

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALICE CRISTINA VETTORELLO GENIAKE  
EDUARDO CAVALCANTE DOURADO

**DESENVOLVIMENTO DE *BREADING* DE BAGAÇO DE MANDIOCA E  
APLICAÇÃO EM PEITO DE FRANGO EMPANADO**

MEDIANEIRA  
2017

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALICE CRISTINA VETTORELLO GENIAKE  
EDUARDO CAVALCANTE DOURADO

**DESENVOLVIMENTO DE *BREADING* DE BAGAÇO DE MANDIOCA E  
APLICAÇÃO EM PEITO DE FRANGO EMPANADO**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado a disciplina Trabalho de  
Conclusão de Curso II, do Curso de  
Engenharia de Alimentos da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de bacharel em Engenharia de  
Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Marinês Paula  
Corso

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristiane  
Canan

MEDIANEIRA  
2017



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Medianeira  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação Engenharia de Alimentos

---

**ALICE CRISTINA VETTORELLO GENIAKE**  
**EDUARDO CAVALCANTE DOURADO**

**DESENVOLVIMENTO DE *BREADING* DE BAGAÇO DE MANDIOCA E  
APLICAÇÃO EM PEITO DE FRANGO EMPANADO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenharia de Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marinês Paula Corso  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Canan  
Co-orientadora

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Carolina Castilho Garcia  
Membro da Banca

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elciane Regina Zanatta  
Membro da Banca

---

Alice Cristina Vettorello Geniake  
Aluna

---

Eduardo Cavalcante Dourado  
Aluno

Medianeira, 24 de novembro de 2017.

\*O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

*Dedicamos este trabalho a Deus e a nossos pais.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, por toda força, paciência e sabedoria a nós concedido. A nossas famílias, nossos pais e irmãos pelo incentivo e pela força nos momentos difíceis.

Aos nossos pais, Márcia Cristina, Luiz Carlos, Valéria e Hamilton, pelo carinho, pelas sugestões, pelo apoio, pela compreensão nas nossas ausências, pela força transmitida e pela confiança que foi em nós depositada.

A nossa querida orientadora professora Marinês Paula Corso, pela amizade, paciência, orientação, pelo esforço, dedicação e por toda confiança em nós depositada. Sem seu excelente trabalho nada disso teria sido possível.

Agradecemos imensamente ao companheirismo, auxílio e toda ajuda prestada durante esta fase final pela Daneysa Lahis Kalschne e Rosana Buzanello; vocês foram fundamentais.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela disponibilidade do uso dos laboratórios e também pela concessão da bolsa de estudos.

A todos nossos professores, mestres e doutores, que somaram significativamente em nosso crescimento pessoal e profissional. Somos imensamente gratos a todos vocês.

A todos nossos colegas da graduação e aos amigos que direta e indiretamente acompanharam nosso crescimento no desenvolvimento deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigada!

*Reunir-se é um começo, permanecer juntos é um progresso, e trabalhar juntos é um sucesso.*

*Napoleon Hill*

## RESUMO

GENIAKE, Alice Cristina Vettorello; DOURADO, Eduardo Cavalcante. **Desenvolvimento de *breeding* de bagaço de mandioca e aplicação em peito de frango empanado.** 2017. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

A mandioca está presente em todos os estados brasileiros devido a sua capacidade de adaptação aos diferentes tipos de solo. Sua industrialização está ligada a extração do amido com a geração de um resíduo de baixo valor comercial, o bagaço da mandioca. Atualmente sua maior utilização é para alimentação animal, porém, sua qualidade nutricional e propriedades tecnológicas têm sido dois fatores importantes para que pesquisadores desenvolvessem estudos para a aplicação do bagaço da mandioca na alimentação humana. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um *breeding* para o empanamento de peito de frango utilizando como parte da matéria prima o bagaço de mandioca e compará-las com duas amostras de *breeding* comercial. Inicialmente realizou-se um estudo sobre a cinética de secagem a 50 e 70 °C. Na sequência três formulações de *breedings* foram desenvolvidas, sendo: F1 – 50% bagaço de mandioca/50% farinha de milho; F2 – 75% bagaço de mandioca/25% farinha de milho; e F3 – 100% bagaço de mandioca. Após a caracterização dos *breedings* quanto a granulometria, índice de absorção de água e óleo e análises físico-químicas, estes foram aplicados em peito de frango empanado. Cinco amostras de peito de frango empanadas com os *breedings* produzidos e duas comerciais, foram avaliados pela determinação de *pick up*, caracterização físico-química, análises microbiológicas e análise sensorial. O modelo matemático que melhor ajustou os dados experimentais de secagem obtidos a 50 °C foi Wang e Singh; para a secagem a 70 °C foi o modelo de Page. Os *breedings* produzidos tiveram menor granulometria e maior índice de absorção de água e óleo do que os comerciais. Os parâmetros físico-químicos que se destacaram em comparação com os comerciais foi o menor teor de carboidratos e maior de fibras detergente ácido das amostras produzidas. Os empanados preparados com as farinhas comerciais tiveram maiores *pick up*, indicando um maior ganho de massa nas etapas de empanamento e pré-fritura. Na determinação dos parâmetros físico-químicos as amostras empanadas com os *breedings* produzidos tiveram maior teor de umidade e fibras detergente ácido e menor teor de carboidratos totais. Todas as amostras de empanados tiveram qualidade microbiológica desejável e em concordância com a legislação vigente. Na aceitação sensorial os atributos de aparência, cor, sabor, aceitação global e intenção de compra não diferiram entre as amostras, indicando a possibilidade de produção de um *breeding* com 100% de bagaço de mandioca seco.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz. Subprodutos. Secagem. Farinha de cobertura.

