

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**AMANDA BARABACH  
ELIS CRISTINE KOBIAKOSKI DA SILVA  
LAÍS CRISTINA VIANTE**

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NAS PROPRIEDADES  
FUNCIONAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS DE FRUTAS E  
HORTALIÇAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2017**

**AMANDA BARABACH**  
**ELIS CRISTINE KOBIAKOSKI DA SILVA**  
**LAÍS CRISTINA VIANTE**

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NAS PROPRIEDADES  
FUNCIONAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS DE FRUTAS E  
HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior de Tecnologia em alimentos, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Ponta Grossa.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Helene Giovanetti Canteri

**PONTA GROSSA**

**2017**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria  
Nome da Coordenação  
Nome do Curso



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### RELAÇÃO ENTRE O ASPECTO FUNCIONAL E A GRANULOMETRIA DE FARINHAS PRODUZIDAS A PARTIR DE FRUTAS E HORTALIÇAS

por

AMANDA BARABACH, ELIS KOBIAKOSKI DA SILVA E LAÍS CRISTINA VIANTE

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado(a) em 07 de Dezembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. Os(as) candidatos(as) foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

(Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Helene Giovaneti Canteri)  
Prof.(a) Orientador(a)

---

(Prof.<sup>o</sup> Msc. Luis Alberto Chavez Ayala)  
Membro titular

---

(Revenli Fernanda do Nascimento)  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Em primeiro lugar dedicamos aqui a Deus, por sempre iluminar nossos caminhos;

Aos nossos pais pelo incentivo e dedicação durante todo nosso desenvolvimento e aos amigos pelos momentos de ausência;

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecemos a Deus por ter nos dado força e determinação para a realização desse trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio concedido, à Coordenação do Curso, pela cooperação.

Agradecemos à orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Helene, pela amizade, apoio, instrução, pela sabedoria e dedicação com que nos guiou nesta trajetória.

Às Professoras Juliana Martins e Erica Watanabe, e aos discentes do laboratório C 004, Revenli, Maria Pedraza e Luciano Tozetto, pela importante contribuição e disponibilidade em nos ajudar a realizar nosso trabalho.

Aos nossos familiares, que nos momentos de desânimo, nos encorajaram a seguir em frente, pelo amor, incentivo e dedicação, acreditamos que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase e não demonstrarão a tamanha gratidão e reconhecimento que temos a cada um que fez parte desse momento. Portanto, desde já pedimos desculpas às pessoas que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e de nossa gratidão.

“Quando se trabalha com uma verdadeira equipe. Não há obstáculo que não seja  
superado nem sucesso que não seja alcançado”

Autor desconhecido

## RESUMO

BARABACH, Amanda, KOBIAKOSKI, Elis e VIANTE, Laís. **Influência da Granulometria nas Propriedades Funcionais e Físico-Químicas de Farinhas de Frutas e Hortaliças**. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Estudar as propriedades funcionais das farinhas não convencionais, como mamão verde, folhas de beterraba ou mista de cascas de maracujá e laranja, traz bases para verificar o potencial de uso dessas farinhas em produtos alimentícios. Tais propriedades interferem na aparência física do alimento e no seu comportamento, influenciando seu consumo. Geralmente, as propriedades funcionais estão relacionadas aos componentes químicos, tais como, as proteínas, que têm a capacidade de exercer absorção de água, formação e estabilidade de emulsão, formação de gel e espuma, dentre outras. Foram fornecidas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) três amostras de farinhas oriundas de folhas de beterrabas, cascas de laranja e maracujá e mamão. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da granulometria em propriedades funcionais selecionadas de farinhas de frutos e hortaliças, através das análises de capacidade de intumescimento, capacidade de absorção de água e óleo. Pode-se concluir que as farinhas estudadas apresentam características que permitem seu uso como ingredientes, com propriedades funcionais tecnológicas para diversas aplicações de interesse para a indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Farinhas. Vegetais. Funcionais. Granulometria. Aplicações.

## ABSTRACT

BARABACH, Amanda, KOBIAKOSKI, Elis e VIANTE, Laís. **Influence of Granulometry on the functional and physico-chemical properties of Flours From Fruits and Vegetables**. 2017. 40 f. Work of Conclusion Course Food Technology - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The study of the functional properties of unconventional flours, such as green papaya, beet leaves and mixed from peel passion fruit and orange, brings bases to verify the potential use of these flours in food products. Such properties influence the appearance food physics and their behavior influencing their consumption. Generally, they are related to chemical components, such as protein, for example, which has the capacity to exert water absorption, formation and emulsion stability, formation of gel and foam, among others. Three samples of flours from beet leaves, peel orange and passion fruit e papaya were provided by Federal Technology University - Paraná (UTFPR). This work had as objective evaluate the influence of granulometry on functional properties selected from fruit and vegetable flours, through capacity analyzes swelling, absorption capacity of water and oil. It can be concluded that the flours studied present characteristics that allow its use as ingredients with functional properties technologies for various applications of interest for the food industry.

**Keywords:** Flours. Vegetables. Functional. Granulometry. Applications.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Granulometria.....	29
Tabela 2 – Caracterização físico-química das farinhas de resíduos de beterraba, laranja/maracujá e mamão, (%) média ± desvio-padrão. ....	30
Tabela 3 – Caracterização higroscópica das farinhas de resíduos de beterraba, laranja/maracujá e mamão, (% m/m) média ± desvio-padrão. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 MATERIAS-PRIMAS VEGETAIS PARA ELABORAÇÃO DE FARINHAS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 FIBRAS ALIMENTARES (FA)</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4 FARINHAS VEGETAIS</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5 ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)</b> .....	<b>20</b>
<b>3.6 CAPACIDADE DE INTUMESCIMENTO</b> .....	<b>21</b>
<b>3.7 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO</b> .....	<b>21</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2 GRANULOMETRIA</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA</b> .....	<b>24</b>
4.3.1 Umidade .....	25
4.3.2 Cinzas .....	25
4.3.3 Atividade de Água.....	25
4.3.4 Determinação de Fibras Alimentares.....	26
<b>4.4 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL</b> .....	<b>27</b>
4.4.1 Capacidade de Intumescimento.....	27
4.4.2 Capacidade de Retenção de Água e Óleo.....	27
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira tem apresentado grande e progressivo interesse por alimentos nutritivos e saudáveis, que apresentem propriedades funcionais benéficas à saúde. Devido a crescente preocupação com alimentação saudável, o consumo de alimentos ricos em fibras e vitaminas vem aumentando. Assim, a ingestão de fibras tem sido bastante explorada, por exercer uma série de ações benéficas sobre o aparelho digestório.

Desta forma, são apresentadas várias alternativas para aumentar o consumo de fibras alimentares, uma delas é a substituição ou incremento da farinha de trigo em produtos de panificação por farinhas não convencionais à base de partes de vegetais ricas em fibras ou o uso de qualquer outro procedimento que possa melhorar a disponibilidade nutricional e funcional dos alimentos.

Com isso, estudar as propriedades funcionais das farinhas não convencionais, como a de mamão, a de folhas de beterraba e a de cascas de maracujá e laranja, traz bases para verificar o potencial de uso dessas farinhas em produtos alimentícios.

