, Leonel e Mischan (2008) analisando o polvilho azedo e do farelo de mandioca obtiveram índice de expansão que variou de 3,5 a 5,7.

A percentagem de farinha de casca e albedo de maracujá utilizada nesse estudo não influenciou a expansão dos expandidos. Justifica-se, que o objetivo foi utilizar a maior incorporação possível da farinha de casca e albedo de maracujá, portanto foi utilizado os maiores valores do índice de expansão radial.

De acordo com Lue, Hsieh e Huff (1991) a presença de fibras rompe as paredes das células evitando a formação de bolhas de ar e assim alcancem seu máximo potencial de expansão. Farelos de cereais interferem na expansão das bolhas, pois reduzem a capacidade de sua espessura, o que está relacionado com o tamanho de partícula do farelo. Ao causar ruptura prematura das células das paredes, o farelo geraria maior número de pequenas células rompidas (GUY, 1985).

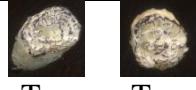
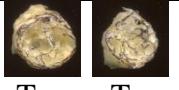
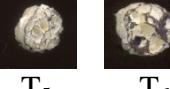
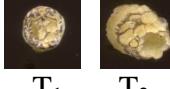
Os resultados encontrados neste estudo, estão relacionados a baixos valores do teor de fibras de cascas e albedo de maracujá dos ensaios T<sub>8</sub> (5%), T<sub>12</sub> (10%) e T<sub>13</sub>(18,4%) que contribuíram para a expansão dos extrudados. Por outro lado, Hashimoto e Grossmann (2003) observaram que a expansão radial diminui com aumento do conteúdo de fibra dietética, como por exemplo relataram que houve a diminuição do diâmetro do extrudado quando o teor de

farelo de mandioca foi aumentado na formulação, sendo este subproduto rico em fibra resultante do processo de extração de amido da mandioca. De acordo com Pai et al. (2009) relatou que a presença de fibras prejudica a expansão dos extrudados.

Com relação aos tratamentos ( $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$ ) o percentual de farinha de cascas e albedo de maracujá (5%, 10% e 18,4%) foi indiretamente proporcional à expansão dos extrudados, isto é, quanto menor o teor de fibras na mistura, maior o valor de expansão.

A estrutura interna dos extrudados pode ser visualizada na **Figura 36**.

Ascheri e Carvalho (2014) relataram que através do processo de extrusão é possível a visualização das células internas dos extrudados, do formato das células de ar e tamanho. De acordo com os resultados, os melhores tratamentos  $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$  apresentaram um produto final e de alta crocância favorecendo a textura que contribuem sensorialmente para aceitabilidade. Pode-se observar que a proporção de farinha de arroz e cascas e albedo de maracujá variaram para os ensaios  $T_8$  (95:5),  $T_{12}$  (90:10) e  $T_{13}$  (81,6:18,4) resultando em maior índice de expansão e tamanho da bolha de ar. Por outro lado, Ascheri e Carvalho (2014) identificaram que utilizando a proporção de farinha de arroz e casca de maracujá (80:20) influencia em menor expansão e tamanho da bolha de ar, e para farinha de arroz e soro de leite (80:20) não houve mudança no tamanho e distribuição das bolhas.

| VARIÁVEIS DE EXTRUSÃO E EXTRUDADOS POR IMAGEM |  |   |  |                 |   |  |                 |
|---|--|---|--|-----------------|---|--|-----------------|
| FARINHA DE CASCA E ALBEDO DE MARACUJÁ (%)     | 1,6  | 5   | 10   | 15              | 18,4  |  |                 |
| ROTAÇÃO DA ROSCA (RPM)                        | 140  | 140   | 140  | 140             | 140   |  |                 |
| UMIDADE (%)                                   |  |   |  |                 |   |  |                 |
| 14,64   |  |   |   |                 |   |  |                 |
| 16  |  |    | T <sub>7</sub> T <sub>8</sub>  |                 |    | T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>  |                 |
| 18  |  |   | <br>T <sub>9</sub> T <sub>10</sub> T <sub>15</sub><br><br>T <sub>16</sub> T <sub>17</sub> T <sub>18</sub><br><br>T <sub>19</sub> T <sub>20</sub> |                 |   |  | T <sub>13</sub> |
| 20  |  |  | T <sub>5</sub> T <sub>6</sub>  |                 |  | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>  |                 |
| 21,36   |  |   |   | T <sub>11</sub> |   |  |                 |

**Figura 36.** Microestrutura da seção transversal de extrudados expandidos de farinha de arroz e cascas e albedo de maracujá.

Autora: Valéria F. de Souza.

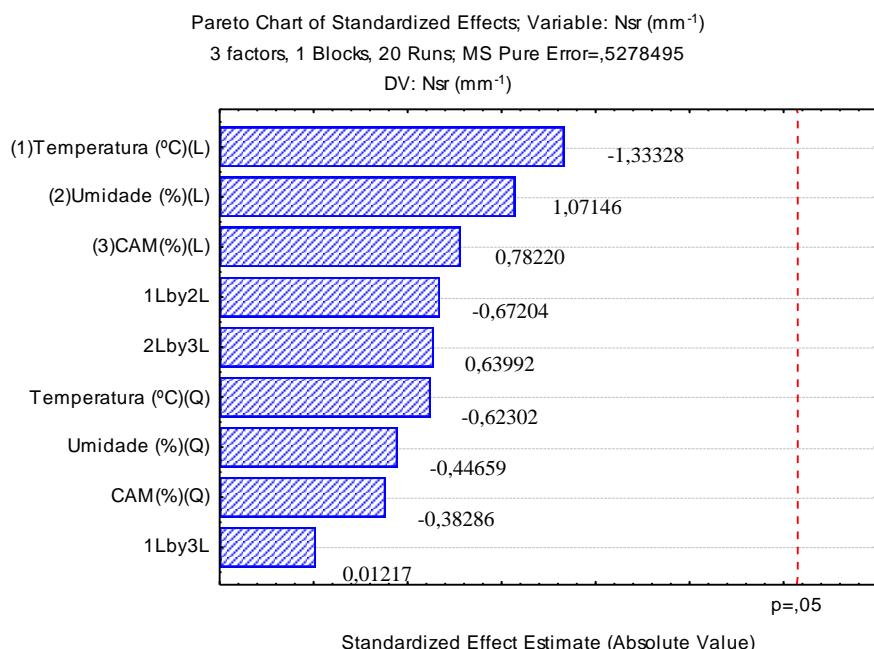
#### 4.2.6 Textura instrumental dos extrudados

As variáveis que contribuíram nos resultados de textura foram: umidade e casca e albedo de maracujá na sua forma linear ( $p<0,05$ ) evidenciaram efeitos positivos. A variável linear da temperatura apresenta efeito negativo. Verifica-se que não houve contribuição quadrática das variáveis nos resultados de umidade, casca e albedo de maracujá e temperatura.

A **Figura 37** ilustra os efeitos lineares e quadráticos na textura.

Na **Tabela 21**, estão dispostos os resultados obtidos na caracterização tecnológica das farinhas à base de cascas e albedo de maracujá e arroz.

Lustosa, Leonel e Mischan (2010) estudaram os efeitos dos parâmetros na produção de snacks de farinha de mandioca enriquecidos com caseína, observaram para a textura o valor mínimo de 4,43 e máximo de 12,32, enquanto na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz os valores obtidos para textura foi de valor mínimo de 9,307 ( $T_{13}$ ) e máximo de 15,595 ( $T_8$ ), o que mostra que os valores obtidos para textura usada na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz neste experimento foi superior ao encontrado por Lustosa, Leonel e Mischan (2010). Assim, pelo presente estudo verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou maior crocância comparado a farinha de mandioca enriquecidos com caseína (**Tabela 20**). Nessa tabela, observa-se que apesar das diferenças na porcentagem de fibra, umidade e temperatura as amostras diferiram muito na textura ( $p<0,05$ ). Os ensaios 20, 19 e 3 apresentaram-se mais crocantes.



**Figura 37.** Estimativa dos efeitos lineares e quadráticos na textura.

**Tabela 21. Caracterização instrumental de textura dos extrudados**

| <b>Ensaios</b> | <b>%<br/>Fibra<sub>1</sub></b> | <b>%<br/>Umidade<sub>2</sub></b> | <b>T<sup>a</sup>oC<sub>3</sub></b> | <b>Nsr*</b> | <b>Fsr*</b> | <b>Fc*</b> | <b>Wc*</b> |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 1              | 15                             | 20                               | 180°C                              | 2,783       | 10,383      | 34,777     | 13,04      |
| 2              | 15                             | 20                               | 120°C                              | 2,771       | 12,274      | 38,251     | 14,161     |
| 3              | 15                             | 16                               | 180°C                              | 2,789       | 18,308      | 42,416     | 16,909     |
| 4              | 15                             | 16                               | 120°C                              | 3,979       | 17,324      | 37,641     | 9,794      |
| 5              | 5                              | 20                               | 180°C                              | 2,485       | 10,688      | 32,232     | 13,637     |
| 6              | 5                              | 20                               | 120°C                              | 3,03        | 11,034      | 36,815     | 12,615     |
| 7              | 5                              | 16                               | 180°C                              | 2,345       | 11,919      | 30,079     | 14,612     |
| 8              | 5                              | 16                               | 120°C                              | 3,003       | 13,645      | 44,222     | 15,595     |
| 9              | 10                             | 18                               | 200,4°C                            | 4,321       | 11,064      | 27,129     | 6,326      |
| 10             | 10                             | 18                               | 99,6°C                             | 3,06        | 12,381      | 36,736     | 12,348     |
| 11             | 10                             | 21,36                            | 150°C                              | 3,242       | 8,623       | 34,985     | 11,155     |
| 12             | 10                             | 14,64                            | 150°C                              | 4,33        | 12,979      | 40,681     | 9,616      |
| 13             | 18,4                           | 18                               | 150°C                              | 3,904       | 13,92       | 35,458     | 9,307      |
| 14             | 1,6                            | 18                               | 150°C                              | 3,737       | 13,284      | 28,934     | 8,116      |
| 15             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 3,774       | 13,04       | 31,941     | 8,669      |
| 16             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 3,751       | 13,055      | 41,405     | 11,177     |
| 17             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 4,079       | 14,511      | 34,21      | 8,573      |
| 18             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 4,215       | 10,513      | 28,27      | 6,892      |
| 19             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 2,547       | 17,425      | 39,148     | 16,718     |
| 20             | 10                             | 18                               | 150°C                              | 2,636       | 15,001      | 41,595     | 16,837     |

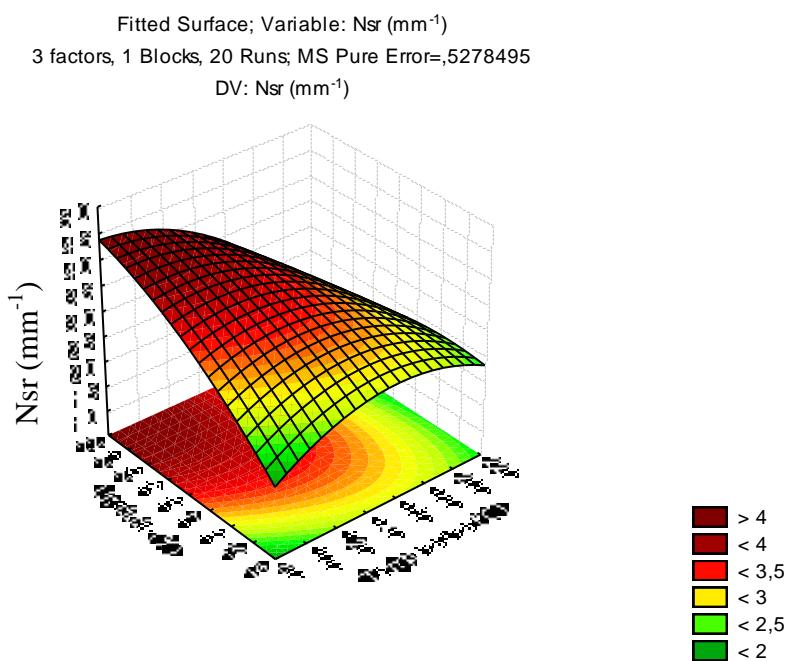
1 Fibra de farinha de cascas e albedo de maracujá; 2 Umidade de processamento; 3 Temperatura da última zona do extrusor;  
 Nsr\*: Frequência de rupturas; Fsr\*: Força específica das rupturas; Fc\*: Média das forças de compressão; Wc: Trabalho de crocância; n=20.

Letras diferentes numa mesma coluna representam diferença estatística (p<0,05).

Os resultados obtidos dos melhores ensaios neste estudo, para a textura apresentou maior crocância no ensaio 8 (**Tabela 21**) comparado aos ensaios 12 e 13.

A **Figura 38** ilustra o efeito da umidade e temperatura na força de compressão nos testes de textura dos extrudados expandidos.

Observa-se na **Figura 38**, que quanto maior o valor da umidade maior será a força mecânica.



**Figura 38.** Efeito da umidade e temperatura na força de compressão nos testes de textura dos extrudados expandidos.

Autora: Valéria F. de Souza.

#### 4.3 Efeito dos parâmetros de extrusão da farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz nas características físicas, tecnológicas e textura dos extrudados.

**Tabela 22.** Resultados do coeficiente quadrático aplicado as análises.

| Análises | Coeficiente Quadrático ( $R^2$ ) |
|----------|----------------------------------|
| IER      | 0,66734                          |
| ISA      | 0,81301                          |
| IAA      | 0,83521                          |
| Textura  | 0,30896                          |
| RVA      | 0,91433                          |
| Cor      | 0,55241                          |

Observa-se na **Tabela 22** que o coeficiente quadrático das análises IER, ISA, IAA Textura e Cor indicam uma resposta não viável em relação ao ajuste do modelo aos dados, enquanto o maior valor foi encontrado no RVA. Verifica-se, que apenas o RVA apresentou um bom ajuste do modelo matemático.

#### 4.4. Análises Microbiológicas

##### 4.4.1 Vida útil das farinhas mistas

Os resultados das análises microbiológicas das diferentes misturas da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (coliformes a 45°C, bolores e leveduras e *Salmonella* sp.) encontram-se na **Tabela 23**.

**Tabela 23.** Resultados das análises microbiológicas para coliformes a 45°C, bolores e leveduras, *Salmonella* sp da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Análises                                  | Tratamentos           |                       |                       | Legislação***            |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
|   | T <sub>8</sub>        | T <sub>12</sub>       | T <sub>13</sub>       |                          |
| Coliformes à 45°C<br>(NMP/g)*<br>0 dias   | < 3                   | < 3                   | < 3                   | 1,0x10 <sup>2</sup>      |
| Bolores e<br>leveduras (UFC/g)<br>0 dias  | <1,0x10 <sup>-1</sup> | <1,0x10 <sup>-1</sup> | <1,0x10 <sup>-1</sup> | 1,0x10 <sup>3</sup> **** |
| Bolores e<br>leveduras (UFC/g)<br>15 dias | <1,0x10 <sup>-2</sup> | <1,0x10 <sup>-1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup>  | 1,0x10 <sup>3</sup> **** |
| Bolores e<br>leveduras (UFC/g)<br>30 dias | 1,6x10 <sup>4</sup>   | 2,0x10 <sup>3</sup>   | <1,0x10 <sup>1</sup>  | 1,0x10 <sup>3</sup> **** |
| Bolores e<br>leveduras (UFC/g)<br>45 dias | 1,0x10 <sup>2</sup>   | <1,0x10 <sup>1</sup>  | <1,0x10 <sup>1</sup>  | 1,0x10 <sup>3</sup> **** |
| <i>Salmonella</i> sp. (g)<br>0 dias       | Ausente               | Ausente               | Ausente               | Ausência                 |

\*NMP g<sup>-1</sup>= Número mais provável por grama

\*\* UFC g<sup>-1</sup>= Unidade Formadora de colônia por grama

\*\*\* Padrões Microbiológicos para Alimentos – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA.

\*\*\*\* Resolução CNNPA nº 12 de 1978.

De acordo com a **Tabela 23** quanto à análise de coliformes termotolerantes os resultados microbiológicos da farinha, atenderam portanto, à legislação vigente, pois o limite conforme a ANVISA- Resolução (RDC 12 de janeiro de 2001 que é de 1,0x10<sup>2</sup>NMP/g. Portanto, não foi constatado a presença de coliforme de origem fecal.

Assim, pelo presente estudo na **Tabela 23** verifica-se que a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes quanto à análise de coliformes à 45°C na farinha de mandioca (CHISTÉ et al. 2007) e na farinha de banana verde (BORGES, PEREIRA e LUCENA 2009). Por outro lado, Cruz, Costa e Figueiredo (2013) mencionou o valor encontrado foi < 0,3 na farinha mista de banana com tapioca na análise de Coliformes à 45°C. Portanto, em comparação ao presente estudo, o resultado da farinha mista de banana com tapioca apresentou níveis mais baixos de Coliformes à 45°C.

O valor de coliforme à 45°C (NMP.g<sup>-1</sup>) observado na **Tabela 23** difere do citado por Silva, Abe e Santos (2013a), apresentou resultado superior de 9NMP/g para a farinha da casca do mangostão. Por outro lado, Christé et al. (2007) apresentou alta carga de coliformes fecais nas amostras mandioca descascada e lavada após o período de molho; mandioca triturada e mandioca prensada.

Com relação aos grupos dos bolores e leveduras os valores encontrados nos tempos 0, 15 e 45 dias de vida útil das farinhas, portanto, considerado dentro do padrão, pois, conforme a Resolução CNNPA nº 12/1978, o padrão permitido de bolores e leveduras que é de 1,0x10<sup>3</sup> UFC/g. Indicando assim que, durante o processamento do maracujá e arroz para a obtenção das farinhas utilizaram-se boas práticas de fabricação. Portanto, os resultados dos tratamentos T<sub>8</sub> e T<sub>12</sub> no tempo de 30 dias apresentaram níveis altos de Coliformes à 45°C.

Os resultados apresentados de bolores e leveduras conforme a **Tabela 23**, na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz verificou-se que a quantidade presente está no limite tolerável da Legislação em vigor portanto não é considerada imprópria para o consumo. Nesse mesmo sentido, Cruz, Costa e Figueiredo (2013) relatou o valor encontrado foi  $3,5 \times 10^2$  UFC/g considerando níveis mais altos para bolores e leveduras, porém encontra-se dentro do padrão microbiológico. Portanto, quanto à análise de bolores e leveduras conforme a (Resolução – CNNPA nº 12 de 1978) que é de  $1,0 \times 10^3$  UFC/g. Valores superiores foram relatados por Borges, Pereira e Lucena (2009), estudando a caracterização da farinha de banana verde, estes encontraram na contagem de bolores e leveduras o resultado obtido ( $<10$  UFC.g<sup>-1</sup>) comparado ao presente estudo.

Na **Tabela 23** a *Salmonella sp.* não apresentou nenhum crescimento na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz, atendendo, portanto, à legislação vigente, pois o limite conforme a ANVISA- Resolução 12/2001 é ausência em 25g. Por outro lado, apresentou resultados semelhantes de *Salmonella sp.* para a farinha da casca do mangostão (SILVA, ABE e SANTOS, 2013a); para a farinha mista de banana com tapioca (CRUZ, COSTA e FIGUEIREDO, 2013); para farinha de sementes de abóbora (SILVA, 2012) e para farinha de banana verde (BORGES, PEREIRA e LUCENA, 2009).

Os tempos de armazenamento (0, 15 e 45 dias) da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz atenderam às legislações da ANVISA- Resolução 12/2001 e CNNPA- Resolução 12/1978 quanto aos padrões microbiológicos. Não houve mudanças quanto a odor característica da farinha, a aparência dela se mostrou a mesma quando foi elaborada, sem modificações no tempo em estudo.

Com desidratação da polpa de maracujá até a obtenção do pó consegue-se um aumento da vida útil e permite a manutenção deste produto em temperatura ambiente, sem despesas com a utilização das técnicas de conservação pelo frio. A polpa processada na forma de pó apresenta fácil reconstituição em água, possibilidade de formulação com outros produtos e baixa relação volume/massa, com consequente economia em custos de embalagem, transporte, conservação e espaço de armazenamento, estes resultados agregam valor ao produto (VIEIRA, FIGUEIREDO e QUEIROZ, 2007).

#### 4.4.2 Vida útil do biscoito do tipo *cookies*

Na **Tabela 24** encontram-se os resultados obtidos das análises microbiológicas realizadas (Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella sp.*, coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e contagem de bolores e leveduras dos *cookies* da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

Os resultados das análises de Estafilococos coagulase positiva dos *cookies* apresentados na **Tabela 24** estão dentro do padrão ( $<1,0 \times 10^1$ ). Portanto, atende à Resolução RDC nº 12 de 02.01.01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária), pois o limite estabelecido que é de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g.

Os Estafilococos coagulase positiva avaliados neste estudo, também apresentaram valores inferiores aos estimados por Oliveira e Curta (2014) para *cookie* isento de glúten obtido com biomassa e farinha de banana (*Musa paradisiaca*) verde, relataram  $< 10,0$  UFC/g; por Marquetti (2014) para obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo *cookie* obteve índice  $<1,0 \times 10^2$  UFC/g. Portanto, pôde-se afirmar que os resultados apresentados estão dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução (RDC) nº12, de 02/01/2001 da ANVISA.