## ABSTRACT

GENIAKE, Alice Cristina Vettorello; DOURADO, Eduardo Cavalcante. **Development of cassava bagasse breeding and application in breaded chicken breast**. 2017. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

The cassava (*Manihot esculenta*) is present in all Brazilian States due to the capability of adaptation to different kinds of soil. The industrialization of cassava is connected to the starch extraction that produces a residue with low commercial price, the cassava bagasse, currently, the biggest application of it is in animal feed. However, the nutritional quality and technological properties has been the two main factors for researchers to develop studies for the application of cassava bagasse in human feed. The aim of the study was to develop a coverage flour (breeding) for chicken breast, using cassava bagasse as part of the raw material and compare them to two samples of commercial breeding. First of all, a study was developed about drying kinetics at 50 °C and 70 °C. Three breeding formulations was developed: F1 – 50% cassava bagasse/50% corn flour; F2 – 75% cassava bagasse/25% corn flour; F3 – 100% cassava bagasse. After the characterization of the breeding samples by chemical composition, granulometry, water absorption index (WAI), oil absorption index (OAI), five samples of chicken breast were breaded with the produced flour and the commercial breeding. Later, the samples were submitted to determination of pick up, physical-chemical composition, microbiologic quality and sensory acceptance analysis. Better adjustments to the experimental data of the drying process at 50 °C could be observed to Wang and Singh Mathematical model, meanwhile, those adjustments were observed with the drying process at 70 °C to Page's mathematic pattern. The produced breeding had lower granulometry, bigger WAI and OAI than the commercial breeding. Two physical-chemical parameters were highlighted during the production of this new breeding when compared to the ones commercially produced: the lower percentage of carbohydrate and bigger acid detergent fibers. The samples breaded with the commercial flour had a bigger pick up, indicating a bigger gain of weight in the step of breeding and pre-frying. In the determination of the physical-chemical parameters, the produced breeding had a bigger percentage of humidity and acid detergent fibers, lower percentage of total carbohydrates. Differences between the samples were not observed according to the sensory acceptance for the attributes of appearance, color, flavor, global acceptance and purchase intention, which indicates the possibility of the production of a breeding made with 100% dried cassava bagasse. All of the breaded samples had a desirable microbiological quality according to the present legislation.

**Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz. By-product. Drying. Breaded chicken.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Dados experimentais obtidos no processo de secagem a 50 °C e 70 °C. .	33
Figura 2 - Adimensional <i>versus</i> tempo pelo modelo de Wang e Singh (a) e Page (b) na secagem a 50 °C.....	34
Figura 3 - Adimensional <i>versus</i> tempo pelo modelo de Wang e Singh (a) e Page (b) na secagem a 70 °C.....	35
Figura 4 - Dados experimentais ajustados para o modelo de Wang e Singh e Page a 50 °C e 70 °C. ....	36
Figura 5 – Aspecto visual dos <i>breadings</i> produzidos F1, F2 e F3 e comerciais C1 e C2.....	39
Figura 6 - Aspecto visual dos peitos de frango empanados. ....	50