Tais propriedades interferem na aparência física do alimento e no seu comportamento, influenciando o consumo. Geralmente, as propriedades funcionais estão relacionadas aos componentes químicos, tais como, as proteínas, que têm capacidade de exercer absorção de água, formação e estabilidade de emulsão, formação de gel e espuma, dentre outras.

Considerando que as propriedades tecnológicas podem estar associadas às funcionais, existe a influência na aparência física e no comportamento do produto alimentar de maneira característica, resultante da natureza intrínseca físico-química da matéria-prima.

As propriedades de hidratação têm papel importante na avaliação de farinhas não convencionais, pois podem indiretamente revelar as diferenças estruturais em termos de massa molar da cadeia fibrosa e a habilidade da fibra em absorver água e compostos orgânicos.

O desperdício de alimentos pode ocorrer em todos os pontos da cadeia de abastecimento, entretanto os resíduos gerados pelas indústrias de alimentos, como cascas, sementes, folhas e outros, geralmente são descartados. Alternativas que permitem a utilização destes resíduos, vem sendo aplicadas em subprodutos

agroindustriais, como forma de redução aos níveis de impactos ambientais, pelo seu baixo custo na produção e por se tornarem alvo de estudos, principalmente devido à presença de nutrientes importantes a saúde humana em sua composição.

Em meio aos ingredientes alternativos utilizados, as farinhas provenientes de diferentes de resíduos vegetais, além de fornecer proteínas, vitaminas e minerais, proporcionam a incorporação de fibras alimentares, contribuindo para a redução do risco de doenças cardiovasculares, obesidades e diabetes. Entretanto, visto que são farinhas produzidas por diversas pequenas indústrias ou de forma artesanal, não existe uma padronização comercial desses produtos.

Com base nesses conceitos o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da granulometria nas propriedades funcionais das farinhas de mamão (*Carica papaya L.*), de folhas de beterraba (*Beta vulgaris*) e mistura de farinha de cascas de laranja (*Citrus sinensis*) e maracujá (*Passiflora sp.*).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência da granulometria nas propriedades funcionais selecionadas de farinhas de frutos e hortaliças.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Separar cada farinha em diferentes frações granulométricas, estimando o tamanho médio das partículas.
- b) Avaliar as propriedades funcionais das farinhas nas diferentes granulometrias, quanto à capacidade de retenção de água e óleo, bem como capacidade intumescimento.
- c) Avaliar as propriedades físico-químicas das farinhas: umidade, atividade de água e fibra (total, solúvel e insolúvel).
- d) Comparar estatisticamente os resultados obtidos para as frações granulométricas, estimando o potencial funcional das farinhas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 MATERIAS-PRIMAS VEGETAIS PARA ELABORAÇÃO DE FARINHAS

O maracujá da espécie *Passiflora edulis*, conhecido como maracujá azedo ou amarelo, é o mais produzido e comercializado. Há cerca de 500 espécies desse fruto distribuídas por regiões de clima tropical e subtropical do mundo, sendo o Brasil seu maior produtor com mais de 79 espécies. Seu cultivo está basicamente voltado para a indústria de sucos e polpas, em especial devido ao seu sabor mais ácido e maior rendimento (ZERAIK et al., 2010).

Tanto a casca quanto a semente do maracujá, subprodutos da indústria de alimentos, podem apresentar características de interesse tecnológico e biológico, possibilitando que cerca de 75% deste resíduo seja transformado em ingredientes com propriedades bioativas para promoção de saúde (MARTINEZ et al., 2012; ARVANITTOYANNIS, 2008).

A casca do maracujá é composta pelo flavedo, que corresponde à camada externa de coloração verde a amarela, rica em fibras insolúveis, e o albedo, que corresponde à camada interna branca, rica em fibra solúvel, em especial a pectina, com pequenas quantidades de mucilagens (JANEBRO et al., 2008).

Muitas propriedades funcionais da casca do maracujá têm sido estudadas nos últimos anos, principalmente, aquelas relacionadas com o teor e tipo de fibras presentes e ao teor de compostos fenólicos com atividade antioxidante e anti-inflamatória (COHEN et al., 2007; ZERAIK et al., 2010)

O extrato seco da casca de *Passiflora sp.*, tem sido associado a uma ação positiva sobre o controle glicêmico no tratamento do Diabetes *mellitus* (DM) tipo II, devido a presença de elevado teor de pectina na casca da fruta, fibra solúvel, totalmente degradável no organismo, que ajuda a diminuir a taxa de glicose e colesterol no sangue. (JANEBRO et al., 2008; JUNQUEIRA; SRUR, 2002; RAMOS et al., 2007)

As frutas cítricas são as mais produzidas e consumidas no mundo, principalmente a laranja (*Citrus sinensis*), tanto no cultivo como durante o processamento pode ser gerado um grande volume de resíduos. A casca das frutas cítricas possui uma variedade de metabólitos secundários em sua composição,

responsáveis por sua proteção, principalmente flavononas e flavonas polimetoxiladas, que possuem efeitos benéficos a saúde e são ricas em fibras alimentares (OLIVEIRA; EPIFÂNIO; SCIVITTARO, 2008; AHMAD et al., 2006).

Outro importante componente que merece destaque é a pectina, pois contribui para a adesão entre as células e na a resistência mecânica da parede celular da fruta. São amplamente utilizadas como agente geleificante na produção de geleias, estabilizantes de bebidas e sorvetes e produtos de confeitaria. A pectina também é muito aplicada em dietas devido a sua característica de formação de gel ao ser consumida, dando a sensação de saciedade. Além de trazer benefícios à saúde, como diminuição do colesterol total no sangue, efeito hipocolesterolêmico. (BRANDÃO; ANDRADE, 1999)

Essas propriedades das cascas da laranja a caracterizam como produto rico em fibra funcional, que consiste em um carboidrato não digerível isolado, o qual apresenta efeitos fisiológicos benéficos ao organismo, e por isso, é adicionado aos alimentos industrializados, enriquecendo-os nutricionalmente. O albedo tem sido empregado na formulação de farinhas enriquecidas que podem ser utilizadas em diferentes produtos de panificação como pães, biscoitos e massas alimentícias. (KOLLER, 1994; VITOLLO, 2008).

A beterraba conhecida cientificamente como *Beta vulgaris L.* é um vegetal popular devido a variedade no consumo e seus benefícios nutricionais já comprovados. É originária de países de clima temperado, sendo cultivada em larga escala no Brasil. (CARVALHO et al., 2011; KANNER; HAREL; GRANIT, 2001)

É uma raiz tuberosa, de formato globular, que apresenta sabor acentuadamente doce e coloração roxa avermelhada. A parte aérea, constituída das folhas e dos talos, é rica em ferro, sódio, potássio, vitaminas A e do Complexo B, em níveis significativamente maiores aos da raiz (TIVELLI et al., 2011).

Esse vegetal apresenta características de alimento funcional devido ao significativo teor de fibras, tanto solúveis como insolúveis e ao alto conteúdo do pigmento betalaína, além de suas folhas possuírem carotenoides, substâncias essas com propriedades antioxidantes (CARVALHO et al., 2011; KANNER; HAREL; GRANIT, 2001).