**Tabela 24.** Resultados das análises microbiológicas do biscoito do tipo *cookies* de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Análises                                   | Tratamentos          |                      |                      | Legislação***       |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|  | Tempo zero           | Tempo 60             | Tempo 120            |                     |
|  | T <sub>8</sub>       | T <sub>12</sub>      | T <sub>13</sub>      |                     |
| Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) * | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | 5,0x10 <sup>2</sup> |
| <i>Salmonella</i> sp. (Presença/ausência)  | Ausente              | Ausente              | Ausente              | Ausência            |
| Coliformes a 45°C (NMP/g)**                | < 3                  | < 3                  | < 3                  | 10                  |
| <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g) *           | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | 5,0x10 <sup>3</sup> |
| Bolores e leveduras (UFC/g) *              | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | <1,0x10 <sup>1</sup> | Não referenciado    |

\*UFC g<sup>-1</sup>= Unidade formadora de colônia por grama

\*\*NMP g<sup>-1</sup>= Número mais provável por grama

\*\*\*Padrões Microbiológicos para Alimentos – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA.

T<sub>8</sub>: Tratamento 8- 16% umidade- 120°C- 5% farinha de casca e albedo de maracujá com arroz polido.

T<sub>12</sub>: Tratamento 12- 14,64% umidade – 150°C- 10% farinha de casca e albedo de maracujá com arroz polido.

T<sub>13</sub>: Tratamento 13- 18% umidade- 150°C- 18,4% farinha de casca e albedo de maracujá com arroz polido.

Em relação à pesquisa de *Salmonella* sp. foi constatada na **Tabela 24** ausência deste patógeno avaliadas das melhores formulações (Fb<sub>8</sub>, Fb<sub>12</sub> e Fb<sub>13</sub>) dos *cookies* de cascas e albedo de maracujá e arroz, no tempo inicial e ao longo do armazenamento (60 e 120 dias).

Assim, pelo presente estudo verifica-se que os *cookies* de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes de *Salmonella* sp. citado por OLIVEIRA e CURTA (2014), MARQUETTI (2014) e NASCIMENTO (2014).

Os resultados de coliformes fecais da **Tabela 24** observado neste estudo foi inferior a 3NMP.g<sup>-1</sup> confirmado valores abaixo dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira. Assim, pelo presente estudo verifica-se que biscoitos do tipo *cookies* de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes aos citado por MOREIRA et al. (2013) para avaliação microbiológica e nutricional de biscoito e pão de mel e NASCIMENTO (2014) para biscoitos à base de farinha do caroço de abacate, jaca e seriguela.

O valor de coliforme à 45°C (NMP.g<sup>-1</sup>) observado novamente difere do citado por Marquetti (2014), quando relatou um valor <1,0x10<sup>2</sup> NMP.g<sup>-1</sup> com adição de diferentes percentagens (0%, 2,5%, 5% e 7,5 %) de farinha de casca de jabuticaba. Já Oliveira e Curta (2014) cita valor < 10,0 NMP.g<sup>-1</sup>, respectivamente, portanto, valores próximos aos encontrados neste estudo. Isso indica que a higienização e sanitização dos manipuladores e acondicionamento em embalagem metalizada com zip foram eficientes para o processamento dos *cookies*. O limite permitido pela legislação (Resolução RDC nº12, de 02.01.2001 da ANVISA), que é de 10 UFC.g<sup>-1</sup>.

No presente estudo, a presença de *Bacillus cereus* dos *cookies* na **Tabela 24** encontra-se dentro do exigido pela legislação (Resolução RDC nº 12 de 02.01.01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que é de 5,0 x 10<sup>3</sup> UFC/g. Dessa forma, não houve contaminação de *Bacillus cereus* nos *cookies*.

De acordo com a **Tabela 24**, a contagem de bolores e leveduras não é referenciado pela ANVISA.

Baseando-se nos resultados encontrados para os *cookies* de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentaram conformidade referentes às análises (Estafilococos coagulase positiva, *Salmonella* sp., coliformes a 45°C e *Bacillus cereus*) quanto aos padrões

microbiológicos determinado pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

#### 4.4.3. Vida útil do mingau

Na **Tabela 25** encontram-se os resultados obtidos das análises microbiológicas realizadas do mingau com aromatizante e sem aromatizante.

**Tabela 25.** Viabilidade da bactéria probiótica de *Lactobacillus rhamnosus* no mingau com aromatizante e sem aromatizante contendo fibras do maracujá.

|            | Com aromatizante  | Sem aromatizante  | Legislação***            |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
|            | UCF/g*            | UFC/g*            |                          |
| Inicial    | $1,5 \times 10^7$ | $3,4 \times 10^7$ | $1,0 \times 10^6/g^{**}$ |
| Tempo zero |                   |                   |                          |
| 30 dias    | $1,6 \times 10^7$ | $2,8 \times 10^7$ |                          |
| 60 dias    | $3,5 \times 10^6$ | $1,3 \times 10^7$ |                          |
| 90 dias    | $1,7 \times 10^6$ | $9,0 \times 10^6$ |                          |

\*Números de células viáveis no mingau reconstituído, pronto para consumo.

\*\* Número mínimo recomendado para ação probiótica.

\*\*\* Fonte: Charteris, 1998.

Ao avaliar os resultados obtidos na **Tabela 25** observa-se que o mingau com aromatizante valores satisfatórios aos 90 dias.

A contagem do mingau contendo bactéria probiótica *Lactobacillus rhamnosus* com aromatizante manteve a viabilidade de, no mínimo  $1,7 \times 10^6$  UFC/g ao final do período de armazenamento. Nesse sentido, o consumidor que se alimentar de uma mistura, após hidratação totalizando de cerca de 350g estará ingerindo  $5,9 \times 10^8$  células.

De acordo com os resultados obtidos fica evidenciado que a bactéria probiótica adicionado ao mingau com outros ingredientes e aromatizante possibilitou a manutenção da viabilidade da bactéria *Lactobacillus rhamnosus* durante os 90 dias de estocagem do produto.

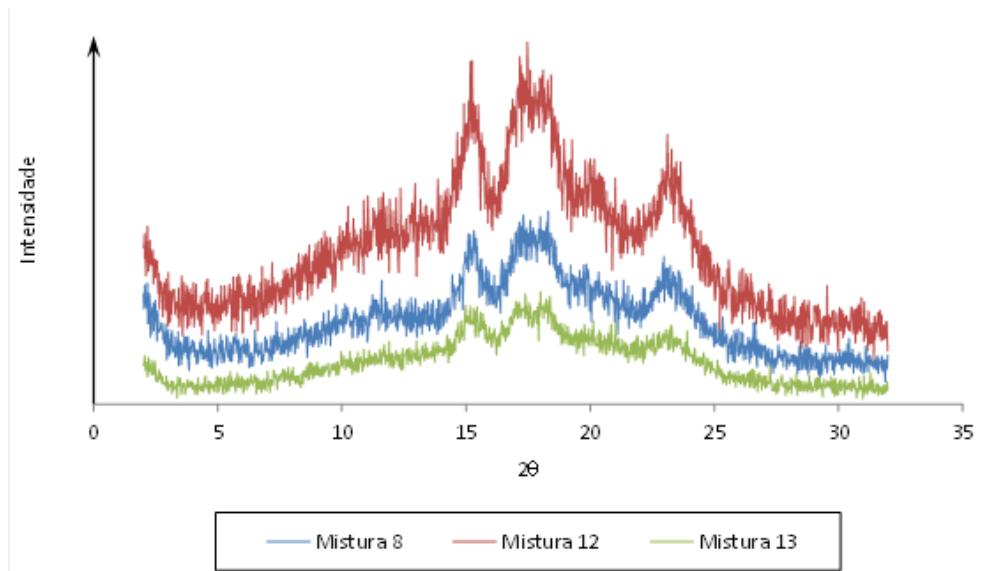
A contagem do mingau sem aromatizante apresentou resultados superiores quando comparados ao mingau com aromatizante obtidos na **Tabela 25**.

#### 4.5 Caracterização das Propriedades de Cristalinidade, Calorimétricas e de Microestrutura

##### 4.5.1 Difração de Raio X da Mistura (não extrudada)

Na **Tabela 26**, estão apresentados os valores de cristalinidade e amorfo das misturas de cascas e albedo de maracujá e arroz.

A **Figura 39** mostra os difratogramas de raios X para mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.



**Figura 39.** Difratogramas de raios X obtidos para a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz das amostras T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>.  
Autora: Valéria F. de Souza.

Verifica-se portanto, que a partir da intensidade de pico (CPS) como parâmetro de 2000 CPS com dois (2) picos ou mais- 280 CPS incluindo um (1) pico a característica das amostras T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> de misturas de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentam baixa cristalinidade conforme **Figura 39**.

**Tabela 26.** Resultados do índice de cristalinidade da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Amostras        | (%) Cristalinidade | (%) Amorfos |
|-----------------|--------------------|-------------|
| T <sub>8</sub>  | 30,7               | 69,3        |
| T <sub>12</sub> | 29,5               | 70,5        |
| T <sub>13</sub> | 26,2               | 73,8        |

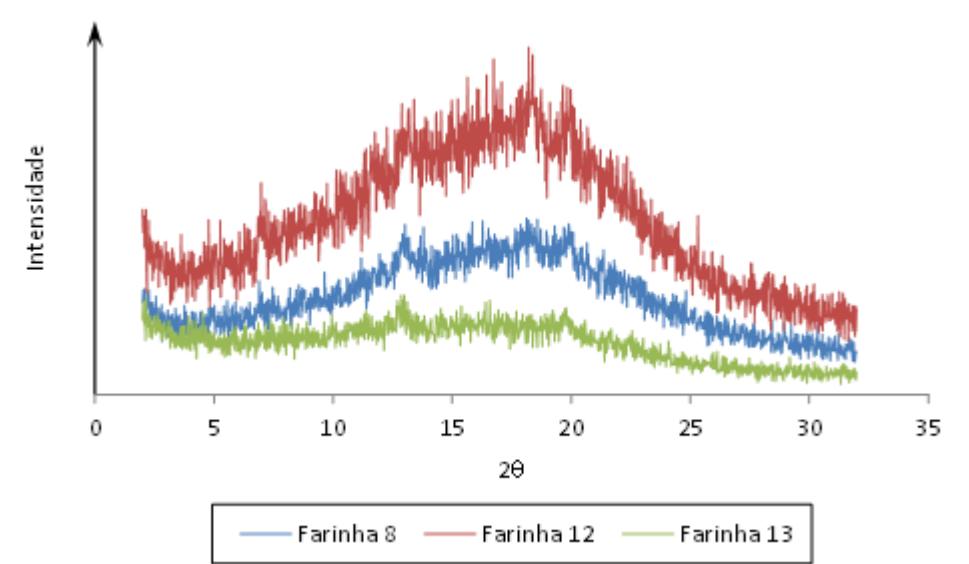
As amostras de mistura T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentaram percentual cristalinidade maior (**Tabela 26**) que as amostras de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 27**). Por outro lado, Alves e Rodolfo (2006) afirmaram que quanto mais regular for o polímero e, em termo de distribuição de grupamento periférico (ramificações), mais propensa será a cristalização.

O grau de cristalinidade dos amidos é proporcional à sua composição, os amidos regulares são compostos de 70 a 80% por amilopectina e de 20 a 30% por amilose (LIMA e ANDRADE, 2010; MORISSON e LAIGNELET, 1983).

O percentual de cristalinidade obtidos para mistura e farinha de cascas e entrecascas de maracujá e arroz (**Tabelas 26 e 27**) estão de acordo com a literatura, que relata que o percentual de cristalinidade para os amidos regulares deve estar alcançado entre 20% e 45% (VAN SOEST e VLIEGENTHART, 1997).

Analizando o percentual amorfo da mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz variaram de 69,3 a 73,8.

#### 4.5.2 Difração de Raio X da Farinha (extrudada)



**Figura 40.** Difratogramas de raios X obtidos para a farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz das amostras T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>.

Autora: Valéria F. de Souza.

A **Figura 40** mostra o difratograma da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Pode ser observado que o processamento por extrusão das farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz das amostras T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> apresentou baixa cristalinidade. De acordo com Ascheri e Carvalho (2014) relataram que dentro do extrusor o material é progressivamente comprimido e transformado em uma massa densa sólida e compacta, na qual há uma perda da estrutura cristalina dos grânulos de amido. Por outro lado Alves e Rodolfo Jr. (2006) relataram também que a região cristalina é destruída durante o processo de gelificação e fusão. Isto pode ser explicado pelo fato do processo de gelificação ocorrer uma desintegração de vários níveis morfológicos através da combinação de temperatura, pressão e tensão local acompanhado pelo desenvolvimento de um fundido mais ou menos homogêneo.

Desse modo, o estado físico do amido durante a extrusão pode ser considerado a mudança de um polímero parcialmente cristalino para um polímero fundido que foi homogeneizado pelo cisalhamento empregado. Em comparação com a **Figura 39** na pré-extrusão durante o processo da mistura ocorreu uma homogeneização dos ingredientes (farinha de arroz e farinha de maracujá) e adição de água sem sofrer tratamento térmico. Isto pode ser explicado pelo fato que a cristalinidade da mistura foi maior que a cristalinidade da farinha. Portanto, a farinha ocorreu maior perda da cristalinidade comparado a mistura. Por outro lado, Ascheri e Carvalho (2014) afirmam que a extensão da perda da cristalinidade em amidos é dependente da proporção entre amilose e amilopectina.

Na **Tabela 27**, estão apresentados os valores de cristalinidade e amorfo das farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz.

**Tabela 27.** Resultados do índice de cristalinidade da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| Amostras        | (%) Cristalinidade | (%) Amorfo |
|-----------------|--------------------|------------|
| T <sub>8</sub>  | 18,9               | 81,1       |
| T <sub>12</sub> | 23,1               | 76,9       |
| T <sub>13</sub> | 22,8               | 77,2       |

De acordo com os resultados obtidos dos tratamentos apresentados da **Tabela 27** observou-se presença de cristalinidade. Em comparação com **Tabela 26** os valores de índice de cristalinidade foram relativamente mais baixos que a mistura de casca e albedo de maracujá e arroz. Por outro lado, Shi et al. (1998) afirmaram que uma cristalinidade menor não é necessariamente sinônimo de menor ordenação molecular nos grânulos e sim um indicativo do menor tamanho dos cristais.

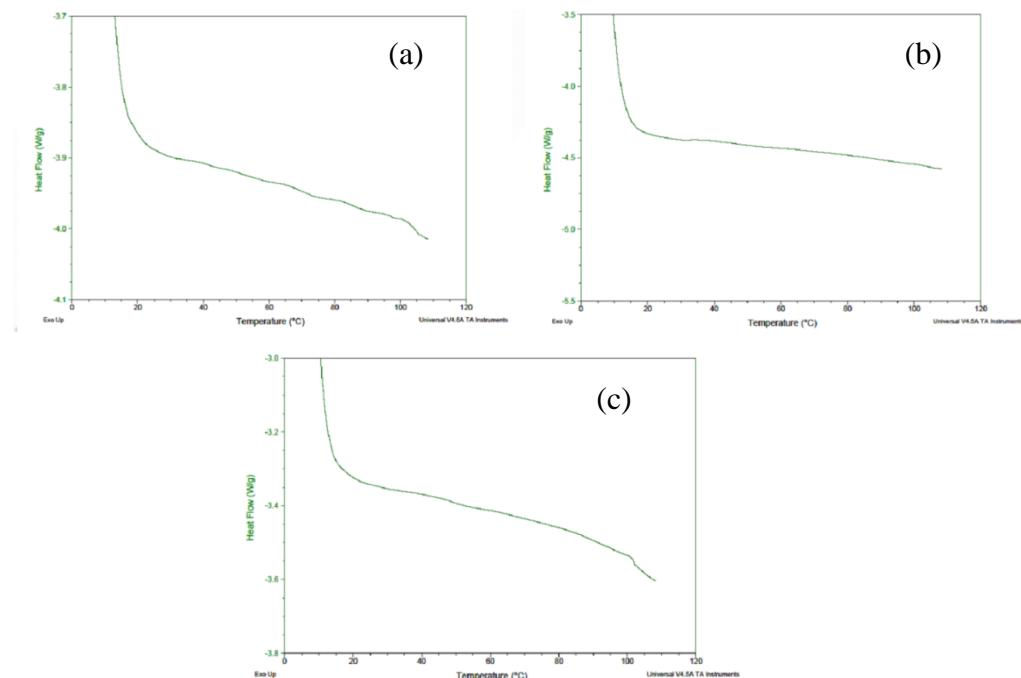
Assim, pelo presente estudo verifica-se que o percentual cristalino da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 27**) apresentou resultados inferiores que Lima et al. (2012) para amido de milho, fécula de batata e banana verde contendo (32%, 36% e 33%).

Analizando o percentual amorfo da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 27**) apresentou resultados maiores que a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 26**). Por outro lado, Ross (1998) afirmou que o aumento do percentual amorfo pode ser relacionado à mudança na configuração da cadeia, ou seja, durante a extrusão há rompimentos de ligações químicas, quebras de cadeias e/ou fusão da região cristalina.

O percentual amorfo da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes comparado ao citado por Andrade et al. (2013a) identificaram que houve uma tendência ao aumento do percentual amorfo após o processamento.

#### 4.5.3 Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC)

Na **Figura 41** estão apresentados os resultados de calorimetria diferencial de varredura dos melhores tratamentos (T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub>).



**Figura 41.** Termogramas de DSC de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz processada dos tratamentos: (a) T<sub>8</sub>; (b) T<sub>12</sub> e (c) T<sub>13</sub>.

Autora: Valéria F. de Souza.

A análise dos dados do DSC mostrou ter ocorrido diferença significativa para a temperatura inicial e temperatura final entre os melhores tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> (**Figura 41**). Estes resultados evidenciam a interferência das quantidades de arroz nas formulações.

Os valores observados para a farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz nos tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> (15°C, 10°C, 10°C) para temperatura inicial e (85° a 110°C, 110°C e 115°C) para a temperatura final. No tratamento T<sub>13</sub> em que se utilizou a maior porcentagem de farinha de cascas e albedo de maracujá (18,4%), observou-se uma diferença um pouco maior a temperatura inicial, o que se justifica a utilização de maior energia térmica.

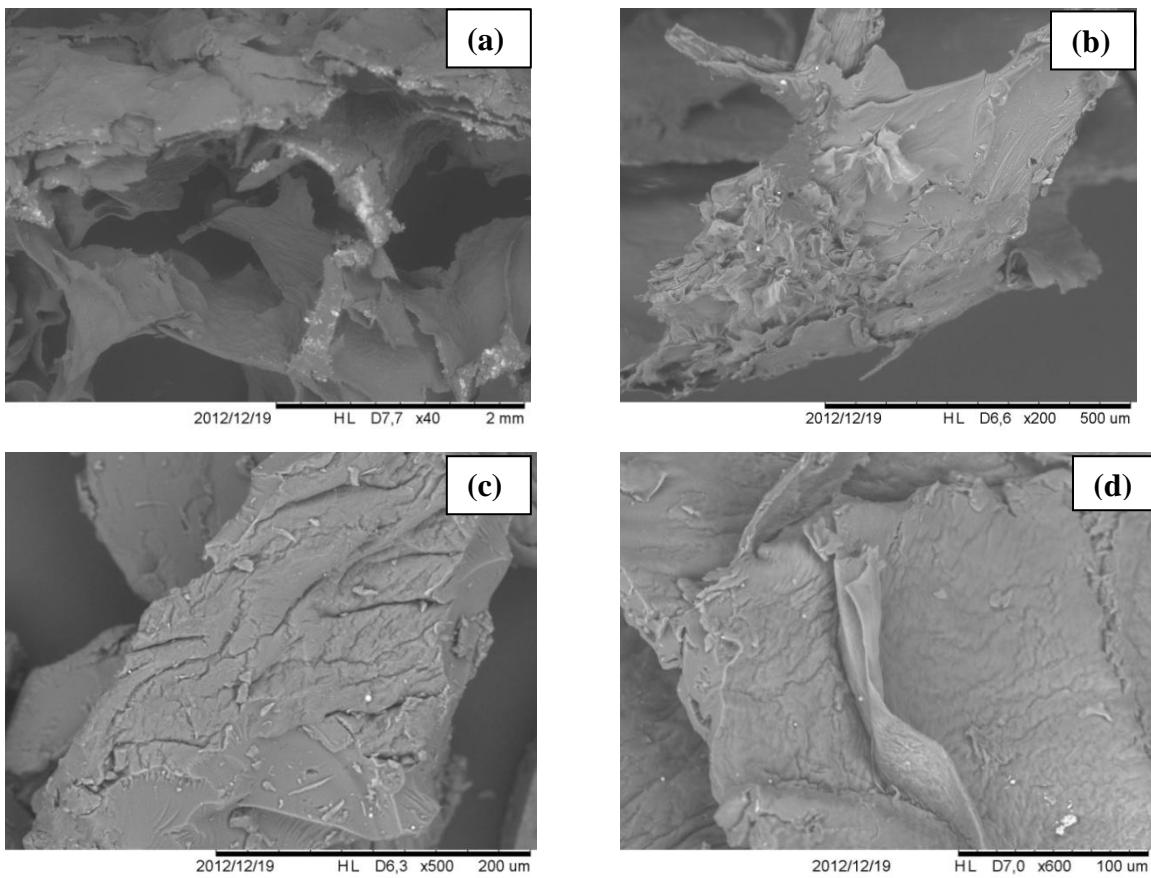
Estudo realizado por Lustosa et al. (2009) avaliando a produção de farinha pré-cozida de mandioca no efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta, observaram que ocorreu as temperaturas de gelatinização da farinha de mandioca (64,26, 68,08 e 72,82°C) para temperatura inicial, temperatura de pico e temperatura final, respectivamente. Em comparação com o presente estudo, justifica-se na farinha mista extrudada com cascas e albedo de maracujá e arroz nos diferentes tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> não houve entalpia de gelatinização mostrando que o componente amiláceo (arroz) nos tratamentos foi gelatinizado (**Figura 41**). Por outro lado, Trombini e Leonel (2010) mostraram que, o uso da farinha de soja, fécula e farelo de mandioca apresentou diferença significativa para a temperatura de pico e entalpia de gelatinização entre as misturas 5 e 8.