## LISTA DE SIGLAS

$a_w$	Atividade de água
C1	Comercial 1
C2	Comercial 2
E1	Empanado 1
E2	Empanado 2
E3	Empanado 3
E4	Empanado 4
F1	Formulação 1
F2	Formulação 2
F3	Formulação 3
F4	Formulação 4
F5	Formulação 5
IAA	Índice de absorção de água
IAO	Índice de absorção de óleo
FBM	Farinha do bagaço de mandioca
FDA	Fibra detergente ácido
FM	Fécula de mandioca
UFC	Unidade Formadora de Colônia

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Composição centesimal da farinha de bagaço de mandioca obtida pela secagem em sistema de fluxo de ar aquecido.....	17
Tabela 2 - Comparativo entre fécula de mandioca (FM) e farinha do bagaço de mandioca (FBM) para $a_w$ , IAA e IAO. ....	19
Tabela 3 - Formulações dos <i>breadings</i> .....	25
Tabela 4 - Formulação base do filé de peito de frango. ....	28
Tabela 5 - Resultados de pH e parâmetros de cor para o bagaço úmido e seco.....	32
Tabela 6 - Coeficiente de determinação para o modelo de Wang e Singh e Page na secagem a 50 °C e 70 °C. ....	37
Tabela 7 - Granulometria dos <i>breadings</i> .....	38
Tabela 8 - Índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) ...	40
Tabela 9 - Composição centesimal e parâmetros físico-químicos das farinhas.....	41
Tabela 10 – Características físicas e químicas das farinhas. ....	43
Tabela 11 - <i>Pick up</i> das etapas de empanamento e cocção. ....	46
Tabela 12 - Composição centesimal e parâmetros físico-químicos dos empanados. ....	47
Tabela 13 – Características físicas e químicas dos empanados. ....	49
Tabela 14 - Resultados das análises microbiológicas dos peitos de frango empanado.....	51
Tabela 15 - Aceitação sensorial das amostras de empanados.....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1 MANDIOCA.....	15
3.1.1 Bagaço da mandioca.....	16
3.1.2 Secagem do bagaço da mandioca .....	16
3.2 EMPANADOS .....	19
3.2.1 Sistema de cobertura .....	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 ELABORAÇÃO DOS <i>BREADINGS</i> .....	23
4.1.1 Secagem do bagaço de mandioca .....	23
4.1.2 Elaboração das misturas para preparo dos <i>breadings</i> .....	25
4.1.3 Granulometria .....	25
4.1.4 Avaliação tecnológica dos <i>breadings</i> .....	26
4.1.5 Análises físico-química dos <i>breadings</i> .....	26
4.2 ELABORAÇÃO DO PEITO DE FRANGO EMPANADO .....	27
4.2.1 Determinação do <i>pick-up</i> e perdas na cocção dos empanados.....	29
4.2.2 Análises físico-químicas dos empanados.....	29
4.2.3 Análises microbiológicas .....	30
4.2.4 Análise sensorial .....	30
4.3 ANÁLISE DE DADOS .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
5.1 SECAGEM DO BAGAÇO.....	32
5.2 CARACTERÍSTICAS DOS <i>BREADINGS</i> .....	37
5.2.1 Granulometria dos <i>breadings</i> .....	37
5.2.2 Propriedades tecnológicas .....	39
5.2.3 Parâmetros físico-químicos dos <i>breadings</i> .....	41
5.3 CARACTERÍSTICAS DO PEITO DE FRANGO EMPANADO .....	45

5.3.1 Análise de <i>pick up</i> após empanamento e após cocção do peito de frango empanado.....	45
5.3.2 Parâmetros físico-químicos dos peitos de frango empanados.....	46
5.3.3 Qualidade microbiológica dos peitos de frango empanados.....	50
5.3.4 Aceitação sensorial dos peitos de frango empanados.....	51
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há preocupação em escala crescente na sociedade que envolvem saúde e bem-estar. Meios como o avanço da tecnologia agropecuária e da ciência e tecnologia de alimentos são destaques para a superação de doenças como obesidade, raquitismo e deficiência de micronutrientes. Certas alterações poderão ser feitas na diversidade, qualidade e funcionalidade dos alimentos possibilitando maior qualidade de vida para a população, reduzindo custos com doenças associadas à má alimentação e solução à crescente busca dos consumidores por alimentos saudáveis, práticos e sensorialmente atraentes (LOPES, 2015).

A busca por novos alimentos com qualidade nutricional e preço acessível aumentou no Brasil e internacionalmente. A indústria visa otimizar seus processos, economizar mão de obra, a fim de gerar lucros, e reaproveitando os resíduos gerados durante a produção. Estes resíduos, por sua vez, podem ser gerados em grandes volumes e possuírem valor nutricional associado, o que torna viável o seu reaproveitamento, gerando vantagens como a redução do impacto ambiental e lucros à empresa (FEIX; BRANDÃO; SANTOS, 2015).