Além disso, a beterraba combate a anemia, em função da alta quantidade de ferro, auxiliando na formação de glóbulos vermelhos, melhorando o desempenho do

baço e do fígado e fortalecendo as glândulas de secreção interna. (SOUZA et al., 2003)

Denominado cientificamente como *Carica papaya L.* o mamão está entre os frutos tropicais mais importantes atualmente cultivados em muitos países, ocupa lugar de destaque, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais dessa fruta (CORDEIRO et al., 2012).

É uma fruta muito consumida devido ao seu sabor e às suas características benéficas. Possui vários nutrientes prontamente disponíveis para a digestão e a absorção como pró-vitamina A ( $\beta$ -caroteno) e vitamina C (ácido 17 ascórbico), além de ter atividade funcional associada à capacidade laxante. É rica em minerais como, ferro, cálcio, magnésio e potássio (ARAÚJO FILHO et al., 2002)

### 3.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Alimentos funcionais são definidos como alimentos que apresentam componentes nutricionais ou não nutricionais, que podem atuar no metabolismo e na fisiologia humana, durante o crescimento, desenvolvimento e, contribuem para a manutenção de funções normais do organismo humano, ou seja, são aqueles alimentos e/ou bebidas que além de nutrir, promovem benefícios para a manutenção da saúde de seus consumidores, tanto na prevenção quanto no tratamento de doenças, melhorando a qualidade e a expectativa de vida dos indivíduos (BELLO, 1995; BRASIL, 1999; NEUMANN et al., 2000). É importante salientar que não basta o alimento ter nutrientes, é necessário ter a quantidade essencial para que o metabolismo se estabeleça de forma fisiológica, para ser considerado funcional (MENOTTI et al., 1999).

Dessa forma, diversos indivíduos estão buscando modificar seus hábitos alimentares procurando alimentos com menor valor calórico e com alto índice de nutrientes. Os vegetais, frutas e hortaliças auxiliam nessa busca, devido ao fato de possuírem em sua composição, diversos nutrientes que exercem esse papel. (BEHRENS; ROIG; SILVA, 2000; MENOTTI et al., 1999).

A mudança no estilo de vida das pessoas implica em maior preocupação com a saúde, intensificando o interesse pelos alimentos funcionais. Este fator tem

levado a indústria de alimentos, interessada nesse público alvo, a desenvolver cada vez mais produtos com este conceito (IKEDA; MORAES; MESQUITA, 2010).

Têm sido incluídos no mercado vários alimentos funcionais em formas diferenciadas, como cereais em grãos, flocos e farinha, sucos concentrados, leites fermentados e purês de fruta. Dentre essa gama de produtos, boa parte possuem elementos funcionais como os compostos bioativos; incluindo também fibra dietética, oligossacarídeos, açúcares álcoois, peptídeos e proteínas, pré-bióticos e pró-bióticos, fitoquímicos, antioxidantes, ácidos graxos poli-insaturados, minerais, vitaminas, dentre outras diversas substâncias funcionais que trazem benefícios à saúde humana. (BEHRENS; ROIG; SILVA, 2000; MENOTTI et al., 1999).

### **3.3 FIBRAS ALIMENTARES (FA)**

Segundo a Resolução/ANVISA nº 360 de 23 de dezembro de 2003, fibra alimentar é “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos” (BRASIL, 2003).

As fibras são resistentes à hidrólise por ácidos e posteriormente por álcalis e são definidas como substâncias de origem vegetal que ajudam na formação e no aumento do bolo fecal, diminuindo assim o tempo de trânsito intestinal. (CRAVEIRO et al., 2003)

As fibras alimentares podem ser classificadas, de acordo com a solubilidade em água, como solúveis e insolúveis. Nas duas formas a fibra não é absorvida pelo intestino delgado, chegando ao intestino grosso sem se degradar. É importante frisar que cada uma apresenta diferentes benefícios à saúde e por isso recomenda-se o seu consumo diário (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005; PROSKY, 2000). As fibras enquadram-se na categoria dos alimentos funcionais devido aos inúmeros benefícios à saúde humana, prevenindo algumas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as coronarianas, o diabetes e alguns tipos de câncer. Desta forma, são consideradas como principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais (FAO, 1998; FDA, 2005).

São obtidas principalmente a partir de vegetais, frutas e grãos integrais, sementes, exsudados de plantas, algas marinhas e raízes tuberosas, encontrando-se em sua maioria na parede celular, no cimento intercelular e em determinados



tecidos de reserva das plantas. Diversos estudos apontam que além das partes usualmente comestíveis, os subprodutos como cascas e sementes também são fontes importantes deste nutriente (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010; VILHALVA et al., 2011; FILISETTI; LOBO; COLLI, 2012).

As fibras solúveis podem auxiliar no controle do peso, pois formam gel, ficando mais tempo no estômago e gerando a sensação de saciedade. (MANRIQUE; LAJOLO, 2001)

As fibras insolúveis se caracterizam pela baixa retenção de água formando misturas de baixa viscosidade, gerando textura firme em alguns alimentos, como o farelo de trigo e as hortaliças. Contribuem assim, no tratamento ou prevenção da constipação, hemorroidas, diverticulites, câncer e outros problemas intestinais decorrentes da má alimentação (MANRIQUE; LAJOLO, 2001; MORAES; COLLA, 2006).

### **3.4 FARINHAS VEGETAIS**

Segundo a Resolução RDC n<sup>o</sup> 263 de setembro de 2005 as farinhas são definidas como: “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (BRASIL, 2005).

A produção de farinhas através do reaproveitamento de vegetais não conformes vem se destacando na indústria brasileira, devido esses vegetais serem produtos altamente perecíveis, são apontados como sendo as maiores perdas em toda uma cadeia produtiva (LOPES et al., 2011).

Os resíduos de frutas, verduras e legumes como cascas, sementes, folhas, entre outras partes, são muitas vezes mais nutritivos do que as partes comumente consumidas, possuem em sua composição fibras, vitaminas, minerais e compostos antioxidantes (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011; STEFANELLO; ROSA, 2012). Estes resíduos podem ser utilizados como fontes incomuns de nutrientes através da elaboração de ingredientes funcionais, aumentando o valor nutritivo de numerosos produtos. (PEREIRA et al., 2009)

A utilização de farinhas vegetais como ingredientes, nos traz uma alternativa importante nas indústrias de alimentos, devido ao seu baixo custo de produção comparado com os concentrados proteicos, podem ser utilizadas como alternativa para substituição da farinha de trigo e compor farinhas mistas na elaboração de produtos de panificação (biscoitos e pães) e massas alimentícias (SILVEIRA et al., 2016).

Uma das maneiras de aproveitamento de resíduos de vegetais é através da secagem destes, produzindo farinhas ricas em fibras e compostos funcionais. A secagem é um processo bastante utilizado para preservar a qualidade dos alimentos e desfavorecer o desenvolvimento de micro-organismos. (PARK; YADO; BROD, 2001; ZANATTA; SCHLABITZ; ETHUR, 2010)

### 3.5 ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)

A água presente no alimento pode apresentar-se na forma de molécula livre ou ligada no substrato. A atividade de água (Aw) possibilita avaliar a disponibilidade de água livre que é suscetível a diversas reações, é um dos fatores intrínsecos dos alimentos e uma medida qualitativa (SCOTT, 1957)

A atividade de água (Aw) indica a quantidade de água disponível para as reações físicas, químicas e biológicas, tornando-se o principal responsável pela deterioração dos alimentos, quando ligada, interage diretamente com as moléculas constituintes do alimento, não podendo ser removida ou utilizada para qualquer tipo de reações. É um dos parâmetros mais importantes na conservação de alimentos, indica a quantidade de água disponível para reações oxidação lipídica, escurecimento não enzimático, atividade enzimática (WELTI; VERGARA, 1997; CELESTINO, 2010).