De acordo com Alves e Rodolfo Jr. (2006) relataram que temperaturas de processamento padrão, como por exemplo, entre 180 e 200°C para extrusão, não são altas suficiente para fundir todos os cristalitos. Apenas uma fusão parcial ocorre. A parte cristalina que se fundiu pode recristalizar durante o resfriamento, e uma nova ordem cristalina pode ser criada denominada “cristalização secundária”, além daquela proporcionada pelos cristais que não fundiram durante o processamento, denominados como cristais primários.

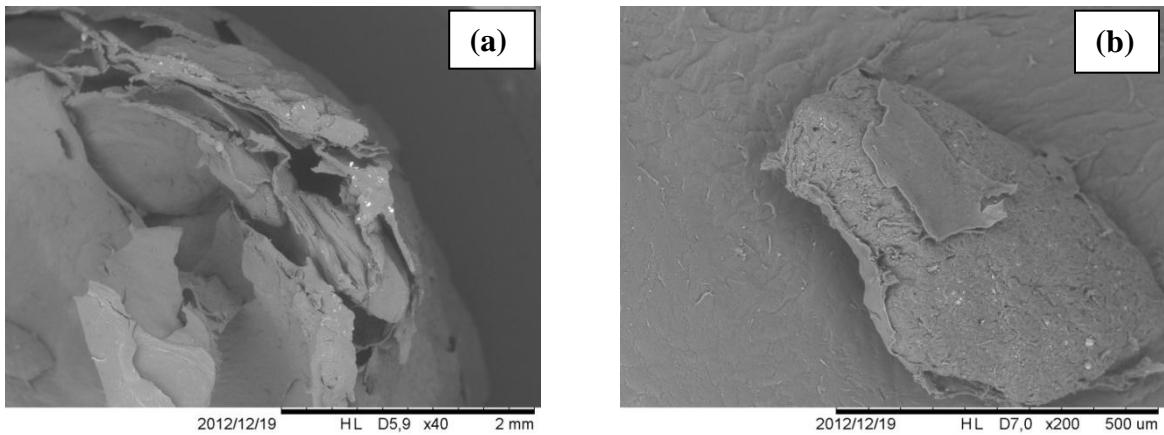
#### 4.5.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Durante o processo de extrusão termoplástica em extrusora monorosca por expansão direta os “snacks” contribuíram com a textura crocante do produto final.

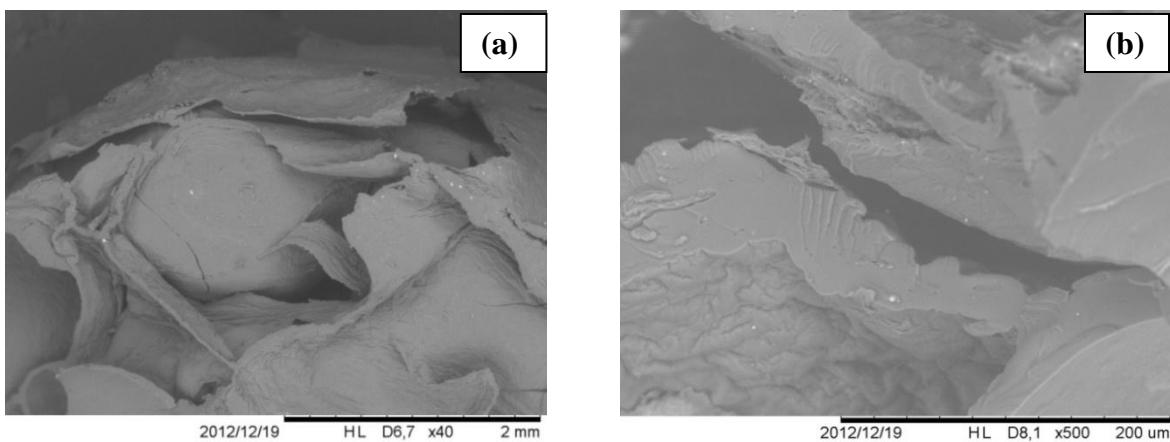
A MEV em amostras de extrudados expandidos diretos (*snacks*) de cascas e albedo de maracujá e arroz, distingue a estrutura dos constituintes das misturas. Essas estruturas foram observadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) de corte transversal utilizadas nas formulações bem como das amostras T<sub>8</sub> (**Figuras 42**), T<sub>12</sub> (**Figuras 43**) e T<sub>13</sub> (**Figuras 44**) com suas fibras intactas, sem nenhuma alteração ou ruptura da parede celular. Por outro lado, Borba, Sarmento e Leonel (2005) estudaram o efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrudados da farinha de batata doce e observaram que a farinha de batata doce extrudada visualizada em microscópio eletrônico de varredura mostrou-se como uma massa compacta, amorfa, nota-se que não permite diferenciar grânulos de amido e material não amiláceo.



**Figura 42.** Imagens obtidas por T<sub>8</sub>: Aspecto dos *snacks* elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em microscópio eletrônico de varredura (MEV); (A)40 X; (B)200 X, (C)500 X e (D) 600 X.  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 43.** Imagens obtidas por T<sub>12</sub>: Aspecto dos snacks elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em microscópio eletrônico de varredura (MEV); (A) 40 X; (B) 200 X.  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 44.** Imagens obtidas por T<sub>13</sub>: Aspecto dos snacks elaborados de cascas e albedo de maracujá e arroz por extrusão, vistos em microscópio eletrônico de varredura(MEV); (A)40 X, (B) 500 X.

Autora: Valéria F. de Souza.

Ascheri e Carvalho (2010) verificaram que à fração amilácea, o efeito do cisalhamento mecânico junto com a temperatura acarreta a perda da estrutura granular do amido. No entanto, conforme o cisalhamento (cozimento) aumenta, o grau de modificação do amido também aumenta. Essa destruição por efeito de dano mecânico do grânulo, observada em condições de alto cisalhamento dos extrudados expandidos diretos, contribui para o aumento da absorção de água em temperatura ambiente. Nesta condição a exposição à análise do MEV as amostras de farinhas extrudadas de cascas e albedo de maracujá e arroz, não apresentam estruturas visíveis e sim massa homogênea. De acordo com Ascheri e Carvalho (2010), relatam que a fração protéica é responsável pela manutenção da microestrutura do extrudado formado, e, consequentemente, influencia a textura do produto final. Portanto, a ação do cisalhamento e do calor, influência na digestibilidade das proteínas e a disponibilidade de fatores antinutricionais, devido à alteração de sua estrutura molecular (desnaturação), contribuindo com maior valor biológico da proteína. Isto se explica pelo fato que durante a extrusão termoplástica ocorre a modificação das proteínas até um nível que é benéfico, porém podendo ser prejudicial quanto o tratamento excede, reduzindo a quantidade e qualidade do aminoácido (lisina) do arroz.

#### 4.6 Avaliação do Cianeto Total das Farinhas Mistas

Na **Tabela 28** estão apresentados os teores de compostos cianogênicos totais (CCT), em base seca (b.s), das farinhas dos melhores tratamentos.

**Tabela 28.** Análise de cianeto nas farinhas mistas de cascas e albedo de maracujá e arroz

| Cianetos (mg/Kg) | Limite de Detecção | Limite de Quantificação | Resultados                                     |
|------------------|--------------------|-------------------------|--|
| T <sub>8</sub>   | 0,01               | 0,05                    | Não detectado acima do limite de quantificação |
| T <sub>12</sub>  | 0,01               | 0,05                    | Não detectado acima do limite de quantificação |
| T <sub>13</sub>  | 0,01               | 0,05                    | Não detectado acima do limite de quantificação |

No presente estudo, os resultados obtidos conforme a **Tabela 28** para todas as amostras apresentadas ( $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$ ) não foi detectado cianeto na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Assim, pelo presente estudo verifica-se que as farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes relatado por NASCIMENTO (2014) para farinhas dos caroços de ababate, jaca e seriguela com valores de limite de detecção (0,01) e limite de quantificação (0,05). Portanto, ambas farinhas não apresentam risco de saúde para o consumidor.

Segundo Montgomery (1969) verificou que a dose letal de HCN para humanos foi estimada entre 0,5 mg/kg e 3,5 mg/kg de peso corpóreo. Por outro lado, ASSAN (1988) citou o risco de intoxicação aguda com doses acima de 1 mg/kg de peso corpóreo.

Com relação aos resultados, no processo utilizado por extrusão observou-se uma redução dos valores de cianeto total do produto final em farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz dos tratamentos apresentados o que representa valor inferior aos limites seguros. Os ensaios ( $T_8$ ,  $T_{12}$  e  $T_{13}$ ) utilizados no processo de extrusão apresentaram baixo teor de umidade contribuindo para um alto cisalhamento e alta pressão na (zona de transição) reduzindo dessa forma os compostos cianogênicos. Observou-se que os baixos teores de compostos cianogênicos totais nas farinhas obtidas devem-se o seu uso às altas temperaturas utilizadas na 2<sup>a</sup> zona (transição com temperatura de 100°C) e na 3<sup>a</sup> zona (alta pressão com temperatura de 120° e 150°C).

Deve ser levado em consideração que na pós- extrusão considerada a última etapa da extrusão, a secagem dos extrudados a 70°C durante 4 horas também contribuiu para a redução do cianeto total da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Assim, a farinha produzida foi utilizada na elaboração dos biscoitos sem risco aos julgadores para o consumo.

Neste experimento, o teor de cianeto na farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz (**Tabela 28**), apresentou valores inferiores aos observados por CHISTÉ e COHEN, 2008; DEL-VECHIO et al., 2005; MATSUURA, 2005. Todavia, o cozimento desta farinha está relacionada com o processo de extrusão associada à combinação amilácea do arroz.

Constatou-se que os menores teores observados neste trabalho, devem-se provavelmente, a formulação, o amiláceo (arroz) e as condições do processo de extrusão. Confrontando os resultados deste estudo com o de outros autores, observou-se valores superiores de cianeto aos descritos por Chisté e Cohen (2008) a fermentação combinada com hidrólise ácida, e a fermentação sozinha, houve redução do teor de cianeto em 95 e 87,84%, e aos por Del-Vechio et al. (2005) verificou a influência do efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita spp.*) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos e relatou que o cozimento (100°C por 10 minutos) acarretou redução nos níveis de cianeto apresentando-se mais eficiente que a tostagem (100°C por 90 minutos) e aos por Matsuura (2005) para imersão em salmoura na proporção de 15:1 (salmoura:albedo) durante 48 horas resultou na redução de 96,7%.

Processamentos empregados para redução de glicosídeos cianogênicos e suas aplicações por Chisté e Cohen (2008), mostraram que o processo de fabricação da farinha de mandioca, que leva à produção da farinha seca e d'água, pode dar origem a produtos diferenciados com relação aos teores de cianeto em dependência de alguns fatores, como: a forma como o processo ocorre, se artesanal ou mecanizado; tipo de cultivar; idade da planta; tipo de solo; entre outros. Todos esses fatores podem originar plantas com diferentes concentrações de ácido cianídrico. Por outro lado, Leoro (2007) estudou o farelo de maracujá e relatou o teor de composto cianogênico na faixa de 748,3mg/Kg pelo método colorimétrico, usando reagente de cor de ácidos isonicotínico e barbitúrico. Conforme Dufour (1988) verificou que quantificar os teores de cianeto em mandioca é de extrema importância principalmente pelo alto consumo de produtos crus ou processados de forma incorreta.

#### **4.6.1 Avaliação do Cianeto Total de Farinha de cascas e albedo de maracujá**

**Na Tabela 29** estão apresentados os teores de compostos cianogênicos totais (CCT) da farinha de casca e albedo de maracujá.

**Tabela 29.** Análise de cianeto na farinha de casca e albedo de maracujá.

| <b>Cianetos<br/>(mg/Kg)</b> | <b>Limite de Detecção</b> | <b>Limite de Quantificação</b> | <b>Resultados</b> |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Amostra A                   | 0,001                     | 0,005                          | 0,016             |

Estudo realizado por Ikediobi et al. (1980) relataram são necessários teores de 5 a 10 mg. 100 g<sup>-1</sup> de ácido cianídrico nos produtos para estes serem considerados tóxicos. Entretanto, o teor de cianeto obtido neste trabalho para a farinha de cascas e albedo de maracujá mostrou baixa toxicidade. Por outro lado, Leoro (2007) relatou o teor de cianogênico na farinha de casca de maracujá com valor de 784,30 mg/Kg pelo método de colorimetria.

Os resultados apresentados na **Tabela 29** para a farinha de casca e albedo de maracujá observou-se presença de cianeto total. Em comparação com a **Tabela 30** os valores de cianetos totais foram relativamente mais baixos do que a fibra de maracujá industrializada.

O processamento convencional utilizando apenas a secagem das cascas e albedo de maracujá à temperatura de 70°C durante 24 horas não foi suficiente para a redução do cianeto total. Por outro lado, em comparação com a **Tabela 28** o processo de extrusão utilizado foi eficaz para a eliminação do cianeto total. Portanto, são necessárias investigações referentes aos efeitos do processo elaborados com casca de maracujá, devido ao alto interesse no resíduo desse produto.

#### **4.6.2 Avaliação do Cianeto Total de Fibra de Maracujá Industrializadas**

**Tabela 30.** Análise de cianeto na fibra de maracujá industrializada.

| <b>Cianetos<br/>(mg/Kg)</b> | <b>Limite de Detecção</b> | <b>Limite de Quantificação</b> | <b>Resultados</b> |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Amostra A                   | 0,02                      | 0,10                           | 2,770             |
| Amostra B                   | 0,02                      | 0,10                           | 3,856             |
| Amostra C                   | 0,02                      | 0,10                           | 0,37              |

De acordo com os resultados obtidos das amostras apresentadas da **Tabela 30** observou-se presença de cianeto total nas fibras de maracujá industrializada. As fibras comercializadas considera-se imprópria para o consumo.

#### **4.6.3 Avaliação do Cianeto Total de Farinha de Biscoito de Fibra de Maracujá Industrializada**

**Tabela 31.** Análise de cianeto da Farinha de Biscoito de Fibra de Maracujá Industrializada.

| <b>Cianetos<br/>(mg/Kg)</b> | <b>Limite de Detecção</b> | <b>Limite de Quantificação</b> | <b>Resultados</b> |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Amostra A                   | 0,02                      | 0,10                           | < 0,10            |

De acordo com o resultado obtido da **Tabela 31** para a farinha de biscoito de fibra de maracujá industrializada observou-se presença de cianeto total. Em comparação com a **Tabela 30** os valores apresentados de cianeto total foi inferior a fibra de maracujá industrializada. Deve ser levado em consideração que o forneamento do biscoito ao forno elétrico a uma temperatura de 220°C durante 12 minutos contribuíram para a redução do cianeto total.

## 4.7 Análise Sensorial

### 4.7.1 Análise dos Produtos Panificáveis (Biscoitos)

A **Tabela 32** apresenta as médias das notas atribuídas pelos julgadores da aceitabilidade quanto aos atributos aparência, aroma, sabor e textura das formulações elaboradas dos biscoitos sem glúten formulados à base de arroz e cascas e albedo de maracujá em diferentes proporções.

**Tabela 32.** Médias e desvio padrão do teste de aceitação sensorial dos biscoitos tipo *cookies* utilizando concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá adicionada a farinha de arroz.

|           | <b>Fb<sub>8</sub></b><br>5%* |                     | <b>Fb<sub>12</sub></b><br>10%* |                     | <b>Fb<sub>13</sub></b><br>18,4%* |                     |
|-----------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| Aparência | 6,26                         | ± 1,91 <sup>b</sup> | 5,82                           | ± 1,97 <sup>b</sup> | 6,98                             | ± 1,50 <sup>a</sup> |
| Aroma     | 6,91                         | ± 1,44 <sup>a</sup> | 5,91                           | ± 1,74 <sup>b</sup> | 6,75                             | ± 1,45 <sup>a</sup> |
| Sabor     | 6,70                         | ± 1,55 <sup>a</sup> | 5,41                           | ± 2,11 <sup>b</sup> | 6,63                             | ± 1,62 <sup>a</sup> |
| Textura   | 6,90                         | ± 1,50 <sup>a</sup> | 4,72                           | ± 1,95 <sup>b</sup> | 7,06                             | ± 1,49 <sup>a</sup> |
| Aceitação | 6,68                         | ± 1,50 <sup>a</sup> | 5,26                           | ± 1,95 <sup>b</sup> | 6,75                             | ± 1,49 <sup>a</sup> |

Letras diferentes em cada linha significa que as amostras foram significativamente diferentes ( $p<0,05$ )

\*Porcentagem da farinha de cascas e albedo de maracujá incorporada à farinha de arroz.

Conforme mostra a **Tabela 32**, as formulações Fb<sub>13</sub> e Fb<sub>8</sub> apresentaram maior índice de aceitabilidade. Os biscoitos obtidos através da incorporação de farinha de cascas e albedo de maracujá à farinha de arroz, na proporção de 18,4% da formulação Fb<sub>13</sub> foi a mais aceita sensorialmente com nota média de 6,75 valor que corresponde ao intervalo de nota 6 e que representa, respectivamente, “gostei ligeiramente” o que gerou uma maior aceitabilidade por parte dos julgadores.

Na **Tabela 32**, verifica-se que a formulação Fb<sub>12</sub> com 10% de farinha de cascas e albedo de maracujá apresentou o menor índice de aceitabilidade em relação as formulações Fb<sub>13</sub> e Fb<sub>8</sub>. Portanto, a formulação Fb<sub>12</sub> foi considerado pelos julgadores com nota média de 5,26 valor que corresponde ao intervalo de nota 5 e que representa, respectivamente, “não gostei e nem desgostei”. Por outro lado, Abud e Narain (2009) estudaram a incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos sendo uma alternativa de combate ao desperdício e constataram que o uso de 10% para os resíduos de goiaba, maracujá, umbu e acerola, foi a mais aceita, tanto pela avaliação geral (aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação) quanto pela escolha da melhor formulação do biscoito. Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) estudaram a caracterização e aceitabilidade de biscoitos preparados com farinha sem glúten e identificaram que os valores médios da aceitabilidade da formulação B (7,68 %) foram maiores que as demais amostras para os atributos sabor, aparência e textura. Já para os autores Cervantes et al. (2010) relataram o estudo da aceitação sensorial de biscoito de polvilho elaborado com farinha de okara e análise de dados com metodologia de penalty

analysis e afirmaram que os biscoitos adicionados de 10% de farinha de okara a sua formulação, obteve melhor aceitabilidade em relação a aceitação global e aparência. Por outro lado, Andrade (2013) estudou a elaboração e aceitabilidade dos biscoitos enriquecidos com farinha de banana verde e mencionaram que o biscoito com adição de 10, 20 e 30% da farinha de banana verde é viável o seu uso, portanto os resultados obtidos da análise sensorial relataram aceitabilidade satisfatória dos biscoitos com relação aos atributos de aparência, cor, sabor e odor. Provavelmente essas diferenças são consequências do equipamento utilizado para a moagem, granulometria da farinha, formulação dos ingredientes utilizados na massa, do processo e da temperatura *versus* o tempo de forneamento.

Lambert et al. (2006) relataram que os principais atributos de qualidade dos biscoitos como exemplo podemos citar a aparência, sabor e textura.

De acordo com a **Tabela 32**, os tratamentos diferiram estatisticamente entre si ( $p<0,05$ ) em relação à aparência sendo que a amostra que obteve maior aceitação pelos julgadores foi a formulação Fb<sub>13</sub> (6,98) como um produto de aparência geral significativamente superior as formulações Fb<sub>8</sub> (6,26) e Fb<sub>12</sub> (5,82). E a de menor pontuação neste quesito foi a formulação Fb<sub>12</sub>. As formulações Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>12</sub> possuem aparência geral similar e inferior à aparência de Fb<sub>13</sub>. Esses índices são muito superiores se (**Tabela 32**) comparados aos biscoitos elaborados com farinha de soja e arroz e farelo de arroz desenvolvidos por MARIANI (2010) que obteve escore médio (5) para o atributo aparência.

Os resultados apresentados (**Tabela 32**) indicam que os biscoitos com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentaram melhores notas do atributo aparência que aqueles obtidos por (MARIANI, 2010). Por outro lado, Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) elaboraram diversas formulações de biscoitos com farinha sem glúten, utilizando farinha de quinoa e fécula de batata, onde verificaram que a maior aceitação no atributo aparência foi a formulação B (7,68) seguida das formulações D e C (7,63 e 7,29). Cervantes et al. (2010) estudaram a aceitação sensorial de biscoito de polvilho elaborado com farinha de okara e observaram médias maiores (7,8 e 7,8) para o atributo aparência quando os biscoitos foram formulados com adição de 10% de farinha de okara (formulação 1) e com substituição de 10% de polvilho azedo por farinha de okara (formulação 3). Esses resultados apresentados da farinha sem glúten com farinha de quinoa e fécula de batata citado por Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) e farinha de okara com polvilho citado por Cervantes et al. (2010) podem ser considerados superiores comparados as formulações com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz em relação ao atributo aparência.