A cultura da mandioca vem do interesse em suas raízes ricas em amido, utilizadas para variados fins, tais como alimentação humana e animal, produção de alimentos, indústria têxtil, entre outros. Considerando seu alto valor energético, desenvolve um importante papel no regime nutricional (VILHALVA, 2011).

Devido à grande perda de resíduos orgânicos com qualidade e viabilidade nutricional para aplicação na alimentação humana gerados nas fecularias de pequeno e grande porte, propõe-se o uso de um destes resíduos, como o bagaço da mandioca, em um *breeding* para peito de frango empanado, agregando valor nutricional/funcional a este produto a partir do aproveitamento de um subproduto comestível do processamento de mandioca. (RODRIGUES, 2011; SHITTU, 2008; FIORDA et al., 2013; CAMARGO et al., 2008)

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um *breeding* para empanamento a partir de um subproduto comestível do processamento da mandioca (*Manihot esculenta*).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o efeito das condições de secagem (tempo e temperatura) sobre características do bagaço da mandioca.
- Ajustar os dados experimentais da secagem a modelos matemáticos.
- Escolher uma condição de secagem para aplicação na produção de farinha de empanamento.
- Produzir *breadings* com diferentes proporções de bagaço de mandioca seco e farinha de milho.
- Caracterizar os *breadings* quanto às propriedades tecnológicas, granulometria e parâmetros físico-químicos, comparando-os com *breadings* comerciais.
- Aplicar os *breadings* produzidos e os comerciais no empanamento de peito de frango marinado e determinar a qualidade microbiológica, parâmetros físico-químicos e aceitação sensorial.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MANDIOCA

Segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, a mandioca (*Manihot esculenta* subsp *esculenta*) é um arbusto perene, que vive por três ou mais anos, originária da América do Sul e fonte energética para milhões de pessoas no mundo (FILHO, SILVEIRA, 2012). O Brasil é um dos maiores produtores desta cultura, tendo produzido em 2016, aproximadamente 23,71 milhões de toneladas, cultivadas numa área de 1,55 milhões de hectares (CONAB, 2017).

A mandioca é produzida em todos os estados brasileiros devido a sua capacidade de adaptação em diversas condições climáticas, garantido assim maior sucesso à cultura (GROXKO, 2017). O Pará é o estado com a maior produção de raiz de mandioca do Brasil, seguido do estado do Paraná e Bahia (estimativa de 4,21, 2,79 e 1,74 milhões de toneladas para 2017, respectivamente). Estes três estados brasileiros, representam cerca de 43% de toda a produção nacional (CONAB, 2017).

Devido ao tipo de raiz a mandioca pode ser classificada de duas formas: de mesa e industrial. A mandioca de mesa pode ser consumida tanto "*in natura*" quanto minimamente processada, em que estas são submetidas a processos de lavagem, descascamento, embalagem, congelamento. Já a mandioca classificada como industrial dispõe de uma grande variedade de produtos, sendo a farinha e a fécula de mandioca os principais. A industrialização é uma ótima opção para agregar valor para esta tradicional cultura do Brasil, reduzindo as perdas pós-colheita desta raiz que é altamente perecível, gerando maior retorno financeiro aos produtores e empregos (CONAB, 2013).



### 3.1.1 Bagaço da Mandioca

A mandioca quando utilizada para processos industriais, tanto em pequena como em grande escala, ocasiona problemas ambientais; podendo produzir quantidades significativas de resíduos sólidos como casca, entrecasca e bagaço; ou resíduo líquido como a manipueira e a água vegetal (CAMARGO et al., 2008).

Segundo Fiorda (2013), a produção de fécula de mandioca no Brasil gera 2,09 milhões de toneladas de resíduo úmido, e no mundo são 28,6 milhões de toneladas, com base nos dados disponibilizados pela FAO e IBGE no ano de 2011. Considerando a farinha de bagaço de mandioca (umidade de 12%), a partir do resíduo úmido gerado no Brasil e no mundo seria possível produzir 566 mil toneladas de farinha de bagaço no país e 7,72 milhões de toneladas no mundo. (FIORDA, 2011).