A utilização dessa tecnologia pode trazer diversas vantagens como, aumento da vida útil do produto, preservação do valor nutricional, facilidade de transporte e de comercialização, diminuição das perdas pós-colheita, e baixo custo no emprego da tecnologia (CELESTINO, 2010).

### 3.6 CAPACIDADE DE INTUMESCIMENTO

É de extrema importância a capacidade que a fibra alimentar tem para absorver água, em relação à formulação e processamento de alimentos ricos em fibra, pois é uma propriedade que pode apontar o potencial de aplicabilidade de um concentrado fibroso em sistemas alimentares aquosos, como elaboração de massas. E fisiologicamente em nosso organismo já que a quantidade retida resultará em uma função específica no organismo (McCANN; ROBERTS, 1991; SILVA-SÁNCHEZ, et. al., 2004)

Diversos são os fatores extrínsecos que influenciam nas propriedades das fibras alimentares, entre as quais pode ser mencionado o tamanho da partícula e força iônica. As etapas no processamento como moagem, secagem, tratamento térmico ou extrusão promovem mudanças nas propriedades físicas da fibra, e conseqüentemente, nas propriedades de hidratação. Dessa forma, as propriedades de hidratação revelam que as diferenças estruturais afetam a habilidade da fibra em absorver água e compostos orgânicos (CADDEN, 1987; McCANN; ROBERTS, 1991)

O volume de intumescimento (VI) é definido como o volume ocupado por um peso conhecido de fibra e a capacidade de retenção de água, como a quantidade de água retida em uma quantidade de fibra conhecida. A expressão desta propriedade em alimentos depende do tamanho da partícula e velocidade de hidratação da parede celular (ROBERTSON, et. al., 2000).

### 3.7 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

A fibra alimentar é composta por diferentes tipos de polissacarídeos com propriedades e características específicas, responsáveis pela capacidade das fibras de em meio aquoso atrair a água até certo limite. A capacidade de retenção, absorção de moléculas orgânicas e adsorção de água são propriedades físico-químicas importantes que as fibras apresentam (McCANN; ROBERTS, 1991)

A fixação de água em fibras alimentares pode ocorrer por diferentes mecanismos: por via química, fixando a fibra aos grupos hidrófilos dos polissacarídeos (McCANN; ROBERTS, 1991)

As fibras alimentar insolúvel e solúvel apresentam diferentes comportamentos em sua solubilidade frente à água. Sendo as fibras solúveis (pectina, gomas, mucilagens e hemiceluloses) as que apresentam maior capacidade de retenção de água (HERNÁNDEZ; HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ, 1995; LAJOLO, et al, 2001).

A capacidade de absorção de óleo pode determinar se o material fibroso desempenhará sua função satisfatoriamente em produtos cárneos, matérias-primas com elevada capacidade de absorção de óleo é fundamental para a formulação de emulsionados, molhos de saladas, massas de bolos, entre outros, cooperando para a palatabilidade e retenção de sabor destes produtos. O mecanismo de absorção de óleo é principalmente atribuído à hidrofobicidade das moléculas (SILVA-SANCHEZ et. al. 2004; CHANDI; SOGI, 2007).

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, farinhas oriundas de folhas de beterraba, casca de laranja e maracujá e polpa de mamão, foram fornecidas pelo Laboratório de Bioquímica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa (UTFPR-PG). Para a obtenção destas farinhas, os vegetais correspondentes a cada uma foram previamente submetidos ao processo de branqueamento, desidratação e trituração. Posteriormente as farinhas foram peneiradas em diferentes granulometrias, e por fim, armazenadas em frascos herméticos. Em seguida, realizou-se as análises físico-químicas: umidade, cinzas, fibras solúveis e insolúveis, atividade de água ( $A_w$ ), bem como foram avaliadas as propriedades funcionais das farinhas quanto à capacidade de retenção água e óleo e capacidade de intumescimento em água.

### 4.1 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS

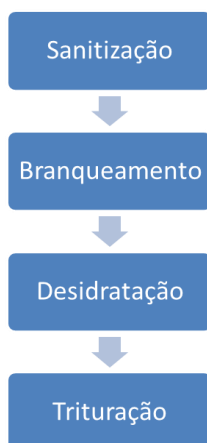
Para a produção das farinhas, as matérias-primas e os utensílios utilizados no processamento foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 200 mg L<sup>-1</sup>.

Para o branqueamento, as cascas das frutas e as folhas do vegetal, foram imersos em água em ebulição (97 °C a 975 m de altitude) por 3 minutos. Em seguida, procedeu-se o resfriamento imediato em água gelada (4 °C). Após o procedimento de branqueamento, o material foi disposto em assadeiras para secagem em estufa com circulação e renovação de ar (100L MOD. CE-220/100, Quimis), a 40 °C por 24 horas ou até massa constante.

Para produzir a farinha de mamão, o sumo da fruta, foi removido em centrífuga doméstica (Walita; Modelo HL3235).

Após o processo de desidratação, as farinhas ficaram em repouso até atingir temperatura ambiente (25 °C). Em seguida, a massa seca foi triturada em liquidificador (Eletrolux, Easyline), para a obtenção das farinhas, utilizadas para as análises, conforme fluxograma 1.

### Fluxograma 1 – Elaboração das Farinhas



Fonte: Autoria própria, 2017.

## 4.2 GRANULOMETRIA

Os percentuais das frações com diferentes tamanhos de partículas foram determinados após tamisação das farinhas em peneiras de aço inox (Newark) após 15 min de peneiramento em um equipamento vibratório ROTAP RX-29-10 (W.S. Tyler, St. Albans, WV) utilizando-se peneiras equivalentes a 12, 24, 42 e 60 MESH mais o recipiente coletor final “fundo”, em intensidade 5 de vibração. As frações retidas de cada peneira foram pesadas em balança semi-analítica (Ohaus) e o cálculo da quantidade de partículas retidas ( $R_n$ ) em  $g\ 100\ g^{-1}$  foi realizado por gravimetria.

## 4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

As amostras de farinhas de cada fração granulométrica foram analisadas, em triplicata, quanto à umidade e cinzas pelo método de resíduo de incineração, seguiram a metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), atividade de água ( $A_w$ ) em equipamento portátil equipamento Pawkit Water Activity Meter e determinação de fibras alimentares utilizando o método enzimático-gravimétrico de Freitas et al. (2008).

#### 4.3.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado, conforme metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O cálculo da composição centesimal de cada farinha em massa seca foi realizado de acordo com a Equação 1.

$$U\% = \frac{100 \times N}{P}$$

Equação 1

N = perda de peso em gramas.

P = nº de gramas da amostra.