Cervantes et al. (2010) relatam quando a substituição de 20% de polvilho azedo por farinha de okara (formulação 4) identificaram que houve influência negativa na aparência do biscoito.

Neste estudo encontramos valores superiores quanto à aparência para *cookies* formulados com 18,4 % de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz em comparação aos encontrados por NASCIMENTO (2014) para a farinha de caroço de abacate e jaca.

A **Tabela 32** mostra que a diferença de aroma dos tratamentos diferiram estatisticamente entre si ( $p<0,05$ ). A formulação Fb<sub>12</sub> (**Tabela 32**) apresentou menos aroma que os demais. Já a formulação Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>13</sub> apresentaram semelhanças nas suas características aromáticas. Esses índices são muito inferiores se (**Tabela 32**) comparados aos biscoitos elaborados com adição de 10% nas formulações de farinhas com caroços de abacate, jaca e seriguela desenvolvidos por NASCIMENTO (2014).

Em relação ao atributo sabor na **Tabela 32**, foi demonstrado diferença estatística significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos. A formulação Fb<sub>12</sub> apresentou (5,41) menos sabor que os outros, obtendo a menor média de avaliação. Já as Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>13</sub> (6,70 e 6,63) apresentaram semelhanças neste atributo. Por outro lado, os biscoitos com farinha sem glúten (quinoa e fécula de batata) elaborados por Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) apresentaram para o atributo sabor a formulação B (7,05) maior aceitabilidade.

Valores superiores quanto ao sabor foram mencionados para os *cookies* nas formulações Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>13</sub> em comparação aos determinados por NASCIMENTO (2014) para a farinha de caroço de abacate.

Os resultados obtidos do atributo sabor, conforme os autores citados acima, os valores foram maiores comparados aos biscoitos tipo *cookies* processados com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz. Portanto, essas diferenças são consequência dos diferentes ingredientes usados para a elaboração dos biscoitos e o tempo de cocção.

Bourne (2002) define que o sabor é um dos atributos mais apreciado em um alimento e o principal fator de rejeição é a textura. Por outro lado, Esteller, Amaral e Lannes (2004) relataram que a textura de um produto pode ser avaliado por meios instrumentais ou sensoriais.

Quanto à textura, apresentada na **Tabela 32**, a amostra que apresentou alta aceitabilidade foi a formulação Fb<sub>13</sub> (7,06) e a que menos pontuou neste quesito foi a formulação Fb<sub>12</sub> (4,72). A formulação Fb<sub>12</sub> apresentou textura muito macio com relação aos demais. As formulações Fb<sub>13</sub> (7,06) e Fb<sub>8</sub> (6,90) apresentaram texturas semelhantes. Giovanella, Schlabitz e Souza (2013) elaboraram quatro formulações de biscoitos com farinha sem glúten, utilizando farinha de quinoa e fécula de batata, e obtiveram no atributo textura valor maior de aceitação na formulação B (7,41), seguida das C e D (7,23 e 7,21). Assim, pelo presente estudo verifica-se que os resultados apresentados para a textura de biscoitos com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram inferiores quando comparados as três formulações de biscoito processadas com farinha sem glúten e farinha de quinoa e fécula de batata.

Os elevados valores de textura observados no presente estudo foram as formulações Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>13</sub> em comparação aos encontrados por NASCIMENTO (2014) para a farinha de caroço de abacate.

Por outro lado, Lambert et al. (2006) relata que a importância da textura dos biscoitos vem sendo reconhecida pelos julgadores e, variações na textura pode ocorrer devido as mudanças nos ingredientes e no processamento.

#### **4.7.2 Intenção de compra de biscoito do tipo *cookies***

Os diferentes tipos de biscoitos das melhores formulações Fb<sub>8</sub>, Fb<sub>12</sub> e Fb<sub>13</sub> avaliados individualmente pelos julgadores quanto à intenção de compra apresentaram as porcentagens mostradas na **Tabela 33**, conforme uma escala de sete pontos variando de 1 “definitivamente não compraria” a 7 “definitivamente compraria”.

**Tabela 33.** Resultados do teste de intenção de compra dos biscoitos tipo *cookies* utilizando diferentes concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá adicionada à farinha de arroz.

| Formulações               | Compraria (%) | Talvez comprasse (%) | Não compraria (%) |
|---------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Fb <sub>8</sub> - 5%*     | 48            | 52                   | 0                 |
| Fb <sub>12</sub> - 10% *  | 6             | 64                   | 30                |
| Fb <sub>13</sub> - 18,4%* | 40            | 60                   | 0                 |

\*Porcentagem da farinha de cascas e albedo de maracujá incorporada à farinha de arroz.

Fb: Formulação do biscoito

Em relação aos biscoitos tipo *cookies* formulados com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz, os julgadores demonstraram maior intenção de compra para as formulações Fb<sub>8</sub> (com 5% farinha de cascas e albedo de maracujá e 95% farinha de arroz) e Fb<sub>13</sub> (com

18,4% farinha de cascas e albedo de maracujá e 81,6% farinha de arroz), sendo a intenção de compra inferior para a formulação Fb<sub>12</sub>. A formulação Fb<sub>8</sub> com menores resultados para talvez comprasse o biscoito, além de percentuais melhores para Fb<sub>12</sub> e Fb<sub>13</sub> e definitivamente não compraria o Fb<sub>8</sub> e Fb<sub>13</sub>. Neste estudo, verifica-se que os biscoitos *cookies* da formulação Fb<sub>8</sub> contendo 5% de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentou resultados semelhantes encontrado por Nascimento (2014) para biscoitos formulados com 10% farinha do caroço de abacate. Por outro lado, resultados superiores foram encontrado por Feddern et al. (2011) que estudaram avaliação física e sensorial de biscoitos tipo *cookie* adicionados de farelo de trigo e arroz e constataram que a intenção de compra, de 31% dos julgadores comprariam os biscoitos elaborados contendo 10 e 30% de farelo de arroz e de 32 a 43% comprariam contendo 15, 30 e 45% de farelo de trigo e relatados por Nascimento (2014) para os biscoitos formulados com farinha de caroços de jaca e seriguela.

Os resultados encontrados com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram inferiores quando comparados, com os de Andrade (2013) que desenvolveu biscoitos enriquecidos com farinha de banana verde, e segundo os julgadores, o maior percentual de intenção de compra foi para o biscoito contendo 30% de farinha de banana verde com 47% de aceitabilidade; a formulação contendo 10% de farinha de banana verde com a intenção de compra, em que 45% “certamente compraria” esse produto; e a formulação contendo 20% de farinha de banana verde apresentou 40% como resultados “possivelmente compraria”.

#### **4.7.3 Opinião dos julgadores da avaliação sensorial dos biscoitos tipo *cookie***

O **Quadro 1** mostra a opinião dos jugadores na avaliação da aceitabilidade e rejeição dos biscoitos de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

| <b>Quadro 1- Opinião dos julgadores com relação à aceitação e rejeição de biscoito</b>                     |  |
|--|--|
| Aceitação  | Rejeição   |
| Porque R\$ 2,50 é o preço ideal.   | Alimentos saudáveis tem que ser acessíveis por todos.  |
| Só pelo fato das características nutricionais  | Estes produtos tem que se tornar competitivos aos tradicionais   |
| O valor de R\$ 4,00 compraria pela questão nutricional ideal aliada ao sabor do produto.                   | Há biscoitos também saborosos no mercado com as mesmas características nutricionais.   |
| Pagaria esse valor porque acho justo em relação às características nutricionais.                           |  |
| Acho que o consumo de alimentos saudáveis devem ser incentivados (com valor mais alto, isso não ocorreria) | Porque não tenho problemas com o glúten e nem sou muito ligada a questões nutritivas de um biscoito. Consumo para facilitar na rotina. Procuraria essas vantagens no pão, pois é o meu maior consumo diário. |
|  | Assumindo nunca ter experimentado, não pagaria mais que o de uma marca conhecido.  |
|  | Muito ruim   |
|  | Não tenho problemas com glúten e não pagaria mais por um produto sem glúten embora reconheça a necessidade da oferta deste tipo de produto.  |
|  | Porque é o preço do mercado  |
|  | Biscoito não faz parte da minha dieta preferida  |
|  | O produto novo é mais nutritivo não precisa ser mais caro. Haja visto haver outros produtos similares que apresentem a mesma riqueza nutricional.  |
|  | Falta ter um sabor mais pronunciado. Se fosse mais gostoso eu pagaria.   |
|  | Pois o mercado tem outros biscoitos ricos em fibras.   |
|  | Não tenho essas necessidades especiais   |
|  | Porque eu preciso ingerir alimentos que já tenham essas características  |
|  | O sabor poderia ser mais acentuado, assim como sua aparência poderia ser mais dourada.   |
|  | Não como biscoito como fonte de fibras e não tenho necessidade de biscoito isento de glúten. É um preço a mais que não faz parte de minhas necessidades nutricionais.  |
|  | Precisa ter um sabor melhor.   |

#### 4.7.4 Características sócio-demográficas do Teste de Aceitabilidade dos biscoitos cookie

As características sócio-demográficas dos julgadores que participaram do Teste de Aceitabilidade do biscoito de farinha de cascas e albedo de maracujá (**Tabela 34**).

**Tabela 34.** Características sócio-demográficas dos julgadores (N=100) que participaram do Teste de Aceitabilidade do Biscoito.

| Características   | Descrição                   | %  |
|---|-----------------------------|----|
| Sexo  | Feminino                    | 56 |
|   | Masculino                   | 44 |
| Idade   | 18-25                       | 40 |
|   | 26-35                       | 23 |
|   | 36-45                       | 20 |
|   | 46-55                       | 9  |
|   | 56-65                       | 8  |
|   | > 66                        | 0  |
| Grau de Escolaridade  | Fundamental                 | 1  |
|   | Médio Incompleto            | 2  |
|   | Médio                       | 9  |
|   | Universitário Incompleto    | 27 |
|   | Universitário Completo      | 15 |
|   | Pós-Graduação               | 46 |
| Ocupação  | Estudante                   | 49 |
|   | Professor                   | 3  |
|   | Pesquisador                 | 9  |
|   | Funcionário Público         | 36 |
|   | Serviços Gerais             | 3  |
|   | 1 a 5 SM                    | 28 |
| Renda Familiar Mensal<br>(salários mínimos- SM)*                    | >5 a 10 SM                  | 27 |
|   | >10 a 20 SM                 | 33 |
|   | >20 a 30 SM                 | 12 |
|   | > 30 salários mínimos       | 0  |
| Frequência de consumo   | 1x por mês                  | 5  |
|   | 1 x a cada 15 dias          | 9  |
|   | 1 x por semana              | 14 |
|   | 2 vezes por semana          | 38 |
|   | todos os dias               | 34 |
|   | mais de 1x por dia          | 0  |
| Quem compra o biscoito de consumo                                   | não consome                 | 0  |
|   | Eu mesma                    | 79 |
| Quem gosta de experimentar novas receitas                           | Outra pessoa                | 21 |
|   | Nota 1                      | 0  |
| Lançamento no mercado, qual o valor máximo a pagar por esse produto | Nota 2                      | 0  |
|   | Nota 3                      | 0  |
|   | Nota 4                      | 9  |
|   | Nota 5                      | 16 |
|   | Nota 6                      | 23 |
|   | Nota 7                      | 52 |
|   | Até R\$ 5,00 reais          | 69 |
|   | R\$ 6 a 10,00 reais         | 30 |
|   | R\$ 11 a 15,00 reais        | 0  |
|   | R\$ mais de R\$ 15,00 reais | 1  |
|   | Não                         | 0  |

\*Valor do salário mínimo considerado= R\$ 678,00 (2014)

Os resultados encontrados quanto ao perfil sócio-demográfico dos participantes do Teste de Aceitabilidade considerando-se os diferentes sexos (**Tabela 34**) nota-se que a maioria dos julgadores (56%) foi do sexo feminino.

Na **Tabela 34** observa-se que os resultados se referem à faixa etária de 18 a 25 anos, caracterizando com 40% o maior grupo dos participantes.

A escolaridade foi alta, pois para a grande maioria (46%) possui Pós-Graduação conforme **Tabela 34**.

Levando-se em consideração as diferentes ocupações observou-se que o estudante (49%) foi a predominante demonstrada pelos julgadores na **Tabela 34**.

Analizando por renda familiar, o que pôde-se constatar na **Tabela 34** que (33%) predominando com 10 a 20 salários mínimos.

Quanto ao consumo de biscoito, (38%) declarou consumir 2x na semana e (34%) consome todos os dias.

Para os julgadores a compra do biscoito, consideraram que (79%) a compra é realizada pelo próprio e (21%) por outra pessoa.

Considerando-se a degustação de novas receitas (**Tabela 34**) pelos julgadores nota-se que (52%) adora provar.

A **Tabela 34** denota que existe uma diferenciação marcante com relação ao valor a ser pago pelos julgadores no mercado, destacando-se (69%) pagariam até R\$ 5,00 reais e (30%) pagaria de R\$ 6,00 a 10,00 reais.

#### 4.8 Análise do mingau

A **Tabela 35** mostra a aceitabilidade do mingau sem aromatizante pelos julgadores e a **Tabela 36** apresenta as médias das notas atribuídas da aceitabilidade por julgadores quanto aos atributos aparência, aroma, sabor e textura das formulações elaboradas dos mingaus com aromatizante formulados à base de arroz e cascas e albedo de maracujá em diferentes proporções.

**Tabela 35.** Média e desvio padrão das notas atribuídas pelos julgadores obtidas no teste de aceitabilidade dos mingaus sem aromatizante das formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> com farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz.

|           | Fm8<br>5%*               | Fm12<br>10%*             | Fm13<br>18,4%*            |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Aceitação | 5,16 ± 1,91 <sup>a</sup> | 4,54 ± 1,97 <sup>b</sup> | 4,040 ± 1,50 <sup>b</sup> |

Letras diferentes na linha significa que as amostras foram significativamente diferentes ( $p<0,05$ ) e

\*Porcentagem da farinha de cascas e albedo de maracujá incorporada à farinha de arroz.

De acordo com a **Tabela 35**, as formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> apresentaram menores índice de aceitabilidade dos mingaus sem aromatizante. A formulação Fm<sub>8</sub> foi considerado como “não gostei e nem desgostei” e as formulações Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> considerado como “desgostei ligeiramente”.

As formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> dos mingaus sem aromatizante na (**Tabela 35**) não apresentaram resultados considerados aceitos pela Análise Sensorial sendo assim foi necessário a 2<sup>a</sup> etapa da Análise Sensorial dos mingaus com adição de aromatizante e acrescentado maior quantidade de água e açúcar sendo modificado a sua formulação para os julgadores.

**Tabela 36.** Média e desvio padrão das notas atribuídas pelos julgadores aos atributos e da aceitabilidade dos mingaus com aromatizante das formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> de farinhas de cascas e albedo de maracujá e arroz.

|           | Fm <sub>8</sub> |   |                   | Fm <sub>12</sub> |   |                    | Fm <sub>13</sub> |   |                   |
|-----------|-----------------|---|-------------------|------------------|---|--------------------|------------------|---|-------------------|
|           | 5%*             |   |                   | 10%*             |   |                    | 18,4%*           |   |                   |
| Aparência | 6,24            | ± | 1,68 <sup>a</sup> | 6,13             | ± | 1,86 <sup>a</sup>  | 6,29             | ± | 1,73 <sup>a</sup> |
| Aroma     | 5,22            | ± | 2,00 <sup>b</sup> | 5,55             | ± | 2,12 <sup>ab</sup> | 6,15             | ± | 1,89 <sup>a</sup> |
| Sabor     | 5,47            | ± | 1,89 <sup>a</sup> | 5,57             | ± | 2,03 <sup>a</sup>  | 5,94             | ± | 1,82 <sup>a</sup> |
| Textura   | 5,65            | ± | 2,03 <sup>a</sup> | 5,67             | ± | 2,07 <sup>a</sup>  | 5,44             | ± | 1,95 <sup>a</sup> |
| Aceitação | 5,67            | ± | 1,58 <sup>a</sup> | 5,76             | ± | 1,69 <sup>a</sup>  | 6,08             | ± | 1,49 <sup>a</sup> |

Letras diferentes em cada linha significa que as amostras foram significativamente diferentes ( $p<0,05$ ) e

\*Porcentagem da farinha de cascas e albedo de maracujá incorporada à farinha de arroz.

Fm: formulação do mingau

Na **Tabela 36**, as formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> foram considerados pelos julgadores como produtos com aparência geral similar.

A Fm<sub>13</sub> apresentou mais aroma com relação as demais formulações conforme **Tabela 36** e as Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>12</sub> apresentaram semelhanças nas suas características aromáticas.

De acordo com a **Tabela 36**, a formulação Fm<sub>13</sub> apresentou mais sabor em comparação com as outras formulações, e as Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>12</sub> apresentaram semelhanças no sabor.

As formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> (**Tabela 36**) apresentaram semelhanças na textura.

Para o atributo textura verificou-se média de 44% para Fm<sub>8</sub>, 45% para Fm<sub>12</sub> e 40% para Fm<sub>13</sub> ficando na faixa da escala, com valor 4,0 confirmando textura ideal do mingau.

Assim, pelo presente estudo verifica-se que os mingaus formulados contendo 18,4% de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz da Fm<sub>13</sub> (**Tabela 36**) obtiveram escores superiores 6,0 (6= gostei ligeiramente) para aparência e aroma. Para o sabor, todas as formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> apresentaram escore acima de 5,0 (5= não gostei e nem desgostei). Por outro lado, Wang et al. (1999) identificaram que os mingaus formulados contendo, respectivamente, 20, 30 e 40% de soja, não mostraram diferenças significativas entre si em aparência, sabor e textura, tendo escores superiores desses produtos formulados. Portanto, a aparência com 20% obteve escore 8 (8= gostei muito) e com 30 e 40% obtiveram os maiores escores (acima de 8= gostei muito). Para o sabor, contendo 20%, obteve escore 7,5 (7= gostei moderadamente) e com 30 e 40% de soja alcançou escores superiores a 7,5 (7= gostei moderadamente). No atributo textura contendo 20, 30 e 40%, tiveram escores superiores a 7,5 (7= gostei moderadamente). Os mingaus formulados contendo respectivamente, 10 e 50% de soja, apresentaram escores superiores a 7,0 (7=bom) em aparência e textura, porém escores de sabor foram inferiores a 7,0, o que indica que a proporção maior de arroz ou de soja altera o sabor dos mingaus, respectivamente, sendo esses valores citados acima superiores aos encontrados no presente estudo.

Na **Tabela 36**, observa-se que mingaus adicionado com aromatizante de maracujá e formulados da Fm<sub>13</sub> com 18,4% de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz neste estudo apresentou maior índice de aceitabilidade comparado as formulações Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>12</sub>. Por outro lado, Wang et al. (1999), mostraram que adicionado o aromatizante de coco apenas o mingau com 40% de soja foi o mais apreciado pela equipe dos julgadores.

De acordo com a **Tabela 36** as formulações Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>12</sub> apresentaram os menores índices de aceitabilidade.

#### **4.8.1 Intenção de compra**

Os diferentes tipos de mingaus das melhores formulações Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub> avaliados individualmente pelos julgadores quanto à intenção de compra apresentaram as porcentagens mostradas na **Tabela 37**, conforme uma escala estruturada de sete pontos variando de 1 “definitivamente não compraria” a 7 “definitivamente compraria”.

**Tabela 37.** Resultados do teste de intenção de compra dos mingaus contendo cascas e albedo de maracujá e arroz com aromatizante.

| Formulações             | Compraria (%) | Talvez comprasse (%) | Não compraria (%) |
|-------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
| Fm <sub>8</sub> - 5%*   | 41            | 34                   | 25                |
| Fm <sub>12</sub> - 10%* | 44            | 30                   | 26                |
| Fm <sub>13</sub> -18,4% | 47            | 32                   | 21                |

\*Porcentagem da farinha de cascas e albedo de maracujá incorporada à farinha de arroz.

O perfil dos julgadores demonstrou que a maioria (81%) consome mingau, pelo menos 1 vez ao mês, sendo que 64% é o público feminino com idade entre 18 a 25 anos.

Neste estudo, apenas 12% dos julgadores, optariam pelo produto com farinha de cascas de albedo de maracujá e arroz e definitivamente compraria o mingau da Fm<sub>12</sub> e 8% optariam pelos mingaus das formulações Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>13</sub> conforme **Tabela 37**.

De acordo com a **Tabela 37** os mingaus formulados com aromatizante, quanto à intenção de compra, observou-se que os valores obtidos dos julgadores foram semelhantes “talvez comprasse o mingau” nas três formulações estudadas.

Em relação aos mingaus de cascas e albedo de maracujá e arroz, a formulação Fm<sub>12</sub> apresentou uma intenção de compra superior em comparação as formulações Fm<sub>8</sub> e Fm<sub>13</sub>. Na **Tabela 37** os resultados da intenção de compra “não compraria” demonstraram valores inferiores nas três formulações (Fm<sub>8</sub>, Fm<sub>12</sub> e Fm<sub>13</sub>) do presente estudo dos mingaus elaborados com cascas e albedo de maracujá e arroz.