#### 4.3.2 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada pela carbonização das amostras, seguido de calcinação em mufla (MA385/3) a 550° C, conforme metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O cálculo do teor de cinzas foi realizado de acordo com a Equação 2.

$$TC\% = \frac{100 \times N}{P}$$

Equação 2

N = perda de peso em gramas.

P = nº de gramas da amostra.

#### 4.3.3 Atividade de Água

Para realização da análise, utilizou-se o equipamento Pawkit Water Activity Meter, onde se abriu a tampa do sensor e posicionou-se o equipamento em cápsulas contendo as amostras das farinhas. Em seguida, depois foi realizada a leitura de cada amostra.

#### 4.3.4 Determinação de Fibras Alimentares

A determinação de fibras alimentares seguiu-se a metodologia de Freitas et al. (2008). Iniciou-se pesando 1 g de cada amostra e adicionou-se 40 mL da solução tampão fosfato. Posteriormente, adicionou 100 uL de enzima Termamyl, fechando as amostras com papel alumínio, e mantendo em banho-maria por 30 minutos a 90 °C. Logo após, ajustou-se o pH de cada amostra para 7,5 e adicionou 200 uL de protease líquida. Novamente as amostras foram levadas em banho-maria por 30 minutos a 60 °C. Ajustou-se o pH para 4,3. Adicionou 100 uL de AMG (Amiloglucosidase) mantendo-as em banho-maria por mais 30 minutos a 60 °C.

Para a determinação de fibras insolúveis (FIns) foi feita através da secagem direta a 105 °C, onde os cadinhos de Gooch vazios foram mantidos em estufa com circulação de ar (SL102) por 1 hora, logo após foram retirados e colocados em dessecador onde se aguardou resfriar por aproximadamente 30 minutos, em seguida pesou-se os cadinhos de Gooch vazios. Posteriormente as amostras foram filtradas a vácuo e o resíduo sólido, foi levado para estufa de circulação de ar (SL102) a 105 °C por 24 horas. Decorridas as 24 horas, pesou-se as amostras em balança analítica. Para calcular o teor fibras insolúveis foi realizado de acordo com a Equação 3.

$$FIns = \text{massa final [( resíduo + cadinho) - massa do cadinho]} * 100$$

Equação 3

Para determinação de fibras solúveis (FS) utilizou-se a solução do filtrado da determinação de fibras insolúveis adicionando 1:2 volume de Etanol gelado (96 °GL), aguardou-se a formação do gel para, logo após, ser filtrado a vácuo novamente, em cadinhos de Gooch previamente secos e pesados. O gel foi mantido em estufa de circulação de ar a 105 °C por 24 horas. Depois de decorrido o tempo, o resíduo foi pesado e anotado para a realização do percentual de fibras totais, obtido pela soma das duas frações (solúvel e insolúvel). O teor fibras solúveis foi calculado de acordo com a Equação 4.

$$FS = \text{massa final [( precipitado + cadinho) - massa do cadinho - cinzas]} * 100$$

Equação 4

Para a realização do percentual de fibras totais (FT), obtido pela soma das duas frações (solúvel e insolúvel), conforme Equação 5.



$$FT= FS+Fins$$

Equação 5

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL

Visando à avaliação das propriedades funcionais tecnológicas das farinhas realizaram-se, as análises de capacidade de absorção de água, capacidade de absorção de óleo e capacidade de intumescimento. As amostras foram codificadas de acordo com a matéria-prima e a granulometria para a avaliação da capacidade de intumescimento.

##### 4.4.1 Capacidade de Intumescimento

Em tubos Falcon com capacidade de 15 mL foram inseridos 2 mL (volume) de farinha e adicionada água destilada até 5 mL. O tubo foi fechado e homogeneizado por inversão. Essa suspensão foi invertida novamente depois de 2 minutos e permaneceu em repouso por 2 horas. O volume ocupado pela amostra intumescida foi registrado. A análise foi feita em triplicata conforme metodologia Chandra modificada (CHANDRA, 2013). O cálculo para capacidade de intumescimento (CI) foi realizado de acordo com a Equação 6.

$$CI\% = [(volume\ de\ \acute{a}gua\ final * 100) / volume\ de\ \acute{a}gua\ inicial] - 100$$

Equação 6

##### 4.4.2 Capacidade de Retenção de Água e Óleo

Para capacidade de retenção de água (CRA), pesou-se em balança analítica o tubo Eppendorf. Em seguida, adicionou-se aproximadamente 0,100 g de farinha e com uma micropipeta, mais 1000  $\mu$ L de água destilada, pesando-o com toda a amostra em balança analítica. Depois foi centrifugado em temperatura ambiente por 30 minutos (Hettich zentrifugen mikro 200) a 3000 rpm. Decorrido o tempo, o tubo foi invertido para remover o líquido e pesado, conforme metodologia Chandra modificado, onde foram realizados em triplicata (CHANDRA, 2013). O cálculo da CRA foi realizado de acordo com a Equação 7.

$$\text{CRA}\% = (\text{massa de água retida} * 100) / \text{massa do volume de água inicial}$$

Equação 7

Para a capacidade de retenção de óleo (CRO), foi realizado o mesmo procedimento, de acordo com a metodologia Chandra e modificada (CHANDRA, 2013). A análise foi produzida em triplicata. O cálculo da CRO foi realizado de acordo com a Equação 8.

$$\text{CRO}\% = (\text{massa de óleo retida} * 100) / \text{massa do volume de óleo inicial}$$

Equação 8

Os resultados foram comparados por análise de variância, seguida do teste-t ou Tukey, quando aplicável, por meio do software estatístico SASM-Agri (domínio livre).

## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para valores das análises granulométricas das farinhas de folha de beterraba, mistura de casca de laranja e maracujá e de mamão estão apresentados na Tabela 1. Observou que a farinha da mistura de laranja e maracujá teve pouco rendimento para a granulometria de 12 MESH, não tendo quantidade significativa para a realização das análises.

**Tabela 1 – Granulometria.**

Peneira (MESH)	Abertura d# (mm)	BETERRABA		LARANJA/MARACUJÁ		MAMÃO	
		Massa retida (g)	% retido	Massa retida (g)	% retido	Massa retida (g)	% retido
12	1,65	2,659	5,6	0,026	0,02	93,799	39,61
24	0,71	12,862	27,2	21,653	14,37	29,888	12,62
42	0,355	14,45	30,5	64,85	43,03	43,432	18,34
60	0,250	6,363	13,4	25,448	16,89	29,413	12,42
Fundo	-	10,982	23,2	38,725	25,70	40,261	17,00
Total		47,316	100	150,702	100	236,793	100

*Fonte:* Autoria própria, 2017.

Notou-se que a maior massa retida para as farinhas de folhas de beterraba e mistura de casca de laranja e maracujá permaneceu na peneira com abertura de 0,355 e para a farinha de mamão ficou na peneira com abertura de 1,65. Em relação a trituração, sabe-se que o tempo utilizado para esse procedimento no preparo da farinha, influencia na granulometria, dessa forma para uma melhor otimização dessa etapa, deveria ser testado tempos diferentes e relaciona-los com as granulometrias.