#### **4.8.2 Opinião dos julgadores da avaliação sensorial dos mingaus da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz**

O **Quadro 2** mostra a opinião dos julgadores na avaliação da aceitabilidade e rejeição dos mingaus da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

**Quadro 2. Opiniões dos julgadores com relação a aceitação e rejeição de mingau**

| Aceitação  | Rejeição  |
|--|---|
| O produto é novo e precisa de aperfeiçoamento. Mas se tiver um bom e honesto marketing falando das suas qualidades, vai valer a pena pagar um preço maior. | Não consumo o produto com tanta freqüência para justificar a compra   |
| Sim, às vezes vale a pena pagar um produto mais caro que trás um benefício para a saúde! Não tenho noção do preço padrão.                                  | O mingau experimentado é ruim   |
| Porque é um alimento com nutrientes essenciais a portadores de doenças celíacas  | Apesar das características nutricionais diferenciadas, no mercado existem mingaus de sabores melhores.              |
|  | Porque busco um alimento mais saboroso, e eu achei esse empelotado  |
|  | Não sou consumidor de mingau  |
|  | Eu não pagaria pelo fato de não gostar de mingau  |
|  | Não porque nenhum deles foi agradável a ponto de comprá-lo.   |
|  | Dependendo do preço daria preferência a outro porque já estou acostumada a consumir mingau.                         |
|  | Esse tipo de produto se torna mais caro para atender as necessidades dos consumidores portadores de doença celíaca. |
|  | Não me agradou  |
|  | Porque achei o gosto de milho muito intenso e prefiro mingau de maisena.  |
|  | O acesso ao produto deveria ser, de maneira que todos pudesse pagar por um produto no preço acessível.              |

#### 4.8.3 Características sócio-demográficas do Teste de Aceitabilidade dos mingaus

As características sócio-demográficas dos participantes do Teste de Aceitabilidade do mingau sem glúten de farinha de cascas e albedo de maracujá, são mostradas na **Tabela 38**.

**Tabela 38.** Características sócio-demográficas dos julgadores (N=100) que participaram do Teste de Aceitabilidade do Mingau.

| Características   | Descrição                   | %    |
|---|-----------------------------|------|
| Sexo  | Feminino                    | 64   |
|   | Masculino                   | 36   |
| Idade   | 18-25                       | 86   |
|   | 26-35                       | 7    |
|   | 36-45                       | 0    |
|   | 46-55                       | 6    |
|   | 56-65                       | 1    |
|   | > 66                        | 0    |
| Grau de Escolaridade  | Médio Incompleto            | 1    |
|   | Universitário Incompleto    | 96   |
|   | Estudante de Pós-Graduação  | 3    |
| Ocupação  | Estudante Universitário     | 97   |
|   | Professor                   | 3    |
| Renda Familiar Mensal<br>(salários mínimos- SM)*                    | 1 a 5 SM                    | 58   |
|   | >5 a 10 SM                  | 29   |
|   | >10 a 20 SM                 | 10   |
|   | >20 a 30 SM                 | 3    |
|   | > 30 salários mínimos       | 0    |
| Frequência de consumo   | 1x por mês                  | 81   |
|   | 1 x a cada 15 dias          | 8    |
|   | 1 x por semana              | 3    |
|   | 2 vezes por semana          | 1    |
|   | todos os dias               | 1    |
|   | mais de 1x por dia          | 0    |
|   | não consome                 | 6    |
| Quem compra o mingau de consumo                                     | Eu mesma                    | 22,3 |
|   | Outra pessoa                | 78,7 |
| Quem gosta de experimentar novas receitas                           | Nota 1                      | 0    |
|   | Nota 2                      | 0    |
|   | Nota 3                      | 1    |
|   | Nota 4                      | 18   |
|   | Nota 5                      | 10   |
|   | Nota 6                      | 12   |
|   | Nota 7                      | 59   |
| Lançamento no mercado, qual o valor máximo a pagar por esse produto | Até R\$ 5,00 reais          | 38   |
|   | R\$ 6 a 10,00 reais         | 22   |
|   | R\$ 11 a 15,00 reais        | 4    |
|   | R\$ mais de R\$ 15,00 reais | 6    |
|   | Não                         | 30   |

\*Valor do salário mínimo considerado= R\$ 678,00 (2014)

Os resultados encontrados quanto ao perfil sócio-demográfico dos participantes do Teste de Aceitabilidade considerando-se os diferentes sexos (**Tabela 38**) nota-se que a maioria dos julgadores (64%) foi do sexo feminino.

Na **Tabela 38** observa-se que os resultados se referem à faixa etária de 18 a 25 anos, caracterizando o maior grupo dos participantes.

A escolaridade foi alta, pois para a grande maioria (96%) possui superior incompleto conforme **Tabela 38**.

Levando-se em consideração as diferentes ocupações observou-se que o estudante (97%) foi a predominante demonstrada pelos julgadores.

Analizando por renda familiar, o que pôde-se constatar que existe uma diferenciação marcante predominando (58%) com 1 a 5 salários mínimos.

Quanto ao consumo de mingau, 81% declarou consumir 1 x ao mês. Tais dados confirmaram que 6% não tem hábito de consumir o mingau.

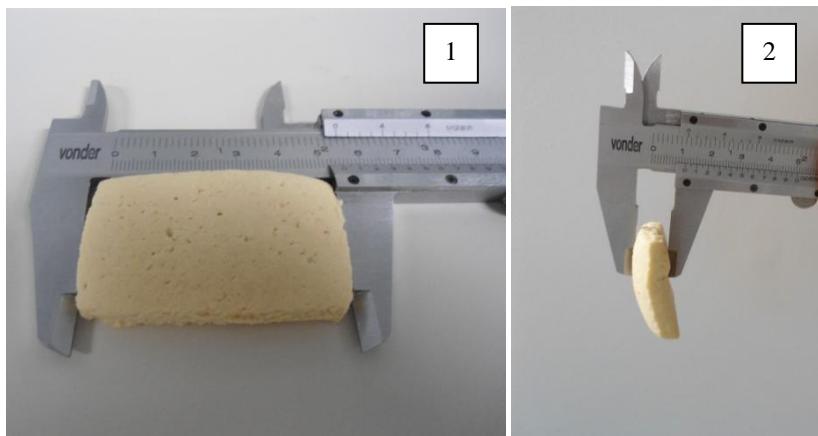
Para os julgadores a compra do mingau, consideraram que (78,7%) a compra é realizada por outra pessoa e (22,3%) pelo próprio.

Considerando-se a degustação de novas receitas (**Tabela 38**) nota-se que houve uma oscilação das notas pelos julgadores, demonstra na escala (59%) adoro e (1%) detesto.

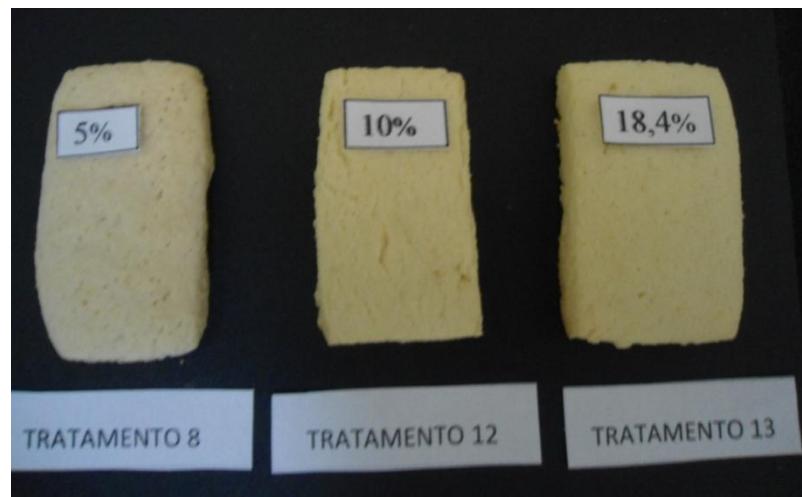
A **Tabela 38** denota que existe uma diferenciação marcante com relação ao valor a ser pago pelos julgadores no mercado, destacando-se (38%) pagariam até R\$ 5,00 reais e (30%) não mostram interesse em comprar esse produto.

#### 4.9 Avaliação Física dos Produtos Panificáveis

A avaliação física (diâmetro e espessura) na (**Figura 45**) e a determinação do peso médio dos biscoitos tipo *cookie*, foram realizados das melhores amostras de biscoitos de cada formulação ( $F_8$ - 5%,  $F_{12}$ - 10%,  $F_{13}$ -18,4%) estão apresentados na **Figura 46**, sendo os resultados da avaliação física demonstrados na **Tabela 39**.



**Figura 45.** Diâmetro (1) e espessura (2) dos biscoitos tipo *cookie*.  
Autora: Valéria F. de Souza.



**Figura 46.** Aspecto visual dos biscoitos tipo *cookies* elaborados com diferentes concentrações de farinha de cascas e albedo de maracujá.

Autora: Valéria F. de Souza.

**Tabela 39.** Características físicas dos biscoitos tipo *cookies* contendo cascas e albedo de maracujá

| <b>Formulações</b>   | <b>MAF(g)</b>                   | <b>MDF(g)</b>                   | <b>DDF(cm)</b>                   | <b>E (cm)</b>                    | <b>FE</b>                        | <b>VA(mL)</b>                  | <b>VE(mL.g<sup>-1</sup>)</b>        |
|--|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 5% de farinha<br>de cascas e<br>albedo de<br>maracujá        | 6,924±<br>0,731516 <sup>a</sup> | 5,701±<br>0,625805 <sup>a</sup> | 5,3349±<br>0,142165 <sup>a</sup> | 0,685±<br>0,112492 <sup>a</sup>  | 7,9963±<br>1,421624 <sup>a</sup> | 84,5±<br>5,502525 <sup>a</sup> | 14,9132±<br>1,17469796 <sup>a</sup> |
| 10% de farinha<br>de cascas e<br>albedo de<br>maracujá       | 6,806±<br>0,590503 <sup>b</sup> | 5,794±<br>0,52865 <sup>a</sup>  | 4,9846±<br>0,296036 <sup>a</sup> | 0,6726±<br>0,10488 <sup>a</sup>  | 7,621±<br>1,612821 <sup>a</sup>  | 86,5±<br>2,415229 <sup>a</sup> | 15,054±<br>1,4978062 <sup>a</sup>   |
| 18,4 % de<br>farinha<br>de cascas e<br>albedo de<br>maracujá | 7,845±<br>0,622276 <sup>c</sup> | 6,827±<br>0,538476 <sup>b</sup> | 5,0229±<br>0,122078 <sup>a</sup> | 0,6034±<br>0,078952 <sup>a</sup> | 8,4435±<br>1,035903 <sup>b</sup> | 79,5±<br>1,581139 <sup>a</sup> | 11,7001±<br>0,80205354 <sup>a</sup> |

Letras diferentes na mesma coluna possuem diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). MAF: massa antes forneamento; MDF: massa depois do forneamento; DDF: diâmetro depois do forneamento; E: espessura; FE: fator de expansão (DDF/E); VA: volume aparente; VE: volume específico(VA/MDF).

F8: Formulação com 5% de farinha de cascas e albedo de maracujá; F12: Formulação com 10% de farinha de cascas e albedo de maracujá e F13: Formulação com 18,4% de farinha de cascas e albedo de maracujá.

Na **Tabela 39**, estão apresentadas as características físicas dos *cookies*, nas quais se pode observar que não houve aumento no diâmetro após o forneamento de todas as amostras, não havendo diferença entre as formulações ( $F_8$ ,  $F_{12}$  e  $F_{13}$ ) dos *cookies*.

O diâmetro dos *cookies* (**Tabela 39**) apresentou maiores valores entre as melhores formulações ( $F_8$ ,  $F_{12}$  e  $F_{13}$ ) comparado aos citados por Oliveira e Curta (2014) identificaram o diâmetro para os *cookies* elaborados com farinha de banana verde foi de 3,9.

Verifica-se que o fator de expansão dos *cookies* apresentou maiores valores com substituição parcial de farinha de cascas e albedo de maracujá entre as formulações ( $F_8$ - 5%,  $F_{12}$ -10% e  $F_{13}$ -18,4%). Assim, pelo presente estudo verifica-se que o fator de expansão apresentou resultados maiores que Feddern et al.(2011) para fibra do farelo de arroz e farelo de trigo (contendo 10%, 20% e 30%) adicionada na massa que reduziu a expansão dos biscoitos. De acordo com Santos, Storck e Fogaça (2014) os valores de fator de expansão dos biscoitos de farinha de casca de limão variaram de 5,9 a 6,4.

No presente estudo, observou-se um aumento na expansão dos *cookies* quando se aumentou o teor de farinha de cascas e albedo de maracujá conforme a **Tabela 39**.

Os *cookies* contendo 5% de cascas e albedo de maracujá apresentaram maior espessura. Por outro lado, Feddern et al. (2011) relatou que os biscoitos elaborados na proporção de 10 e 30% de farelo de arroz apresentaram maior espessura. As fibras das formulações  $F_{12}$  e  $F_{13}$  contendo 10% e 18,4% de cascas e albedo de maracujá apresentaram menor espessura.

A espessura dos *cookies* elaborados com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz após o forneamento não diferiram estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ). Comparando os resultados obtidos com Oliveira e Curta (2014) que desenvolveram *cookie* isento de glúten obtido com biomassa e farinha de banana (*Musa paradisiaca*) verde verificaram que após o forneamento a espessura foi de 0,8. Verifica-se que a espessura dos *cookies* da **Tabela 39** apresentou valores menores em relação ao citado por Oliveira e Curta (2014). Tal fato pode ser explicado pelos ingredientes e isentos de quantidade de água elaborados para os *cookies*, mesmo utilizando percentuais diferenciados de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz entre as formulações.

O volume específico dos *cookies* na **Tabela 39** não afetou estatisticamente.

As massas dos *cookies* antes e depois do forneamento apresentaram diferença significativa entre si para as formulações na **Tabela 39**.

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as formulações de *cookies*, quanto ao volume aparente conforme a **Tabela 39**.

#### **4.10 Rendimento dos biscoitos tipo *cookies* de farinha mista de casca e albedo de maracujá adicionada com arroz e fibra de maracujá industrializada**

**Tabela 40.** Rendimento dos biscoitos tipo *cookies* de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz e fibra de maracujá industrializada.

| * $F_{b8}$ | * $F_{b12}$ | * $F_{b13}$ | Fibra de maracujá industrializada |
|------------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| 61 uds     | 61 uds      | 56 uds      | 55 uds                            |

\*Fb:Formulação

De acordo com a **Tabela 40** os biscoitos das formulações  $F_{b8}$  e  $F_{b12}$  apresentaram o mesmo rendimento. A fibra de maracujá industrializada apresentou o menor rendimento em comparação com as demais formulações. Observou-se que apesar da formulação de fibra de maracujá industrializada ter sido elaborado com a mesma formulação  $F_{b8}$  apresentou um menor rendimento dos biscoitos. Das formulações apresentadas de farinha mista com casca e albedo de maracujá a  $F_{b13}$  apresentou o menor rendimento.

## 5 CONCLUSÕES

Pelo presente estudo verifica-se que a farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz podem ter alternativas de uso como complemento em formulações alimentares que possam auxiliar o consumidor, seja como alimentos funcionais, como provedor de fibras, aproveitada como ingrediente funcional na forma de farinha apresentando efeito nutricional nas áreas de prebiótico.

Do ponto de vista da composição, a farinha mista pré-cozida, apresenta-se como fonte de carboidratos, fibras e proteínas. Além destes, níveis elevados de potássio, fósforo e magnésio.

O procedimento por extrusão foi suficiente para eliminar os fatores antinutricionais (compostos cianogênicos), e considerar a farinha elaborada como segura para o consumo humano.

Segundo a análise microbiológica (Coliformes fecais, *Salmonella* e *Bacillus cereus*), a farinha mista de casca e albedo de maracujá e arroz dos tratamentos T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> e T<sub>13</sub> enquadram-se em padrões aceitáveis pela legislação por 90 dias à temperatura ambiente.

As amostras de biscoitos do tipo *cookies* elaborados com farinha mista pré-cozida de cascas e albedo de maracujá e arroz apresentaram estafilococos coagulase positiva abaixo dos limites permitidos pela Legislação (RDC Resolução nº 12 de janeiro de 2001) é de até 10<sup>3</sup>.

Foi viável produzir um mingau probiótico utilizando cultura probiótica de (*Lactobacillus rhamnosus*). Os mingaus de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz com aromatizante e sem aromatizante apresentaram contagem de células viáveis no mingau reconstituído entre 10<sup>6</sup> e 10<sup>7</sup>.

Do ponto de vista sensorial a formulação F<sub>13</sub> contendo (18,4% de farinha de cascas e albedo de maracujá e produzida com 18% de umidade inicial, a 150°C) tanto para o biscoito do tipo *cookies* e mingau foi a mais aceita pelos julgadores, destacando-se os atributos sensoriais para o biscoito (aparência e textura) e para o mingau (aparência, aroma e sabor).

Desta forma conclui-se que a produção de biscoitos e mingaus à base de farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz é uma alternativa viável para a alimentação humana. Ainda considera-se que os biscoitos elaborados são isentos de glúten, bem como o mingau pode ser considerado como probiótico.

O processo de extrusão implicou numa ferramenta de grande utilidade na fusão das duas matérias primas: farinha de arroz e farinha de casca e albedo de maracujá, produzindo uma terceira matéria prima para uso culinário ou na formulação de outros produtos.

A vantagem do processo é que permite o uso de um processo que em curto tempo (menos de 30 segundos) acontece o cozimento e a fusão dos materiais processados. Do ponto de vista econômico resulta numa atividade de baixo custo, inclusive do ponto de vista operacional.

Pela sua aplicação, principalmente em cereais, podem ser utilizadas na fabricação de alimentos para alimentação institucional, como em merendas para as escolas públicas, hospitalares, etc,

Este processo diz respeito também ao uso de um sistema de extrusão como meio de transformação/cocção dos ingredientes ali colocados (casca e albedo de maracujá e farinha de arroz), de tal forma que possa ser elaborado um produto com certo grau de expansão, que após secagem e moagem proporcione uma adequada granulometria para uma farinha compatível a um produto que possa ser utilizado como ingrediente para o preparo de outros alimentos, por exemplo um mingau, entre outras alternativas.

## **6 SUGESTÕES**

Testar os produtos biscoitos e mingaus para pacientes celíacos por serem isentos de glúten.

Testar a formulação desenvolvida para outros produtos panificáveis, lácteos, cereais matinais, pellets e etc.

Fazer ensaios biológicos (índice glicêmico) com a formulação da farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

Compostos bioativos da farinha mista de casca e albedo de maracujá e arroz.

Estudo da viabilidade econômica.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology.** v.12, n.4, p.257-265, 2009.

ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffe arábica L.*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.414-420, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2003. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php>>. Acesso em: 02 maio 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: <<http://elegis.bvs.br/leisref/public/search.php>>. Acesso em: 02 maio 2011.

ALVES, J. P. D.; RODOLFO JR, A. Análise do Processo de Gelificação de Resinas e Compostos de PVC Suspensão. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.16, n.2, p.165-173, 2006.

ALVIM, I. D. **Efeito da extrusão termoplástica sobre as propriedades funcionais e nutricionais de farinhas à base de milho, caseína e derivados de levedura.** Campinas, 2001. 104p. Dissertação de Mestrado em Ciência da Nutrição-Universidade Estadual de Campinas.

AMATO, G. W.; CARVALHO, J. L. V.; SILVEIRA, F. S. **Arroz parboilizado: tecnologia limpa, produto nobre.** Porto Alegre: Editora Ricardo Lenz, 2002. 240p.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, v.102, p.993-1000, 2002.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). AACC Board holds midyear meeting. **Cereal Foods World**, v.45, n.7, p.325, 2000.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.112-129, 2001.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved methods of American Association of Cereal Chemists.** 9<sup>th</sup> ed. St. Paul, 1995.

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

ANDERSON, J. W.; DEAKINS, D. A.; FLOORE, T. L.; SMITH, B. M.; WHITIS, S. R. Dietary fiber and coronary heart disease. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.29, n.2, p.95-147, 1990.

ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F.; GRIFFIN JR., L. Gelatinization of Corn Grits by Roll- and Extrusion-Cooking. **Cereal Science Today**, Saint Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

ANDRADE, C. K. O. **Elaboração e aceitabilidade dos biscoitos enriquecidos com farinha de banana verde**. Monografia- Universidade Estadual da Paraíba- Curso de Graduação em Ciências Agrárias, 50p. 2013.

ANDRADE, K. C. S.; CARVALHO, C. W. P.; TAKEITI, C. Y.; AZEREDO, H. M. C.; CORRÊA, J. S.; CALDAS, C. M. Goma de cajueiro (*Anacardium occidentale*): avaliação das modificações químicas e físicas por extrusão termoplástica. **Polímeros**, v.23, n.5, p.667-671, 2013a.

ANDRADE, J. K. S.; SILVA, G. F.; BARRETO, C. O.; SANTOS, J. A. B. Estudo da cinética de secagem, extração, caracterização e estabilidade térmica do óleo das sementes de maracujá do mato (*Passiflora Cincinnata Mast.*). **Anais SIMTEC**, v.1, n.1, p.496-504, 2013b.

ARÊAS, J.A. Extrusion of food proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.27, n.3, 1998.

ARTZ, W.E.; WARREN, C. & VILLOTA, R. Twin-screw extrusion modification of a corn fiber and corn starch extruded blend. **Journal of Food Science**, London, v.55, n.3, p.746-754, 1990.

ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Tecnologia de extrusão: uma ferramenta para o desenvolvimento de produtos In: **Tendências e Inovações em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos**. 1 ed. by Louise Emy Kurozawa, Stella Regina Reis da Costa. São Paulo: Ed.Atheneu, v.1, p. 123-146, 2014.

ASCHERI, D.P.R.; ANDRADE, C.T.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R. Obtenção de farinhas mistas pré-gelatinizadas a partir de arroz e bagaço de jabuticaba: efeito das variáveis de extrusão nas propriedades de pasta. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.24, n.1, p. 115-144, 2006.

ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Efecto de los Parámetros de Extrusión, Características de Pasta y Textura de Pellets (Snacks de Terceira Geración) producidos a partir de Trigo y Maiz. **Revista Alimentaria**. 1997. p.93-98.

ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C.W.P. **Apostila do curso anual em processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2011. 100p.

ASSAN, R. Pancréatite tropicale diabétogène. **Diabète et Métabolisme**, v.14, p.299-312, 1988.

ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International.** 18<sup>th</sup> ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2005.

ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Association of Official Analytical Chemists.** 18<sup>a</sup> edição., 3<sup>a</sup> rev, 2010.

ASSIS, L.M.; ZAVAREZE, E.R.; RADÜNZ, A.L.; DIAS, A.R.G.; GUTKOSKI, L.C.; ELIAS, M.C. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p.15-24, 2009.

BAIK, B.; POWERS, J.; NGUYEN, L. T. Extrusion of regular and waxy barley flours for production of expanded cereals. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 94-99, 2004.

BECKER, A.; HILL, S.E.; MITCHELL, J.R. Milling – a further parameter affecting the rapid visco analyser (rva) profile. **Cereal Chemistry**, n.78, p.166-172, 2001.

BERRIOS, J. J., ASCHERI, J. L. R., LOSSO, J. N. Extrusion Processing of Dry Beans and Pulses **In: Dry Beans and Pulses.** 1 ed. Ames : Iowa State University Press, v.1, p. 185-203, 2013.

BHANDARI, B.; D'ARCY, B.; YOUNG, G. Flavour retention during high temperature short time extrusion cooking process: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, n.5, p.453-461, jun. 2001.

BIERHALS, V.S.; PINTO, R.; DORS, G.C.; BADIALE-FURLONG, E. Teores de amilose, amilopectina e fenóis em arroz branco, parboilizado e integral. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 6, 2005, Campinas, **Anais...** Campinas: Unicamp, 2005. (Cd Rom).

BILIADERIS, C.G.; MAURICE, T.J.; VOSE, J.R. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. **Journal of Food Science**, v.45, n.6, p.1669-1674, 1980.

BLANCHETTE, L.; ROY, D.; BELANGER, G.; GAUTHIER, S. F. Production of cottage cheese using dressing fermented by bifidobacteria. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.79, p.8-15, 1996.

BORBA, A. M. **Efeito de alguns parâmetros operacionais nas características físicas, físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata doce.** 2005. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.835-843, 2005.

BORGES, J. T.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. P. R.; NASCIMENTO, R. E. N.; FREITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*), polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.21, n.2, p.303-22, 2003.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.333-339, 2009.

BORNET, F. Technological treatments of cereals. Repercussions on the physiological properties of starch. **Carbohydrates Polymers**, v.21, p.195-203, 1993.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement.** San Diego, Academic Press, 2002. 400 p.

BOX, G. E. P. Exploration of maxima and ridge systems with second-order response surfaces. In: **Empirical model-building and response surfaces.** Eds. G. E. P. Box) John Wiley & Sons, New York.1987. p.304-322.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Diário Oficial da União. Brasília, 10 de janeiro 2001. p.20.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978. **Aprova as normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas.** Brasília, DF. ANVISA, 1978. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78.pdf](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf)>. Acesso em: 15 de set. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente a informação nutricional complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, DF, 16 jan. 1998.

BRENNAN, M. A.; MENARD, C.; ROUDAUT, G.; BRENNAN, C. Amaranth, millet and buckwheat flours affect the physical properties of extruded breakfast cereals and modulates their potential glycaemic impact. **Starch/Starke**, v.64, p. 392–398, 2012.

BRUNO, M. E. C.; CAMARGO, C. R. O. Enzimas proteolíticas no processamento de biscoitos e pães. **Boletim SBCTA**, v.29, n.2, p.170-178, 1995.

BRYANT, R. J.; KADAN, R.S.; CHAMPAGNE, E. T.; VINYARD, B. T.; BOYKIN, D. Functional and digestive characteristics of extruded rice flour. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.78, n.2, p.131-137, 2001.

BURITI, F. C.A.; ROCHA, J.S.; ASSIS, E. G.; SAAD, S.M.I. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. Lebensm. Wiss. Technology, Amsterdam, v.38, n.2, p.173-180, 2005.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.15, n.12, p.1279-1288, 2005.

CALDWELL, E.F.; FAST, R. B.; IEVOLELLA, J.; LAUHOFF, C.; LEVINE, H.; MILLER, R.C.; SLADE, L.; STRAHM, B. S.; WHALEN, P. J. Cooking of ready to eat breakfast cereals. **Cereal Foods World**, v.45, n.6, p.244-252, 2000.

CAMARGO, K.F.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.586-591, 2008.

CAMIRE, M.E.; CAMIRE, A.; KRUMHAR, K. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 19, p. 35-57, 1990.

CANTERI, M. H. C. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CAPRILES, V. D.; ARÉAS, J. A. G. Avaliação da Qualidade Tecnológica de snacks obtidos por extrusão de grão integral de amaranto ou de farinha de amaranto desengordurada e suas misturas com fubá de milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.21-29, 2012.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Redução da razão comprimento/diâmetro da extrusora e aumento da aceitabilidade de snacks à base de amaranto. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.14, n.1, p.19-26, 2011.

CARABIN, I. G.; FLAMM, W. G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.30, p.268-282, 1999.

CARREIRO, A.; GODOY, A.; LIMA, A.C.; TAVARES, C.; LOPES, D.; MAGALHÃES, V.A. **Alimentos extrusados**. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. 14p.

CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. Lavras, 2000. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal de Lavras- UFLA.

CAVICHIOLI, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C. A.; PAULO, E. M.; FAGUNDES, J. L.; KASAI, F. S. Florecimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.92-96, 2006.

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

CERQUEIRA SILVA, C. B. M.; CARDOSO-SILVA, C.B.; NONATO, J. V.; CORRÊA, R.X.; OLIVEIRA, A. C. Genetic dissimilarity of 'yellow' and 'sleep' passion fruit accessions based on the fruits physical-chemical characteristics. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.9, p.210-218, 2009.

CERVANTES, B. G.; AOKI, N. A.; ALMEIDA, C. P. M.; NEPOMUCENO, P.A.; PULZATTO, M. E. Aceitação sensorial de biscoito de polvilho elaborado com farinha de okara e análise de dados com metodologia de penalty analysis. **Brazilian Journal of Food Technology**, 6º Sensiber, 19-21 de agosto de 2010, p.3-10.

CHANG, Y.K.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F.; MARTÍNEZ-FLORES, H.E. Effect of operational extruder parameters on the production of crispbread. Analysis using response surface methodology. **Research Advances in Food Science**, v.2, p.63-71, 2001.

CHARTERIS, W. P.; KELLY, P.M.; MORELLI, L.; COLLINS, J.K. Ingredient selection criteria for probiotic microorganisms in functional dairy foods. **International Journal Dairy Technology**, Long Hanborough, v.51, n.4, p.123-136, 1998.

CHASSAGNE, D.; CROUZET, J. A cyanogenic glycoside from *Passiflora edulis* fruits. **Phytochemistry**, v.49, n.3, p.757-759, 1998.

CHASSAGNE, D.; CROUZET, J. C.; BAYONOVE, C. L.; BAUMES, R. L. Identification and quantification of passion fruit cyanogenic glycosides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.12, p.3817-3820, 1996.

CHAVES, M. A.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D.; PORCU, O. M. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **Revista Boletim do CEPPA**, v. 31, n.2, p.215-226, 2013.

CHEFTEL, J.C. Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chemistry**, v.20, p.263-283, 1986.

CHEN, C. C.; WALKER, W. A. Probiotics and prebiotics: role in clinical disease states. **Advances in Pediatrics**, v.52, p.77-113, 2005.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; DELLA VALLE, G.; LOURDIN, D. Contribuition of major ingredients during baking of biscuit dough systems. **Journal of Cereal Science**, v.31, p.241-252, 2000.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O. Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.2, n.2, p.96-102, 2008.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.265-269, 2007.

CHO, S. S.; DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber**. New York, N.Y: Marcel Dekker Inc; 2001.

CLEMENS, R. A. Redefining fiber. **Food Technology**, v.55, n.2, p.100, 2001.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons. Oxford, England, 1957. 611p.

COEURET, V.; GUEGUEN, M.; VERNOUX, J. P. In vitro screening of potential probiotic activities of selected lactobacilli isolated from unpasteurized milk products for incorporation into soft cheese. **Journal of Dairy Research**, v.71, n.4, p.451-460, 2004.

COLLINS, J. K.; THORNTON, G.; SULLIVAN, G.O. Selection of probiotic strains for human applications. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.8, p.487-490, 1998.

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

COSTA, J. N. C.; SOARES, D.J.; CARNEIRO, A. P. G.; MOURA, S. M.; RODRIGUES, C. S.; FIGUEIREDO, R. W. Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoito tipo *cookies* acrescido de maracujá em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.2, p.143-147, 2012.

COSTA, R. P.; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L.P.; ELIAS, M. C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, São Paulo, v.10, n.1, p.819-832, 2000.

CRUZ, J. B.; COSTA, R. C.; FIGUEIREDO, E. L. Elaboração e caracterização de farinha mista de banana com tapioca utilizada para preparação de mingau na merenda escolar. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.7, n.1, p.993-1003, 2013.

CUNHA, M. **Produtividade e características de frutas de pomares de maracujá implantados com sementes originais e reaprovietadas do híbrido BRS gigante amarelo**. Brasília, 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UnB/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

DAVIDSON, R.H.; DUNCAN, S.E.; HACKNEY, C. R.; EIGEL, W. N.; BOLING, J.W. Probiotic culture survival and implications in fermented frozen yogurt characteristics. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83, n.4, p.666-673, 2000.

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

DESRUMAUX, A.; BOUVIER, J.M.; BURRI, J. Corn grits particle size and distribuition effects on the characteristichs of expanded extrudates. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, n.5, p.857-863, 1998.

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**, v.31, n.1, p.65-71, 2011.

DINAKAR, P.; MISTRY, V. V. Growth and viability of *Bifidobacterium bifidum* in Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, p.2854-2864, 1994.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4<sup>a</sup> edição. Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA), 2001. p.75, 210.

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

DUFOUR, D.L. Effectiveness of cassava detoxification techniques used by indigenous peoples in Northwest Amazonia, **Interciencia**, v.14, n.2, p.86-91, 1988.

DZIEZAK, J.D. Romancing the kernel: a salute to rice varieties. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 6, p. 74-60, 1991.

EL-DASH, A.A. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: Pomeranz, Y. e Munich, L. **Cereals: a renewable resource, theory and practice**. American Association of Cereal Chemists. Saint Paul: 1981, cap. 10, p.165-216.

EL-DASH, A.A; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. Série Tecnologia Agroindustrial. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia Agroindustrial, 1982. 349p.

EL-DASH, A.A.; GONZALES, R.; CIOL, M. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch. **Journal of Food Engineering**, v.2, p. 129-152, 1983.

EMINEDOKI, D. G.; MONANN, M. O.; ANOSIKE, E. O. Thyocyanate levels of mainly dietary origin in serum and urine from a human population sample in Port Harcourt, Nigeria. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.46, p.277-285, 1994.

ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Effect of Sugar and Fat Replacers on the Texture of Baked Goods. **Journal of Texture Studies**, Trumbull, v.35, n. 4, p. 383-393, 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**, Campinas, v.27, n.3, p.524-529, jul./set. 2007.

FAST, R. B.; CALDWELL, E. F. **Breakfast cereals and how they are made**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2000. 562p.

FAUBION, J.M.; HOSENEY, R.C; E SEIB, P.A. Functionability of grain components in extrusion. **Cereal Foods World**, v. 27, n. 5, p. 212-216, 1982.

FEDDERN, V.; DURANTE, V. V. O.; MIRANDA, M. Z.; MELLADO, M. L. M. S. Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.14, n.4, p.267-274, 2011.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2<sup>a</sup> ed., Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.

FERNANDES, M. S.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R.; OLIVEIRA, M. F.; COSTA, S. A. J. Efeito da temperatura de extrusão na absorção de água, solubilidade e dispersibilidade da farinha pré-cozida de milho-soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.234-9, 2003.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.101-102, 2004.

FERRERO, M.; CESENA, C.; MORELLI, L.; SCOLARI, G.; VESCOVO, M. Molecular characterization of *Lactobacillus casei* strains. **FEMS Microbiology Letters**, v.140, n.2-3, p.215-219, 1996.

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

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

FOLEGATTI, M. I. S., MATSUURA, F. C. A. U. Produtos. In: MATSUURA, F. C. A. U., FOLEGATTI, M. I. S. (eds) **Frutas do Brasil 23**, 1 ed., chap. 6, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

FOOKS, L.J., GIBSON, G.R. Probiotics as modulators of the gut flora. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.S39-S49, 2002.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1999.

FREI, M.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry**, v.83, n.3, p.395-402, 2003.

GARCÍA, P., ROMERO, C., BRENES, M. Influence of olive tree irrigation and the preservation system on the fruit characteristics of Hojiblanca black ripe olives. **Food Science and Technology**, v.55, n.1, p.403-407, 2014.

GARDINER, G.; ROSS, R. P.; COLLINS, J. K.; FITZGERALD, G.; STANTON, C. Development of a probiotic Cheddar cheese containing human-derived Lactobacillus paracasei strains. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v.64, p.2192-2199, 1998.

GARDINER, G.E.; ROSS, R.P.; WALLACE, J. M.; SCANLAN, F.P.; FITZGERALD, G. F.; COLLINS, J. K.; STANTON, C. Influence of a probiotic adjunct culture of Enterococcus faecium on the quality of cheddar cheese. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, n.12, p.4907-4916, 1999.

GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum L.*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.2, p.56-65, 2009.

GERMANI, R.; BENASSI, V.T.; CARVALHO, J.L.V. **Métodos de avaliação de grão e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 84p. (EMBRAPA-CTAA, Documentos, n. 28).

GIOVANELLA, C.; SCHLABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. Caracterização e aceitabilidade de biscoitos preparados com farinha sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.7, n.1, p.965-976, 2013.

GODDARD, M. S.; YOUNG, G.; MARCUS, R. The effect of amylase content on insulin and glucose responses to ingested rice. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.39, p.388-392, 1984.

GÓMEZ, M. E. B. **Produção de Snacks de segunda geração, a partir de misturas de farinhas de arroz e batata – doce, por extrusão termoplástica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 125p. 1997.

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

GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial**. Rio de Janeiro, Dossiê Técnico- Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. 2007, 25p.

GUERIN-DANAN, C.; CHABANET, C.; PEDONE, C.; POPOT, F.; VAISSADE, P.; BOULEY, C.; SZYITT, O.; ANDRIEUX, C. Milk fermented with yogurt cultures and *Lactobacillus casei* compared with yogurt and gelled milk: influence on intestinal microflora in healthy infants. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.67, n.1, p.111-117, 1998.

GUTKOSKI, L.C. Extrusão de productos de aveia. In: GUTKOSKI, L. C., PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000. cap.7, p.103-169.

GUTKOSKI, L. C.; IANISKI, F.; DAMO, T.V.; PEDÓ, I. Biscoitos de aveia tipo cookie enriquecidos com concentrado de  $\beta$ -glicanas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.2, p.104-110, abr./jun. 2007.

GUY, R. **Extrusión de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001.208p.

GUY, R.C.E. **Extrusión de los alimentos: tecnología y aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 2002, 218p.

GUY, R. C. F. The extrusion revolution. **Food Manufacture**, v.60, p.26-29, 1985.

HARPER, J.M. Extrusion processing of food. **Food Technology**, v.32, n.7, p.67-72, 1978.

HASHIMOTO, J. M.; GROSSMANN, M. V.E. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/ cassava starch extrudates. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, n.5, p.511-517, jun. 2003.

HELBIG, E.; GUERRA DIAS, A.R.; TAVARES, R.A.; SCHIRMER, M.A.; ELIAS, M.C. Arroz parboilizado efeito na glicemia de ratos Wistar. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. Caracas. v.58, n.2, p.149-155, 2008.

HOIER, E.; JANZEN, T.; HENRIKSEN, C. M.; RATTRAY, F.; BROCKMANN, E.; JOHANSEN, E. The production, application and action of lactic cheese starter cultures. In: LAW, B.A., ed. **Technology of cheesemaking**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p.99-131.

HOLZAPFEL, W.H., HABERER, P.; SNEL, J.; SCHILLINGER, U. Huis in't Veld JH. Overview of gut flora and probiotics. **International Journal of Food Microbiology**, v.41, p.85-101, 1998.

HO, A. L., CARVALHEIRO, F., DUARTE, L. C., ROSEIRO, L.B., CHARALAMPOULOS, D., RASTALL, R. A. Production and purification of xylooligosaccharides from oil palm empty fruit bunch fibre by a non-isothermal process. **Bioresource Technology**, v.152, p.526-529, 2014.

HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS, E.; GALLARDO, I. M.; ALVES, L. R. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. **Food Quality and Preference.**, Barking, v.17, n.6, p.522-526, 2006.

HUDAULT, S.; LIÉVIN, V.; BERNET-CAMARD, M.F.; SERVIN, A. L. Antagonistic activity exerted in vitro and in vivo by *Lactobacillus casei* (strain GG) against *Salmonella typhimurium* C5 infection. **Applied and Environmental Microbiology**, v.63, n.2, p.513-518, 1997.

IANNITTI, T., PALMIERI, B. Therapeutic use of probiotic formulation in clinical practice. **Clinical Nutrition**, v.29, p.701-725, 2010.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

IKEDIOBE, C. O.; ONYIA, G. O. C.; ELUWAH, C. E. A rapid and inexpensive enzymatic assay for total cyanide in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and cassava products. **Agricultural and Biological Chemistry**, Abingdon, v.44, n.12, p.2803-2809, 1980.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory Evaluation Division. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology.**, v.35, n.11, p.50-59, 1981.

INGHAM, S. C. Use of modified *Lactobacillus* selective medium and *Bifidobacterium* iodoacetate medium for differential enumeration of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. in powdered nutritional products. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.62, n.1, p.77-80, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 3<sup>a</sup> edição. São Paulo, v. 1, p.533, 1985.

ITSARANUWAT, P.; AL-HADDAD, K.S.K, ROBINSON, R.K. The potential therapeutic benefits of consuming “health-promoting” fermented dairy products: a brief update. **International Journal of Dairy Technology**, v.56, n.4, p.203-210, 2003.

ISOULARI, E.; SALMINEN, S.; OUWEHAND, A.C. Probiotics. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, London, v.18, n.2, p.299-313, 2004.

JARDIM, P. C. B.V.; MONEGO, E. T.; REIS, M. A. C. Potássio, cálcio, magnésio e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.11, n.2, p.109-111, 2004.

JELEN, P.; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G., ed. **Functional foods: biochemical and processing aspects**. Lancaster: Technomic Publishing, 1998. p.357-381.

JENKINS, D.J.A.; KENDALL, C. W.C.; AUGUSTIN, L. S.A.; FRANCESCHI, S.; HAMIDI, M.; MARCHIE, A.; JENKINS, A. L.; AXELSEN, M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, p.266S-273S, 2002.

**JOINT FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food.** London, Ontario, Canada, 2002.

JULIANO, B.O. **Rice in human nutrition.** Rome: FAO, 1993. Online. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso: 10 dez de 2008.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its composition. In: JULIANA, B.O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology.** Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap.2, p.17-57.

KAUR, N.; GUPTA, A. K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal of Biosciences**, v.27, p.703-714, 2002.

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B.; NGUU, N. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v.51, p.33-42, 2002.

KIM, Y.; GIRAUD, D. ; DRISKELL, J. A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Netherlands, v.20, n.6, p.458-465, 2007.

KISHORE, K.; PATHAK, K.A.; SHUKLA, R.; BHAR, R. Effect of storage temperature on physic-chemical and sensory attributes of purple passion fruit (*Passiflora edulis Sims*). **Journal of Food Science and Technology**, London, v.48, n.4, p.484-488, 2011.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.9, n.5, p.1008-1014, 2005.

KOURKOUTAS, Y.; XOLIAS, V.; KALLIS, M.; BEZIRTZOGLOU, E.; KANELLAKI, M. Lactobacillus casei cell immobilization on fruit pieces for probiotic additive, fermented milk and lactic acid production. **Process Biochemistry**, v.40, n.1, p.411-416, 2005.

KRISTO, E.; BILIADERIS, C. G.; TZANETAKIS, N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. **International Dairy Journal**, v.13, n.7, p.517-528, 2003.

LACERDA, D. B. C. L.; SOARES, J. M. S.; BASSINELLO, P. Z.; SIQUEIRA, B. S.; KOAKUZU, S. N. Qualidade de biscoitos elaborados com farelo de arroz extrusado em substituição à farinha de trigo e fécula de mandioca. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Goiânia, v.59, n.2, p.199-205, 2009.