Pois o tamanho de partícula influencia diretamente a capacidade de absorção de água, o tempo de mistura e as características sensoriais, como aparência, sabor e textura. A influência da granulometria de farinhas nas propriedades de produtos de panificação ainda não foi totalmente elucidada, embora seja aceito que partículas finas e uniformes promovem maior dispersibilidade da farinha na massa (BORGES et al., 2003).

Na tabela 2, encontram-se os valores atingidos referentes à caracterização físico-química das farinhas analisadas. O controle de umidade é uma das

determinações mais importantes utilizadas nas análises de alimentos, também uma grande preocupação em relação às farinhas, pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, embalagem e processamento do produto (CECCHI, 2003).

**Tabela 2 – Caracterização físico-química das farinhas de resíduos de beterraba, laranja/maracujá e mamão, (%) média  $\pm$  desvio-padrão.**

Amostras	Análises Físico-químicas					
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Aw	F. Sol. (%)	F. Insol. (%)	F. Totais (%)
<b>BETERRABA</b>						
12	9,92 $\pm$ 2,24 <sup>a</sup>	nd	0,65 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	nd	nd	Nd
24	9,72 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	11,60 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,00 <sup>a*</sup>	3,40 $\pm$ 0,95 <sup>ab</sup>	55,73 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>	59,13 $\pm$ 1,69 <sup>a</sup>
42	9,19 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>	11,06 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>	0,66 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	4,13 $\pm$ 1,37 <sup>a</sup>	53,27 $\pm$ 1,29 <sup>a</sup>	57,40 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>
60	9,41 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	11,89 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	3,83 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	51,63 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>	55,47 $\pm$ 2,54 <sup>a</sup>
"Fundo"	8,92 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup>	13,12 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	1,87 $\pm$ 1,03 <sup>b</sup>	46,93 $\pm$ 1,25 <sup>b</sup>	48,80 $\pm$ 1,70 <sup>b</sup>
<b>LARANJA / MARACUJÁ</b>						
12	-	-	-	-	-	-
24	13,52 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	1,75 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	21,03 $\pm$ 16,02 <sup>a</sup>	71,00 $\pm$ 9,79 <sup>a</sup>	92,03 $\pm$ 7,22 <sup>a</sup>
42	12,24 $\pm$ 1,59 <sup>a</sup>	3,19 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	0,66 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	24,37 $\pm$ 2,28 <sup>a</sup>	56,87 $\pm$ 4,76 <sup>a</sup>	81,23 $\pm$ 3,93 <sup>a</sup>
60	12,63 $\pm$ 0,00 <sup>a*</sup>	3,72 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,00 <sup>b*</sup>	21,23 $\pm$ 5,29 <sup>a</sup>	62,30 $\pm$ 13,84 <sup>a</sup>	83,60 $\pm$ 8,80 <sup>a</sup>
"Fundo"	12,97 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	2,23 $\pm$ 0,00 <sup>a*</sup>	0,66 $\pm$ 0,00 <sup>ab*</sup>	10,57 $\pm$ 2,11 <sup>a</sup>	66,93 $\pm$ 14,92 <sup>a</sup>	77,50 $\pm$ 16,70 <sup>a</sup>
<b>MAMÃO</b>						
12	7,55 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>	3,11 $\pm$ 2,71 <sup>a</sup>	0,48 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	12,30 $\pm$ 1,39 <sup>a</sup>	61,97 $\pm$ 9,47 <sup>a</sup>	74,27 $\pm$ 9,37 <sup>a</sup>
24	8,86 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	4,45 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>	0,51 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	9,33 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	70,70 $\pm$ 4,88 <sup>a</sup>	80,03 $\pm$ 5,12 <sup>a</sup>
42	8,54 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	4,31 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>	0,52 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	11,37 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	55,07 $\pm$ 4,88 <sup>a</sup>	77,40 $\pm$ 4,16 <sup>a</sup>
60	8,10 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	3,76 $\pm$ 1,69 <sup>a</sup>	0,55 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	33,47 $\pm$ 33,81 <sup>a</sup>	64,37 $\pm$ 3,70 <sup>a</sup>	97,83 $\pm$ 35,65 <sup>a</sup>
"Fundo"	9,13 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	4,95 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>	0,55 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	14,77 $\pm$ 5,52 <sup>a</sup>	66,03 $\pm$ 8,04 <sup>a</sup>	69,83 $\pm$ 12,47 <sup>a</sup>

Aw: atividade de água; F. Sol.: fibras solúveis; F. Insol.: Fibras Insolúveis; F. Totais: fibras totais; nd: não determinado; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa a nível de 5% (ANOVA, seguida pelo teste de Tukey)

\* Desvio padrão menor do que 0,01.

**Fonte: autoria própria (2017)**

O teor de umidade das farinhas mostrou que todas as amostras estão de acordo com o limite estabelecido pela Legislação Brasileira (máximo de 14%) (BRASIL, 1978), não havendo diferença estatisticamente significativa entre as granulometrias. Estes valores favorecem a conservação do produto, além de evitar o crescimento de fungos (ARAÚJO; FERNANDES, 2007)

O teor de cinzas, que remete ao teor de minerais totais após da queima do material orgânico de um alimento, não teve influência pela granulometria das

farinhas. A farinha que apresentou maiores teores de minerais foi o da beterraba (13,12% a 11,60%). Contudo, todas as farinhas demonstraram quantidades importantes de minerais e, se adicionadas a produtos, podem melhorar o valor nutricional dos mesmos (STORCK et. al., 2015).

Para a atividade de água ( $A_w$ ) as amostras variaram significativamente entre os tipos de farinhas e entre as granulometrias. A farinha de mistura de casca de laranja e maracujá apresentou maiores valores, seguindo os resultados da ANOVA, que o  $F_{cal}$  (6,66) foi maior que o  $F_{tab}$  (4,06) a 5% de significância. A partir do teste de Tukey, as granulometrias de 42 e 60 MESH são diferentes e as de 24 MESH e “fundo” são iguais entre si e intersectam com demais amostras. A farinha de mamão também apresentou influência pela granulometria, mas em menor significância.

A atividade de água é uma das propriedades fundamentais para o controle de qualidade de alimentos. Considera-se que a atividade de água de 0,60 como o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismo (CHISTÉ et al., 2006). Dessa maneira, deve-se dar mais atenção para as farinhas de talo de beterraba e mistura de cascas de laranja e maracujá, onde obtiveram valores superiores ao limite estabelecido, podendo afetar diretamente a proliferação de microrganismos, podendo estar relacionado à umidade relativa do ar ou mau armazenamento das farinhas, ocasionando a perda de qualidade das farinhas.

Em relação aos teores de fibras solúveis e insolúveis, constatou-se que as farinhas avaliadas apresentaram predominância da fração insolúvel da fibra, havendo uma diferença estatisticamente significativa a 1% apenas para a farinha de folhas de beterraba em suas diferentes granulometrias. Para a mesma, também houve diferença significativa para as fibras totais, no qual o  $F_{cal}$  (12,78) foi maior que o  $F_{tab}$  (7,59) a 1% de significância. Para ambas as análises, o teste Tukey constatou que o “fundo” apresentou diferença em relação às demais granulometrias. Isso se deve possivelmente porque a moagem foi tão intensa nessa fração, de tal forma que as cadeias fibrosas também foram fragmentadas, resultando em perdas indiretas para esse parâmetro.