LAMBERT, E. A.; PEREIRA, J. G.; LAVINAS, T. S.; SILVA, L. J.; PASSIANOTO, M.; GREGORIO, S. R. **Revista Universidade Rural Série Ciências Exatas e da Terra**, Seropédica, RJ, EDUR, v.25, n.2, p.9-14, 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.

LAM-SÁNCHEZ, A.; SANTOS, J.E.; TAKAMURA, K.; TREPTOW, R.M.O.; DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Estudos nutricionais com arroz (*Oryza sativa*, L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.5, n.1, p.37-48, 1993.

LAUFENBERG, G., KUNZ, B., NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v.87, n.2, p.167-198, 2003.

LEE, Y. K.; NOMOTO, K.; SALMINEN, S.; GORBACH, S. L. **Handbook of probiotics.** New York: Wiley, 1999. 211p.

LEE, Y. K.; SALMINEN, S. The coming age of probiotics. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v.6, p.241-245, 1995.

LEORO, M.G.V. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá.** Campinas, 2007. Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

LIMA, W. A.; CONSTANT, P. B. L.; SANTOS, J. A. B.; CARNLELOSSI, A. G. Caracterização e armazenamento de farinhas obtidas a partir do resíduo de caju (*Anacardium occidentale L.*) **Revista Geintec**, v.3, n.4, p.109-120, 2013.

LIMA, J. P. **Produção de farinha da entrecasca de melancia destinada a formulações de biscoitos.** 2013. 70f. Tese (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba). 2013.

LIMA, F. F.; ANDRADE, C. T. Effect of melt-processing and ultrasonic treatment on physical properties of high-amylose maize starch. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.17, n.4, p.637-641, 2010.

LIMA, B. N. B.; CABRAL, T. B.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; PIERUCCI, A. P. T. Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis. **Polímeros**, v.22, n.5, p.486-490, 2012.

LIMA, A. S.; MARCELLINI , P. S. Food From Agroindustrial Residues. In: CARIOCA, J. O. B., MARX, F., JONAS, R. (eds) **Perceptions on Food and Nutrition**, 1 ed., chap.10, Fortaleza-CE: Expressão Gráfica e Editora LTDA., 2006.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica agroindustrial.** España (Zaragoza): Acribia, 1994. 426p.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) co-produtos. **Food Research International**, v.51, p.756-763, 2013.

LUE, S.; HSIEH, F.; HUFF, H. E. Extrusion cooking of corn meal and sugar beet fiber: effects on expansion properties, starch gelatinization and dietary fiber content. **Cereal Chemistry**, v.68, p.227-234, 1991.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; LEITE, T. D.; FRANCO, C.M.L.; MISCHAN, M.M. Produção de farinha instantânea de mandioca: efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta. **Acta Scientiarum Technology**, v.31, n.2, p.231-238, 2009.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Parâmetros de extrusão na produção de *snacks* de farinha de mandioia enriquecidos com caseína. **Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.109-126, 2010.

MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v.15, n.2, p.229-233, 2003.

MAHAN, L. K.; ARLIN, M. T. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 8 ed. São Paulo: Editora Roca, 1994.

MAIA, L. H.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, M. S. Viscosidade de pasta, absorção de água e índice de solubilidade em água dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.391-6, 1999.

MANLEY, D. J. R. Setting the scene: history and position of biscuits. In: **Technology of biscuits, crackers and cookies**. 3 ed. Ellis Horwood/Inglaterra: CRC, 2000. Cap. 1, p.1.

MANO, Y.; KAWAMINAMI, K.; KOJIMA, M.; OHNISH,M.; ITO, S. Comparative composition of brown rice lipids (lipid fractions) of indica and japonica rices. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.63, n.4, p.619-626, 1999.

MARCANTE, N. C.; PRADO, R.M.; CAMACHO, M. C.; ROSSET, J.S.; ECCO, M.; SAVAN, P.A. L.Determinação da matéria seca e teores de macronutrientes em folhas de frutíferas usando diferentes métodos de secagem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2398-2401, 2010.

MARCO, M.L.; PAVAN, S.; KLEEREBEZEM, M. Towards understanding molecular modes of probiotics products. **International Journal of Food Microbiology**. v.97, p.147-156, 2006.

MARIANI, M. A. **Análise físico-química e sensorial de biscoitos elaborados com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja como alternativa para pacientes celíacos.** Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Curso de Graduação em Nutrição, 52p. 2010.

MARQUETTI, C. **Obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie.** Paraná, 2014. Dissertação de Mestrado.

MARTEAU, P.; BOUTRON- RUAULT, M. C. Nutritional advantages of probiotics and prebiotics. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.87, suppl.2, p.S153-S157, 2002.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.48, p.143-150, 2005.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.1, p.50-55, 2000.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**, 2005. 138p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve e farinha de talo de espinafre ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.3, p.719-728, jul./set.2010.

Mc BREARTY, S.; ROSS, R. P.; FITZGERALD, G. F.; COLLINS, J. K.; WALLACE, J.M.; STANTON, C. Influence of two commercially available bifidobacteria cultures on Cheddar cheese quality. **International Dairy Journal.**, Amsterdam, v.11, p.599-610, 2001.

McMAHON, O. E.; WHITE, W. L. B.; SAYRE, R. T. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta Crantz*). **Journal of Experimental Botany**, v.46, p.731-741, 1995.

MEDEIROS, P. R. M. S. **Composição química e avaliação sensorial de biscoitos elaborados com polpa de queijo (*Caryocar brasiliense Camb.*). desidratada.** 72f. Dissertação (Mestrado de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás. Curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2009.

MEDICI, M.; VINDEROLA, C. G.; PERDIGÓN, G. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese. **International Dairy Journal**, v.14, n.7, p.611-618, 2004.

MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; LARA, J. C. C.; TOCCHINI, R. P.; HASHIZUMI, R.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização.** São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. cap.3. (Série Frutas Tropicais, 9).

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

MELO, E.A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. A. G. L.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.44, n.2, p.193-201, 2008.

MENDONÇA, X. M. F. D. **A extrusão termoplástica no desenvolvimento de produtos derivados de amaranto.** Rio de Janeiro, 2005. 211p. Tese de Doutorado. Escola Química-Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MENDONÇA, L. M. V. L.; CONCEIÇÃO, A.; PIEDADE, J.; CARVALHO, V. D.; THEODORO, V. C. A. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão tahiti (*Citrus latifolia Tanaka*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.870-874, 2006.

MENÉNDEZ, S.; CENTENO, J. A.; GODÍNEZ, R.; RODRÍGUEZ-OTERO, J.L Effects of *Lactobacillus* strains on the ripening and organoleptic characteristics of Arzúa-Ulloa cheese. **International Journal of Food Microbiology**, v.59, n.1-2, p.37-46, 2000.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos.** São Paulo: LivrariaVarela, 2000. 295p.

MIKALOUSKI, F. B. S.; MONTEIRO, A. R. G.; MARQUES, D. R.; MONTEIRO, C. C. F.; BENOSSI, L. Influência da granulometria da matéria prima na expansão de extrusados de milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n.1, p.28-32, 2014.

MILLER, J. B.; PANG, E.; BRAMALL, L. Rice: a high or low glycemic index food ? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.56, p.1034-1036, 1992.

MILLER, R. C. Low moisture extrusion: effects of cooking moisture on products characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, n.1, p.249-253, 1985.

MIRANDA, A. A.; CAIXETA, A. C. A.; FLÁVIO, E. F.; PINHO, L. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.24, n.2, p.225-232, 2013.

MOHAMED, S. Factors affecting extrusion characteristics of expanded starch-based products. **Journal of Food Processing Preservation**, Westport, v.14, p.437-452, 1990.

MONTEIRO, M.; AMARO, A.P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição.**, Araraquara, v.16, n.1, p.71-76, 2005.

MONTGOMERY, R. D. Cyanogens. In: LIENER, I. W. (ed.) **Toxic constituents of plant foodstuffs**. New York: Academic Press, 1969, p.143-157.

MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. C.; FEITOSA, M. K. S. B.; FERRAZ, R. R.; MATOS, A.S. Avaliação microbiológica e nutricional de biscoito e pão de mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v.8, n.1, p.313-317, 2013.

MORISSON, W. R.; LAIGNELET, B. Na improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylase in cereal and other starches. **Journal of Cereal Science**, v.1, p.9-20, 1983.

MOURA, R. A. **Efeito das variáveis de extrusão e da incorporação de glúten, amilose e farinha de milho na qualidade tecnológica da farinha de rosca extrusada em base de trigo**. Campinas: UNICAMP, 2000. 77p. (Dissertação de Mestrado).

NASCIMENTO, M. R. F. **Caracterização e aproveitamento das farinhas dos caroços de abacate (*Persea gratissima gaertner F.*), jaca (*Artocarpus heterophyllus L.*) e seriguela (*Spondias purpurea L.*) para elaboração de biscoitos tipo cookies**. 110f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio de Janeiro, 2014.

NAVES, L.P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C.D.; ABREU, C. M. P. Componentes antinutricionais e digestibilidade protéica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.180-84, 2010.

NEGREIROS, J. R. S.; JÚNIOR, A. W.; ÀLVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estádio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p. 21-24, 2006.

NEIVA, J. N. M.; NUNES, F. C. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; RODRIGUEZ, N. M.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p.1845-1851, 2006.

OLIVEIRA, A.; CURTA, C.C. **Cookie isento de glúten obtido com biomassa e farinha de banana (*Musa paradisiaca*) verde**. Paraná, 2014. Dissertação de Graduação em Alimentos.

OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H.; CLERICI, M. T. P. S. Avaliação sensorial e tecnológica de cookies desenvolvidos com farinha desengordurada de gergelim e amido resistente. **Revista Agrotecnologia**, v.5, n.1, p.115-128, 2014.

OLIVEIRA, M. M.; CAMPOS, A. R. N.; DANTAS, J. P.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H. Isotermas de dessorção da casca do maracujá (*Passiflora edulis Sims*): determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1624-1629, 2006.

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. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n.3, p. 259-262, 2002a.

OLIVEIRA, M. N.; SILVIERI, K.; ALEGRO, J.H.A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.38, n.1, p.1-21, 2002b.

ONWULATA, C.I.; SMITH, P.W.; KONSTANCE, R.P.; HOLSINGER, V.H. Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks. **Food Research International**, v.34, p.679-687, 2001.

OUWEHAND, A. C.; KIRJAVAINEN, P.V.; SHORTT, C.; SALMINEN, S. Probiotics: mechanisms and established effects. **International Dairy Journal**, v.9, n.1, p.43-52, 1999.

PAI, D. A.; BLAKE, A. R.; HAMAKER, B.R.; CAMPANELLA, O. H. Importance of extensional rheological properties on fiber-enriched corn extrudates. **Journal of Cereal Science**, London, v.50, n.2, p.227-234, 2009.

PATRIGNANI, F.; LANCIOTTI, R.; MATHARA, J. M.; GUERZONI, M. E.; HOLZAPFEL, W. H. Potential of functional strains, isolated from traditional Maasai milk, as starters for the production of fermented milks. **International Journal of Food Microbiology**, v.107, n.1, p.1-11, 2006.

PIENIZ, S.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R.; ESTEFANEL, V.; ANDREAZA, R. Avaliação in vitro do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.552-559, 2009.

PHILLIPS, M.; KAILASAPATHY, K.; TRAN, L. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. **International Journal of Food Microbiology**, v.108, n.2, p.276-280, 2006.

POLANCO, I.; MOLINA, M.; PIETRO, G.; CARRACO, S.; LAMA, R. Dieta y enfermedad celíaca. **Revista Alimentaria**, v. 33, n. 264, p.91-93, 1995.

POSSAMAI, T. N. **Elaboração de pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, 2005.

POULTON, J. E. Cyanogenesis in plants. **Plant Physiology**, v.94, p.401-405, 1990.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.M.; OKSMAN-CALDENTEY, K. M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Science Technology**, v.13, p.3-11, 2002.

RAUPP, D. S.; MARQUES, S. H. P.; ROSA, D. A.; CALDI, C. M.; CREMASCO, A. C. V.; BANZATTO, D. A. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisado. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.235-242, 2002.

ROBERFROID, M. B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v.34, suppl.2, p.S105-S110, 2002.

ROCHET, V.; RIGOTTIER-GOIS, L.; SUTREN, M.; KREMENTSCKI, M.N.; ANDRIEUX, C.; FURET, J. P.; TAILLIEZ, P.; LEVENEZ, F.; MOGENET, A.; BRESSON, J. L.; MÉANCE, S.; CAYUELA, C.; LEPLINGARD, A.; DORÉ, J. Effects of orally administered *Lactobacillus casei* DN-114 001 on the composition or activities of the dominant faecal microbiota in healthy humans. **British Journal of Nutrition**, v.95, n.2, p.421-429, 2006.

ROCKENBACH, C.; ROMAN, J. A. Elaboração e avaliação sensorial de pão enriquecido com farinha de casca de maracujá. **Nutrição Brasil**, v.7, n.1, 2008.

ROSS, Y. H. Phase/state transitions in food: chemical, structural and rheological changes. IFT basic symposion series:13. p.57, 1998.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V.M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A.B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrian, v.34, n.1, p.227-240, 2013.

ROY, D.; MAINVILLE, I.; MONDOU, F. Selective enumeration and survival of bifidobacteria in fresh cheese. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.7, p.785-793, 1997.

RUEDA, J.; CHANG, Y.K.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F. Functional characteristics of texturized defatted soy flour. **Agrociencia**, v.38, p.63-73, 2004.

RYBKA, S.; FLEET, G.H. Populations of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* species in Australian yoghurts. **Food Australia**, Sydney, v.49, n.10, p.471-475, 1997.

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

SANDERS, M.E.; KLAENHAMMER, T.R. Invited review: the scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, p.319-331, 2001.

SHANAHAN, F. Probiotics and inflammatory bowel disease: from fads fantasy to facts and future. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.88, suppl.1, p.5-9, 2002.

SANTANA, M. F. S., 2005. **Caracterização Físico-Química de Fibra Alimentar de Laranja e Maracujá**. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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**, v.7, n.8, 2011.

SANTOS, D. S. D.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Ciência da Saúde**, Santa Maria, v.15, n.1, p.123-135, 2014.  
SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVES, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v.12, n.11, p.401-413, 2001.

SCHILLINGER, U. Isolation and identification of lactobacilli from novel-type probiotic and mild yoghurts and their stability during refrigerated storage. **International Journal of Food Microbiology**, v.47, n.1-2, p.79-87, 1999.

SCHOBER, T. J.; BRIEN, C. M.; McCarthy, D.; DARNEDDE, A.; ARENDT, E. K. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. **European Food Research Technology**, v.216, p.369-376, 2003.

SHORTT, C. The probiotic century: historical and current perspectives. **Trends in Food Science e Technology**, v.10, n.12, p.411-417, 1999.

SEBIO, L. **Desenvolvimento de plástico biodegradável a base de milho e gelatina pelo processo de extrusão: Avaliação das propriedades mecânicas, térmicas e de barreira**. 2003. 179p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, São Paulo. 2003.

SECKER, M. Selected properties of native or modified maize starch/soy protein mixtures extruded at varying screw speed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, n.7, p.1161-1165, 2005.

SENA, R.F.; NUNES, M.L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.7, n.2, p.94-102, 2006.

SHI, Y. C.; CAPITANI, T.; TRZASKO, P.; JEFFCOAT, R. Molecular structure of a low-amylpectin starch and other high-amylose maize starches. **Journal of Cereal Science**, v.27, n.3, p.289-299, 1998.

SILVA, A. K. N.; ABE, S. T. H.; SANTOS, O. V. Processamento da farinha da casca do mangostão (*Garcinia mangostana L.*) com vistas aos aspectos nutricionais e de antocianina. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.7, n.2, p.1074-1087, 2013a.

SILVA,C.S. Disponível em:  
[https://www.google.com.br/search?q=esquema+de+extrusora&biw=1280&bih=832&sourcelnms&tbo=isch&sa=X&ei=nEVjVZLSH4ScNuOWgYgM&ved=0CAYQ\\_AUoAQ](https://www.google.com.br/search?q=esquema+de+extrusora&biw=1280&bih=832&sourcelnms&tbo=isch&sa=X&ei=nEVjVZLSH4ScNuOWgYgM&ved=0CAYQ_AUoAQ). Acesso em: 25 maio 2015).

SILVA, L. M. M.; SOUZA, F. C.; CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; ALMEIDA, F. A. C. Avaliação das características físicas e físico-químicas da pupunha. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p.5-8, 2013c.

SILVA, J. S. **Barras de cereais elaboradas com farinha de sementes de abóbora**. Minas Gerais, 2012. 118p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.1, p.185-191, 2013b.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p.815-819, 2009.

SILVA, E.M.M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão**. 2007. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 2007.

SILVA, V. L. M. **Efeito das variáveis de extrusão nas características físicas, químicas, sensoriais e nutricionais da farinha instantânea de misturas de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) e arroz (*Oryza sativa*, L.)**. 2002. 175f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2002.

SOARES JÚNIOR, M. S.; REIS, R. C.; BASSINELLO, P. Z.; LACERDA, D. B. C.; KOAKUZU, S. N.; CALIARI, M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de queijo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.2, p.98-104, abr./jun. 2009.

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, T. A. C.; JÚNIOR, M. S. S.; CAMPOS, M. R. H.; SOUZA, T. S. C.; DIAS, T.; FIORDA, F. A. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Revista Ciências Agrárias**, v.34, n.2, p.717-728, 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.

SPENCER, K.C.; SEIGLER, D.S. Cyanogenesis of *Passiflora edulis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.31, n.4, p.794-796, 1983.

SRIBURI, P.; HILL, S. E.. Extrusion of cassava starch with either variations in ascorbic acid concentration or Ph. **International Journal of Food Science and Technology**, v.35, n.2, p.141-154, 2000.

STANTON, C.; DESMOND, C.; COAKLEN, M.; COLLINS, J. K.; FITZGERALD, G.; ROSS, R. P. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In: FARNWORTH, E. R.; ed. **Handbook of fermented functional foods**. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.27-58.

STANTON, C.; GARDINER, G.; LYNCH, P. B.; COLLINS, J.K.; FITZGERALD, G.; ROSS, R. P. Probiotic cheese. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.8, p.491-496, 1998.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, Orlando, 1985. 310p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). 2<sup>a</sup> edição, Unicamp, Campinas-SP, 2006.

TAIRA, H.; ITANI, T. Lipid content and fatty acid composition of brown rice of cultivars of the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.36, p.460-462, 1988.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBRE, A.C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C. M. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends Food in Science & Technology**, Colney, v.8, n.2, p.41-48, 1997.

TEWE, O. O.; IYAYI, E. A. Cyanogenic glycosides. In: CHEEKE, P. R. (ed.) **Toxicants of plant origin: Glycosides**. v.II, Boca Raton: CRC Press, 1989, p. 44-60.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. F.; BARBOSA, J. D.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. **Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção**. 2 ed. Rio de Janeiro: Helianthus, 2012. 566p.

TORRES, R.L.; GONZÁLES, R.J.; SÁNCHEZ, H.D.; OSELLA, C.A.; TORRES, M.A.G. Comportamento de variedades de arroz em La eleboracion de pan sin glúten. **Archivos Latin Nutri**, v.9, n.2, p.162-165, 1999.

TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M. Propriedades de pasta e térmicas de misturas instantâneas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca. **Revista Energia na Agricultura**, v.25, n.4, p.50-71, 2010.

UCHÔA, A. M. A. **Adição de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais na formulação de biscoitos.** 2007. 89f. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. 2007.

VAN DER EINDE, R.M.; AKKERMANS, C.; VAN DER GOOT, A.J.; BOOM, R.M. Molecular breakdown of corn starch by thermal and mechanical effects. **Carbohydrate Polymers**, v.56, p.415-422, 2004.

VAN SOEST, J. J. G.; VLIEGENTHART, J. F. G. Crystallinity in starch plastics: consequences for material properties. **Trends in Biotechnology**, Oxford, v. 15, n. 6, p. 208-213, 1997.

VASCONCELOS, S. M. L.; SILVA, A.M.; GOULART, M. O. F. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. **Nutrire**, São Paulo, v.31, n.3, p.95-118, 2006.

VÁSQUEZ, A.; MOLIN, G.; PETTERSSON, B.; ANTONSSON, M.; AHRNE, S. DNA-based classification and sequence heterogeneities in the 16S rRNA genes of *Lactobacillus casei /paracasei* and related species. **Systematic and Applied Microbiology**, v.28, n.5, p.430-441, 2005.

VELANGI, A.; FERNANDES, G.; WOLEVER, T.M.S. Evaluation of a glucose meter for determining the glycemic responses of foods. **Clinical Chimica Acta**, v.356, p.191-198, 2005.

VERNAZA, M.G.; CHANG, Y.K.; STELL C. J. Efeito do teor 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, 2009.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, v.38, p.11-36, 2000.

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**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.6, n.11, p.1-10, 2010.

VIEIRA, H.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J.M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de biologia e ciências da terra**, v.7, n.1, p.11-20, 2007.

VICENZI, R. **Apostila tecnologia de alimentos.** DSCA – UNIJUÍ. 107p. 2008. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7164422/Apostila-de-Analise-de-Alimentos>> Acesso em 20 jun.2012.