Na Tabela 3, estão apresentados os dados obtidos das análises higroscópicas das farinhas de resíduos de beterraba, laranja/maracujá e mamão em suas diferentes granulometrias, na qual os índices de intumescimento, retenção de água e óleo foram expressos em porcentagem.

Robertson et al. (2000) ressaltaram que a CI é definido como o volume ocupado por um peso conhecido de fibra e a capacidade de retenção de água como a quantidade de água retida em uma quantidade de fibra conhecida. Esse parâmetro revela a capacidade que o material tem de se expandir. É possível verificar na Tabela 3 valores de capacidade de intumescimento bem diferenciados entre as farinhas variando de 11,66% a 208,33%, podendo ser nítida % menor das farinhas de folhas de beterraba. As amostras com maior variação entre as granulometrias de cada farinha foi a de 60 MESH e “fundo”, em todas as farinhas, com diferença significativa das demais amostras ( $p \leq 0,05$ ) em alguns casos. Na farinha de mamão a amostra de 12 MESH, também se diferenciou da 60 MESH e fundo, interceptando com a 24 e 42.

**Tabela 3 – Caracterização higroscópica das farinhas de resíduos de beterraba, laranja/maracujá e mamão, (% m/m) média  $\pm$  desvio-padrão.**

Amostras	Análises		
	CI	CRA	CRO
<b>BETERRABA</b>			
12	66,67 $\pm$ 14,43 <sup>a</sup>	15,62 $\pm$ 1,64 <sup>a</sup>	42,10 $\pm$ 2,53 <sup>a</sup>
24	58,33 $\pm$ 14,43 <sup>a</sup>	20,66 $\pm$ 2,52 <sup>a</sup>	40,42 $\pm$ 3,27 <sup>a</sup>
42	56,67 $\pm$ 5,77 <sup>a</sup>	18,69 $\pm$ 2,82 <sup>a</sup>	45,10 $\pm$ 3,27 <sup>a</sup>
60	46,67 $\pm$ 2,89 <sup>a</sup>	20,64 $\pm$ 2,04 <sup>a</sup>	46,43 $\pm$ 2,87 <sup>a</sup>
"Fundo"	11,67 $\pm$ 2,89 <sup>b</sup>	18,42 $\pm$ 2,35 <sup>a</sup>	51,56 $\pm$ 7,60 <sup>a</sup>
<b>LARANJA / MARACUJÁ</b>			
12	-	-	-
24	100,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	99,26 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>	46,00 $\pm$ 3,20 <sup>a</sup>
42	125,00 $\pm$ 25,00 <sup>a</sup>	99,78 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	43,30 $\pm$ 2,85 <sup>a</sup>
60	56,67 $\pm$ 5,77 <sup>b</sup>	77,97 $\pm$ 7,17 <sup>b</sup>	46,06 $\pm$ 2,67 <sup>a</sup>
"Fundo"	41,67 $\pm$ 14,43 <sup>b</sup>	35,85 $\pm$ 1,52 <sup>c</sup>	43,11 $\pm$ 3,53 <sup>a</sup>
<b>MAMÃO</b>			
12	191,67 $\pm$ 28,87 <sup>ab</sup>	100,09 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	27,75 $\pm$ 6,04 <sup>a</sup>
24	208,33 $\pm$ 14,43 <sup>a</sup>	99,95 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	29,65 $\pm$ 1,23 <sup>a</sup>
42	225,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	99,83 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	28,69 $\pm$ 1,18 <sup>a</sup>
60	161,67 $\pm$ 12,58 <sup>bc</sup>	99,85 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	26,01 $\pm$ 1,92 <sup>a</sup>
"Fundo"	125,00 $\pm$ 0,00 <sup>c*</sup>	99,80 $\pm$ 5,24 <sup>a</sup>	28,20 $\pm$ 3,19 <sup>a</sup>

CI: Capacidade de Intumescimento; CRA: Capacidade de Retenção de Água; CRO: Capacidade de Retenção em Óleo; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa à nível de 5% (ANOVA, seguida do teste de Tukey)

\* Desvio padrão menor do que 0,01.

**Fonte: autoria própria (2017)**

Segundo Neves e colaboradores (2008), as propriedades de hidratação revelam que as diferenças estruturais dos diferentes resíduos afetam a habilidade da fibra em absorver água e compostos orgânicos.

A absorção de água de farinhas de origem vegetal é atribuída principalmente ao elevado teor de fibras presentes nas mesmas (PORTE et al., 2011). Verificou-se que houve uma percentagem maior de retenção de água na farinha de mamão, seguido pela farinha de cascas de laranja e maracujá, em menor percentagem na farinha de beterraba, acreditando-se que essa diferença deu-se devido a quantidade de fibras solúveis contidas nas mesmas. Analisando cada farinha individualmente, somente a farinha de cascas de laranja e maracujá teve diferença significativa entre as granulometrias 60 MESH e “fundo”, diferenciadas entre si e também com as demais.

Para a capacidade retenção de óleo houve variação entre as farinhas, sendo a farinha de mamão com menor retenção de óleo ao contrário das demais farinhas que obtiveram aproximadamente 50% de CRO. Pode-se verificar que as farinhas não apresentaram diferença entre as granulometrias ao se analisar individualmente cada farinha. A diferença entre CRO dessas farinhas pode estar relacionada com a presença de grupos hidrofóbicos expostos nas proteínas dessas farinhas. Segundo Dench et al. (1981), a absorção de gordura varia em função do número de grupos hidrofóbicos expostos da proteína e da interação destes com as cadeias hidrofóbicas da gordura.

## CONCLUSÃO

Para as farinhas utilizadas no presente trabalho não houve influência da granulometrias empregadas sobre os teores de umidade e cinza. Porém, a umidade está relacionada com a estabilidade, qualidade e composição da farinha e os minerais no enriquecimento nutricional de novos produtos, demonstrando resultados satisfatórios.

Nas demais análises físico-químicas avaliadas, observou-se que a atividade de água e os teores de fibras solúveis e totais apresentaram variação significativa entre as granulometrias para as farinhas de mamão verde e mistura de casca de laranja e maracujá; e farinha de folhas de beterraba, respectivamente em relação as análises.

Quanto às análises higroscópicas, as farinhas de cascas de laranja e maracujá e de mamão apresentaram boas características de absorção de água, sendo de interesse para formulações de produtos de panificação, pois permitem maior incorporação de água à massa e aumentam o rendimento dos produtos finais.

Já, a farinha de folhas de beterraba juntamente com a de mistura de cascas de laranja apresentaram bons resultados para absorção de óleo, indicando a possibilidade de utilização desses produtos no preparo de produtos cárneos ou em produtos emulsionados como massas de bolos, maionese, molhos para saladas, dentre outros.

Apesar do potencial de aplicação dessas farinhas, há a necessidade de novos estudos sobre a influência das granulometrias em farinhas de frutas e hortaliças e suas possíveis aplicações em produtos alimentícios, nas capacidades específicas para propriedades funcionais e físico-químicas.



## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Dietary Fiber Technical Committee. The definition of dietary fiber.** Cereal Foods World, v. 46, p. 112- 146, 2001.