VINDEROLA, C. G.; PROSELLO, W.; GHIBERTO, D.; REINHEIMER, J. A. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian fresco cheese. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83, n.9, p.1905-1911, 2000.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J.A. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of L. acidophilus, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v.10, p.271-275, 2000.

VINDEROLA, C.G.; REINHEIMER, J.A. Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative “in vitro” study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. **Food Research International**, Amsterdam, v.36, p.895-904, 2003.

WANG, H. H.; SUN, D.W.; ZENG, Q.; LU, Y. Effect of pH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour. **Journal of Food Engineering**, v. 46, n.2, p. 133-138, 2000.

WANG, S.H.; CABRAL, L.C.; MAIA, L.H.; ARAUJO, F.B. Mingau de arroz e soja pronto para consumo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 855-860, 1999.

WU, Y.; CHEN, Z.; LI, X.; WANG, Z. Retrogradation properties of high amylase rice flour and rice starch by physical modification. **LWT- Food Science and Technology**, v.43, n.3, p.492-497, 2010.

YEUNG, P.S.M.; SANDERS, M.E.; KITTS, C. L.; CANO, R.; TONG, P.S. Species-specific identification of commercial probiotic strains. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1039-1051, 2002.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. The distribution of phenolic acids in rice. **Food Chemistry**, v.87, n.3, p.401-406, 2004.

## Anexo A. Parecer do Comitê de Ética da COMEP-UFRRJ



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMISSÃO DE ÉTICA NA PESQUISA DA UFRRJ / COMEP

Protocolo Nº 379/2013

### PARECER

O Projeto de Pesquisa intitulado "*Efeito de parâmetros de processamento nas propriedades reológicas e físico-químicas de misturas extrudadas de farinha mista de casca e albedo de maracujá e arroz como ingrediente funcional*", sob a responsabilidade do Pesquisador Dr. José Luiz Ramirez Ascheri, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia, processo 23083.007762/2012-10, atende os princípios éticos e está de acordo com a Resolução 196/96 que regulamenta os procedimentos de pesquisa envolvendo seres humanos.

UFRRJ, 25/07/2013

*Jairo Pinheiro da Silva*  
Prof. Dr. Roberto Carlos Costa Leis  
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-graduação

*Jairo Pinheiro da Silva*  
Pro-reitor Adjunto de  
Pesquisa e Pós-Graduação  
SIAPE nº 1109555

## Anexo B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido UFRRJ

### 1-Identificação do Responsável pela execução da pesquisa:

| <b>EFEITO DE PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE MISTURAS EXTRUDADAS DE</b>  |
|---|
| Pesquisador Responsável: <b>Dr. José Luis Ramirez Ascheri.</b> Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, Guaratiba, Rio de Janeiro- RJ.  |
| Pesquisadora Responsável: <b>MSc. Valéria França de Souza.</b> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Centro de Ciências e Tecnologia de Alimentos.  |
| <b>Comitê de Ética em Pesquisa- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.</b><br>Rodovia BR 465, km 7, - Bairro Seropédica- Rio de Janeiro- RJ- Cep: 23890-000<br>Tel:+55(21)26821023 – E-mail: alimentos@ufrj.br |

1) Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada **EFEITO DE PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE MISTURAS EXTRUDADAS DE FARINHA MISTA DE CASCAS E ALBEDO DE MARACUJÁ E ARROZ** na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos- Desenvolvimento de produtos – Análise Sensorial.

2) A pesquisa teve como objetivo geral a avaliação (degustação) de “biscoitos cookies” e mingaus, produzido com a mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz.

3) Antes de aceitar participar da pesquisa, leia atentamente as explicações que informam sobre o procedimento.

3.1) No momento da análise sensorial, cada julgador recebeu amostras de “biscoitos cookies” e de mingaus, juntamente com água mineral e uma ficha para avaliação da aceitabilidade e opinião dos produtos degustados.

3.2) Esta avaliação foi realizada em dois distintos e não consecutivos, a serem definidos e divulgados. As degustações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos –Guaratiba- RJ e no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- Seropédica.

4) Durante sua participação, cada julgador pode recusar responder a qualquer pergunta ou participar de procedimento(s) que por ventura lhe causar (em) algum constrangimento.

5) Cada julgador poderá se recusar a participar da pesquisa ou abandonar o procedimento em qualquer momento, sem nenhuma penalização ou prejuízo.

6) A sua participação na pesquisa será como voluntário, não recebendo nenhum privilégio, seja ele de caráter financeiro ou de qualquer natureza,. Entretanto, lhe serão garantidos todos os cuidados necessários a sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem-estar físico e psicológico.

7) Não tem-se em vista que a sua participação poderá envolver riscos ou desconfortos.

8) Salientamos que tanto os biscoitos Cookies quanto os mingaus instantâneos foram produzidos com alto rigor de controle de qualidade, por profissionais habilitados, utilizando matérias-primas confiáveis de empresas renomadas no mercado. Os mingaus foram elaborados utilizando leite desnatado, previamente aquecido, obtido no mercado, lacrado, selados, dentro do prazo de validade. Ou seja, toda a linha de produção foi cuidadosamente verificada para que possamos servir produtos aptos para o consumo.

9) Garantimos que as matérias-primas utilizadas não oferecem nenhum risco de alergia ou toxicidade ao serem consumidos.

10) Caso o produto apresente alguma intolerância/alergia a este tipo de produto, por favor, procure o pesquisador responsável antes de começar o teste.

11) Serão garantidos o sigilo e privacidade aos participantes (ou seu responsável), assegurando-lhes o direito de omissão de sua identificação ou de dados que possam comprometê-lo. Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes.

12) Os resultados obtidos com a pesquisa serão apresentados em eventos ou publicações científicas, além de palestras realizadas no Bairro em questão.

Confirme ter sido informado e esclarecido sobre o conteúdo deste termo. A minha assinatura abaixo indica que concordo em participar desta pesquisa e por isso dou meu livre consentimento.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador responsável pela execução do estudo:

---

Telefone do pesquisador responsável: 21-36229796

## Anexo C. Tabela de números aleatórios com código de três dígitos

| STATISTICAL TABLE:<br>RANDOM ORDERS OF THE DIGITS 1 TO 9, ARRANGED IN GROUPS OF<br>THREE COLUMNS  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Instructions  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (1) To generate a sequence of three-digit random numbers, enter the table at any location, e.g., closing the eyes and pointing. Without inspecting the numbers, decide whether to move up or down the column entered. Record as many numbers as needed. Discard any numbers that are unsuitable (out of range, came up before, etc.). The sequence of numbers obtained in this manner is in random order. |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (2) To generate a sequence of two or last two digits of each number taken from the table. Treat each three-digit number in the same manner, i.e., discard the same digit from each. If a two-digit number comes up more than once, retain only the first.   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (3) Random number tables are impractical for problems such as: "place the numbers from 15 to 50 in random order". Instead, write each number on a card and draw the cards blindly from a bag or use a computerized random number generator such as PROC PLAN from SAS. <sup>®</sup>   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>3 - PROCEDIMENTO</b>   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Amendoim - 1  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cenoura - 1   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Produção - 1  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TAMANHO DA AMOSTRA  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 862 245 458 396 522 498 298 665 635 665 113 917 365 332 896 314 688 468 663 712 585 351 847   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 223 391 183 765 138 369 163 743 593 252 581 355 542 691 537 222 746 636 478 368 949 197 295   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 756 954 266 174 496 133 759 488 854 187 224 824 881 549 759 169 122 919 946 293 874 289 452   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 544 537 522 459 584 946 127 711 549 973 734 855 121 885 595 152 237 574 611 145 784   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 681 829 614 547 869 742 822 554 448 813 976 688 595 714 912 646 873 397 159 153 136 463 363   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 199 113 941 933 651 414 891 129 938 862 572 691 128 363 478 214 841 314 437 792 874 926   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 918 481 797 621 743 827 377 916 966 426 657 246 423 277 685 533 937 223 582 946 323 626 519   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 335 662 875 282 617 274 635 379 287 791 334 139 117 963 448 937 451 585 821 829 267 512 638   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 477 776 339 818 251 916 581 232 372 374 794 461 276 486 274 791 369 774 795 681 458 938 171   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 653 489 538 216 446 849 914 337 993 459 325 614 771 244 429 874 557 119 122 417 882 714 769   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 749 824 721 967 287 556 628 843 725 731 553 253 183 653 988 431 788 426 875 838 457 927 413   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 522 967 259 532 618 624 396 562 134 563 932 441 834 787 231 958 232 537 439 956 531 345 352   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 475 172 986 859 925 932 282 924 842 642 797 565 399 896 596 282 441 784 258 684 625 662 291   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 894 333 612 728 869 487 741 259 476 127 286 736 257 168 847 316 969 692 786 549 949 559 526   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 116 218 464 191 132 218 573 786 258 294 732 618 935 353 747 123 863 644 161 793 196 847   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 381 641 393 375 354 193 165 615 587 384 119 187 965 572 112 695 615 941 361 375 376 871 633   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 968 755 847 643 773 765 439 478 611 978 868 898 546 319 775 169 896 275 513 222 114 233 184   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 742 421 226 286 522 618 471 218 397 745 461 477 478 335 957 674 132 228 442 225 444 171 151   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 859 878 392 311 659 772 935 447 834 117 658 161 754 176 883 855 195 637 751 586 948 513   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 964 593 137 574 288 994 582 961 746 336 983 782 611 988 833 265 969 584 564 683 197 214 326   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 177 636 674 897 167 157 586 524 662 594 145 926 362 777 415 931 313 317 195 137 959 536 985   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 221 755 915 995 946 233 647 653 425 671 718 543 549 826 669 429 576 773 756 392 632 725 879   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 591 214 851 669 394 349 299 192 179 261 332 294 896 299 782 397 791 659 921 569 811 683 762   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 636 167 789 438 413 565 118 889 253 452 577 859 125 141 241 746 444 841 313 446 225 362 248   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 415 982 543 743 835 826 364 776 988 923 224 615 283 462 328 512 228 466 278 874 373 499 437   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 383 349 468 122 771 481 723 335 511 889 896 338 313 594 158 687 932 889 918 768 857 694   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 975 973 235 811 761 226 637 382 741 767 894 371 128 972 161 911 427 164 461 991 726 194   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 257 752 667 227 813 488 598 199 979 380 921 926 715 349 644 846 879 242 695 222 633 595 526   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 723 395 174 453 276 732 323 864 583 826 562 817 397 556 786 358 755 996 249 676 461 614 485   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 444 324 951 982 455 999 451 436 695 693 788 493 951 231 259 667 318 655 374 559 577 873 747   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 539 881 529 664 594 555 779 629 168 442 377 685 449 128 532 232 241 418 536 733 348 162 919   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 661 469 312 748 942 671 284 777 354 939 116 158 583 615 977 525 193 871 883 818 154 449 333   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 394 647 493 599 628 317 846 255 416 174 449 269 276 883 828 193 984 529 753 164 215 938 272   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 882 216 786 376 187 864 912 941 837 551 233 744 634 464 313 474 536 333 927 345 889 387 658   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 116 138 848 135 339 143 165 513 222 215 655 532 862 797 495 789 662 787 112 487 926 721 861   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 256 654 283 248 626 424 139 819 747 496 134 143 741 552 698 876 441 796 671 833 337 168 952   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 811 576 371 877 278 311 683 726 585 672 419 597 896 221 365 962 227 145 993 211 275 656 526   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 492 393 666 634 347 582 358 167 132 824 328 732 464 945 486 633 169 511 129 765 193 485 511   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 784 189 449 356 835 193 966 283 253 169 547 654 653 619 533 327 672 434 816 149 768 939 328   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 545 722 394 599 482 935 491 534 464 948 253 411 277 134 951 759 715 677 554 627 459 792 187   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 323 961 817 765 169 756 247 678 811 583 671 365 989 773 117 591 853 381 268 954 881 241 849   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 169 235 732 923 711 677 715 355 698 331 766 986 532 397 772 484 386 253 737 478 626 577 666   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 637 188 928 411 993 249 572 492 926 217 985 279 118 488 829 245 994 822 382 396 514 324 733   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 978 447 155 182 554 868 824 941 379 755 892 818 325 866 244 118 538 969 445 582 942 813 475   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| From Cochran, W. G. and Cox, G. M. <i>Experimental Design</i> . John Wiley & Sons, New York, 1957. With permission.   |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fonte:Cochran e William (1957).

**Anexo D.** Ficha técnica avaliação da aceitabilidade do biscoito.



Consumidor: \_\_\_\_\_ Amostra: \_\_\_\_\_

Você vai receber uma amostra **de biscoito**. Por favor, prove-a e marque na escala abaixo o quanto você gostou do produto.

|                                   |                            |                                    |                                   |   |                                |                                 |                         |                                |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament e | ( )<br>Desgoste i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament e | ( )<br>Gostei<br>moderadament e | ( )<br>Goste i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament e |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|

O que você mais **gostou** no biscoito? \_\_\_\_\_

O que você **não gostou** no biscoito? \_\_\_\_\_

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou da **APARÊNCIA** do biscoito.

|                                   |                            |                                    |                                   |   |                                |                                 |                         |                                |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament e | ( )<br>Desgoste i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament e | ( )<br>Gostei<br>moderadament e | ( )<br>Goste i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament e |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou do **AROMA** do biscoito.

|                                   |                            |                                    |                                   |   |                                |                                 |                         |                                |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament e | ( )<br>Desgoste i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament e | ( )<br>Gostei<br>moderadament e | ( )<br>Goste i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament e |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou do **SABOR** do biscoito.

|                                   |                            |                                    |                                   |   |                                |                                 |                         |                                |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament e | ( )<br>Desgoste i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament e | ( )<br>Gostei<br>moderadament e | ( )<br>Goste i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament e |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou da **TEXTURA** do biscoito

|                                   |                            |                                    |                                   |   |                                |                                 |                         |                                |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament e | ( )<br>Desgoste i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament e | ( )<br>Gostei<br>moderadament e | ( )<br>Goste i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament e |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|

O que você achou da **TEXTURA** do biscoito?

|                   |     |     |              |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|
| ( )<br>Muito duro | ( ) | ( ) | ( )<br>Ideal | ( ) | ( ) | ( ) |
|-------------------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|

Muito macio

Considerando que você está precisando de mingau na sua casa e tem esse produto disponível para compra, por favor, indique sua **intenção de compra**:

|   |     |     |   |     |     |                                     |
|---|-----|-----|---|-----|-----|-------------------------------------|
| ( )<br>Definitivamente<br>não compraria | ( ) | ( ) | ( )<br>Talvez comprasse<br>Talvez não comprasse | ( ) | ( ) | ( )<br>Definitivamente<br>compraria |
|---|-----|-----|---|-----|-----|-------------------------------------|

**Anexo E.** Ficha técnica avaliação dos julgadores do biscoito



**Estudo sobre biscoito**

Consumidor:

Data:

1. Gênero:  masculino  feminino

2. Qual a sua idade ? ..... Qual a sua ocupação ?  
.....

3. Grau de escolaridade

|             |       |       |               |               |               |
|-------------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|
| ( )         | ( )   | ( )   | ( )           | ( )           | ( )           |
| Fundamental | Médio | Médio | Universitário | Universitário | Pós-Graduação |
| incompleto  |       |       | incompleto    |               |               |

4. Renda familiar mensal (salário mínimo: R\$ 678,00):

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| [ ] 1 a 5 salários mínimos     | [ ] > 5 a 10 salários mínimos  |
| [ ] > 10 a 20 salários mínimos | [ ] > 20 a 30 salários mínimos |
| [ ] > 30 salários mínimos      |                                |

5. Com que freqüência você consome biscoito ?

|                 |                        |                    |                    |               |                         |
|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|
| ( )             | ( )                    | ( )                | ( )                | ( )           | ( )                     |
| Uma vez por mês | Uma vez a cada 15 dias | Uma vez por semana | 2 vezes por semana | Todos os dias | Mais de uma vez por dia |

6. Quem compra o biscoito que consome ? ( )  
Eu mesma (o) ( ) outra pessoa

7. Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gosta de experimentar novos alimentos (novas receitas, lançamentos de produtos, etc.).

|         |     |     |               |     |     |       |
|---------|-----|-----|---------------|-----|-----|-------|
| ( )     | ( ) | ( ) | ( )           | ( ) | ( ) | ( )   |
| Detesto |     |     | Mais ou menos |     |     | Adoro |

8. Se os biscoitos que experimentou forem lançados no mercado, os quais têm características nutricionais diferenciadas- rico em fibras- além de não conter glúten e , portanto, atender às necessidades dos consumidores portadores de doença celíaca, você pagaria mais (que o valor usualmente pago por mingaus nutritivos) por esse produto?

Sim Qual a máxima disposição a pagar por um pacote de 200g: R\$

Não Por que ?

## Anexo F. Ficha técnica avaliação da aceitabilidade do mingau



Consumidor: \_\_\_\_\_

Amostra: \_\_\_\_\_

Você vai receber uma amostra **de mingau**. Por favor, prove-a e marque na escala abaixo o quanto você gostou do produto.

|                                      |                               |                                       |                                      |  |                                   |                                    |                            |                                  |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament<br>e | ( )<br>Desgoste<br>i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste<br>i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Gostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Goste<br>i<br>muito | ( )<br>Goste<br>extremament<br>e |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|

O que você mais **gostou** no mingau? \_\_\_\_\_

O que você **não gostou** no mingau? \_\_\_\_\_

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou da **APARÊNCIA** do mingau.

|                                      |                               |                                       |                                      |  |                                   |                                    |                            |                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament<br>e | ( )<br>Desgoste<br>i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste<br>i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Gostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Goste<br>i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament<br>e |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou do **AROMA** do mingau.

|                                      |                               |                                       |                                      |  |                                   |                                    |                            |                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament<br>e | ( )<br>Desgoste<br>i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste<br>i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Gostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Goste<br>i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament<br>e |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou do **SABOR** do mingau.

|                                      |                               |                                       |                                      |  |                                   |                                    |                            |                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament<br>e | ( )<br>Desgoste<br>i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste<br>i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Gostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Goste<br>i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament<br>e |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|

Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gostou da **TEXTURA** do mingau

|                                      |                               |                                       |                                      |  |                                   |                                    |                            |                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| ( )<br>Desgostei<br>Extremament<br>e | ( )<br>Desgoste<br>i<br>Muito | ( )<br>Desgostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Desgostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Não<br>gostei<br>nem<br>desgoste<br>i | ( )<br>Gostei<br>ligeirament<br>e | ( )<br>Gostei<br>moderadament<br>e | ( )<br>Goste<br>i<br>muito | ( )<br>Gostei<br>extremament<br>e |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|

O que você achou da **TEXTURA** do mingau?

|                   |     |     |              |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|
| ( )<br>Muito duro | ( ) | ( ) | ( )<br>Ideal | ( ) | ( ) | ( ) |
|-------------------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|

Muito macio

Considerando que você está precisando de mingau na sua casa e tem esse produto disponível para compra, por favor, indique sua **intenção de compra**:

|   |     |     |   |     |     |     |                              |
|---|-----|-----|---|-----|-----|-----|------------------------------|
| ( )<br>Definitivamente<br>não compraria | ( ) | ( ) | ( )<br>Talvez<br>comprasse<br>Talvez não<br>comprasse | ( ) | ( ) | ( ) | Definitivamente<br>compraria |
|---|-----|-----|---|-----|-----|-----|------------------------------|

## Anexo G. Ficha técnica avaliação dos julgadores do mingau



### Estudo sobre mingau

Consumidor:

Data:

1. Gênero:  masculino  feminino  
2. Qual a sua idade ? .....

Qual a sua ocupação ?

3. Grau de escolaridade

|                    |                            |              |                                    |                      |                          |
|--------------------|----------------------------|--------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| ( )<br>Fundamental | ( )<br>Médio<br>incompleto | ( )<br>Médio | ( )<br>Universitário<br>incompleto | ( )<br>Universitário | ( )<br>Pós-<br>Graduação |
|--------------------|----------------------------|--------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|

4. Renda familiar mensal (salário mínimo: R\$ 678,00):

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| [ ] 1 a 5 salários mínimos     | [ ] > 5 a 10 salários mínimos  |
| [ ] > 10 a 20 salários mínimos | [ ] > 20 a 30 salários mínimos |
| [ ] > 30 salários mínimos      |                                |

5. Com que freqüência você consome mingau ?

|                           |                                  |                              |                              |                         |                                      |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| ( )<br>Uma vez<br>por mês | ( )<br>Uma vez a<br>cada 15 dias | ( )<br>Uma vez por<br>semana | ( )<br>2 vezes por<br>semana | ( )<br>Todos os<br>dias | ( )<br>Mais de<br>uma vez por<br>dia |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|

6. Quem compra o mingau que consome ? ( )  
Eu mesma (o) ( )  
outra pessoa

7. Por favor, marque na escala abaixo o quanto você gosta de experimentar novos alimentos (novas receitas, lançamentos de produtos, etc.).

|                |                         |              |
|----------------|-------------------------|--------------|
| ( )<br>Detesto | ( )<br>Mais ou<br>menos | ( )<br>Adoro |
|----------------|-------------------------|--------------|

8. Se os mingaus que experimentou forem lançados no mercado, os quais têm características nutricionais diferenciadas- rico em fibras- além de não conter glúten e , portanto, atender às necessidades dos consumidores portadores de doença celíaca, você pagaria mais (que o valor usualmente pago por mingaus nutritivos) por esse produto?

Sim Qual a máxima disposição a pagar por um pacote de 200g: R\$

Não Por que ?