AHMAD, M. M. et al. Genetic variability to essential oil composition in four citrus fruit species. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 38, n. 2, p. 319-324, 2006.

ARAÚJO FILHO, G. C. et al. **Produtor de mamão.** Fortaleza: Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 72 p.

ARAÚJO, E. G. de; FERNANDES N. S. **Determinação da umidade em farinhas de trigo utilizando o método clássico de análise e a Termogravimetria (tg).** 2007. Disponível em: <[http://annq.org/congresso2007/trabalhos\\_apresentados/T78.pdf](http://annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T78.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ARVANITOYANNIS, I.S. 1 - **Potential and representatives for application of environmental management system (EMS) to food industries.** In: IOANNIS, S.A. et al. (Ed.). Waste management for the food industries. Amsterdam: Academic, 2008. p.3-38. ISBN 978-0-12-373654-3.

BEHRENS, J. H.; ROIG, S. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos de funcionalidade de Rotulagem e de Aceitação de Extrato Hidrossolúvel de Soja Fermentado e Culturas Lácteas Probióticas. **Boletim da Sociedade Brasileira e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, p. 99-106, 2000.

BELLO, J. Los alimentos funcionales o nutraceuticos. I – Nueva gama de productos em la industria alimentaria. **Alimentaria**, v. 33, p. 25-30, 1995.

BORGES, J.T.S. et. al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.21, n.2, p.303-322, jul./dez. 2003.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE C. T. Influências de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros**, v. 9, n.3, p. 38-44. 1999.

BRASIL. Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. **Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 20, 21 out. 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA **Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, 03 maio 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CADDEN, A. Comparative effects of particles size reduction on physical structure and water binding properties of several plants fibers. **Journal of Food Science**, v.52, n.6, p.1595-1599, 1987.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. **Embrapa Cerrados**, Documentos 276, 49 p., 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed., Rev. Campinas: Universidade de Sorocaba - Rede de Avaliação Institucional de Educação Superior (Rev. Avaliação), 2003.

CHISTÉ, R. C. et. al. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26 (4): 861-864, 2006.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 2, p. 592-597, 2007.

CHANDRA, S. Assessment of functional properties of different flours. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 38, p. 4849-4852, 2013.

COHEN, K. O. et al. Quantificação do teor de polifenóis totais em diferentes espécies de passiflora. **Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos**, 7, 2007.

CORDEIRO, A. G. et al. Incidência das fitoviroses do mamoeiro no Estado do Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 8, n. 4, p. 82-88, out/dez. 2012.

FILISSETTI, T. M. C. C.; LOBO, A. R.; COLLI, C. Fibra Alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. **COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes**. 4ª ed. Barueri: Manole, 2012, p. 251-294.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**. Food and nutrition. Rome: FAO, 1998. 140p. (Report, 66).

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. **Beverages. Bottled water**. U.S. Code of Federal Regulations 21 CFR 165.110. 2005.

FREITAS, S. C. et al. Procedimento Operacional Padrão para Determinação de Fibras Solúvel e Insolúvel. **Embrapa Agroindústria de Alimentos – Documentos (INFOTECA-E)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 32 p, 2008.

HERNÁNDEZ, T.; HERNÁNDEZ, A; MARTÍNEZ, C. Fibra alimentaria. Concepto, propiedades y métodos de analisis. **Alimentaria**, p. 19-30, 1995.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, São Paulo, v. 15, 3. Ed., 533 p., 1985.

IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v.8, n.2, p. 40-56, 2010.

JANEBRO, Daniele Idalino et al. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. sSupl, 2008.

JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN, S. M.; SRUR, A. U. O. S. Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis, flavicarpa, Deg.*) cv amarelo na alimentação de ratos (*Rattus norvergicus*) normais e diabéticos. **Revista Cadernos do Centro Universitário São Camilo**, v. 10, p. 313–218, 2002.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5178-5185, 2001.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rígel, c1994. 446 p.

LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud: Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. Varela, 2001.

LOPES, S. B. et al. Aproveitamento do resíduo gerado na produção de mini beterrabas para a produção de farinha. **Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2011.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones en los componentes de la fibra soluble. **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud, obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 22, p. 283-296.

MARTINEZ, R. et al. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v.135, n.3, p.1520-1526, 2012

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 (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, 2010.

MCCANN, M. C.; ROBERTS, K. **Architecture of the primary cell wall in the Cytoskeletal Basis of Plant Growth and Form**, ed. C.W. Lloyd, Academic Press, London: 1991. P. 109-129

MENOTTI, A. et al. Food intake patterns and 25-year mortality from coronary heart disease: cross-cultural correlations in the Seven Countries Study. **European journal of epidemiology**, v. 15, n. 6, p. 507-515, 1999.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista eletrônica de farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

NEVES, G. A. R.; SANTANA, M. de F. S.; VALENÇA, R. do S. F. **Capacidade higroscópica de farinhas de diferentes frutas**. In: VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, 2008.

NEUMANN, Perez et al. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco alimentos, nutraceuticos...: Você já ouviu falar?. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 71, p. 19-23, 2000.

OLIVEIRA, R. P.; EPIFÂNIO, N. B.; SCIVITTARO, W. B. **A nova citricultura na fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RIO GRANDE DO SUL, 2008, Alpestre. Anais... Alpestre: EMATER-RS, 2008. p. 60-66

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

PEREIRA, C. A. et al. Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 11, n. 01, 2009.

PIMENTEL, B. M. V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B. P. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 2005. 95p.

PORTE, A. et al. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóboras (*Cucurbita sp.*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 91-6, 2011.

PROSKY, Leon. What is dietary fiber?. **Journal of AOAC International**, v. 83, n. 4, p. 985-987, 2000.

RAMOS, A. T. et al. Uso de *Passiflora edulis f. flavicarpa* na redução do colesterol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 592-597, 2007.

ROBERTSON, J. A. et al. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **LWT-Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 72-79, 2000.

SCOTT, W. J. Water relations of food spoilage microorganisms. **Advances in food research**, v. 7, p. 83-127, 1957.

SILVA-SÁNCHEZ, C. et al. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two Mexican varieties. **Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)**, v. 59, n. 4, p. 169-174, 2004.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUZA, R. J. de et al. **Cultura da Beterraba (cultivo convencional e orgânico)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 37 p. (Textos Acadêmicos. Curso de Especialização Lato Sensu).

STEFANELLO, C. L.; ROSA C. S.; Composición aproximada de lãs cáscaras de diferentes frutas. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 17, p. 34-37, 2012.

STORCK, C. R. et al. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias/Microbiological quality and composition of flour from fruit juice production residues with different granulometries. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 277, 2015.

TIVELLI, S. W. et al. **Beterraba: do Plantio a Comercialização**. Campinas Instituto Agrônômico, 2011. 45p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210).

VILHALVA, D. A. A. et al. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.70, n.4, 2011.

VITOLLO, M. R. **Nutrição: da gestação ao envelhecimento**. Rio de Janeiro: Rubio, 2008. 628 p

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 459-468, 2010.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional?. **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.

WELTI, J.; VERGARA, F. **Atividade de água/ Conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad**. In: AGUILERA, J. M. Temas en Tecnologia de Alimentos. Santiago – Chile, v.1, p. 11-26, 1997.