O farelo ou bagaço da mandioca é um subproduto de grande importância, gerado durante o processo da extração da fécula de mandioca, caracterizado como a parte fibrosa da raiz, contendo ainda parte da fécula que não foi extraída durante o processo. Como este subproduto é gerado em grande quantidade e sua umidade é elevada, cerca de 85%, representa um problema durante a safra, devido às dificuldades de transporte e armazenamento. Além disso, o bagaço de mandioca tem baixo valor comercial, porém contém um elevado valor nutricional destacando seu alto teor de fibra de boa qualidade. Existem pesquisas relacionadas ao reaproveitamento deste subproduto, visando o desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento na obtenção de novos produtos com maior valor agregado, utilizando-o como ingrediente para produtos alimentícios ricos em fibras (RODRIGUES, 2011; SHITTU, 2008; FIORDA et al., 2013).

### 3.1.2 Secagem do Bagaço da Mandioca

A secagem é uma das operações mais utilizadas para a conservação de alimentos, e consiste na remoção de água do produto por evaporação com

transferência de calor e massa. Gera vantagens como a redução da massa, com conseqüente redução do custo de transporte e facilidade no armazenamento e cria condições desfavoráveis para o desenvolvimento microbiano no produto. A secagem pode envolver três meios de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o mais utilizado para secagem comercial, em que um fluxo de ar aquecido passa pela camada superficial do produto (EMBRAPA, 2016; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) o percentual de umidade para farinha de mandioca do tipo seca deve ser inferior a 13% (BRASIL, 2001). Baseado nisso, para bagaço de mandioca, Jorge et al. (2013) compararam a utilização de fluxo de ar a 80 °C por 4 h e a secagem em estufa convencional com circulação de ar a 80 °C por 7 h. Foi obtido um rendimento de 12% para os dois métodos, revelando a viabilidade da utilização de fluxo de ar aquecido, pois o resultado final foi obtido com menor tempo e menor consumo energético. A composição centesimal da farinha de bagaço de mandioca obtida pelos autores é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1-Composição centesimal da farinha de bagaço de mandioca obtida pela secagem em sistema de fluxo de ar aquecido.

<b>Componente</b>	<b>Percentual</b>
Umidade	3%
Cinzas	2,55%
Proteínas	0,3%
Gordura	4,7%
Fibras totais	45,1%
Amido residual	22%

Fonte: Jorge et al. (2013)

Fiorda et al. (2013) utilizaram como método de secagem do bagaço de mandioca, estufa de bandeja com circulação de ar a 55 °C por 24 h, seguida da moagem do bagaço pré-seco. Foram obtidas informações importantes relacionadas a granulometria, atividade de água ( $a_w$ ), cor e umidade. A granulometria da farinha do bagaço de mandioca obtida enquadrava-a como farinha extrafina, sendo que de

acordo com a legislação, o máximo permitido para o percentual de retidos na peneira de abertura de 1 mm é de 15%. A umidade da farinha foi de  $9,02\% \pm 0,07$ , de acordo com a legislação vigente que estipula umidade máxima de 15% (BRASIL, 2005). O controle de umidade ressalta a importância da segurança do alimento e sua qualidade. A  $a_w$  também tem reconhecida importância na inibição do crescimento de microrganismos, porém quando muito baixa (inferior a 0,3) apresenta reações indesejáveis como a oxidação de lipídios (FERREIRA NETO; FIGUEIREDO; QUEIROZ, 2005). Para evitar esta reação, os valores para  $a_w$  devem ser superiores a 0,3, porém inferior a 0,6 que é considerado limite para multiplicação microbiana (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2004).

Em relação a cor, a farinha de bagaço de mandioca obtida por Fiorda (2011) apresentou menor valor de luminosidade ( $L^*$ ) e maior valor dos componentes verde-vermelho ( $a^*$ ) e azul-amarelo ( $b^*$ ), indicando coloração escura mais intensa, com tonalidades avermelhada e amarelada em relação à fécula de mandioca, associado ao maior teor de cinzas e fibras presentes na farinha do bagaço de mandioca. De um modo geral, isto é observado nas farinhas integrais devido ao elevado teor de fibras e cinzas que se acumulam na camada externa dos grãos, gerando farinhas mais escuras por conta do menor grau de polimento dos grãos (LAMBERTS et al., 2008).

O índice de absorção de água (IAA) está relacionado com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido (FIORDA et al., 2013).

O índice de absorção de óleo (IAO), segundo Ravi e Suselamma (2005), é definido pela capacidade de sítios apolares de cadeias proteicas em aprisionar o óleo. Logo, o conteúdo e o tipo de proteína presente na farinha determinam a capacidade de absorção de óleo dos alimentos.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos por Fiorda et al. (2011) para  $a_w$ , IAA e IAO.

Tabela 2 - Comparativo entre fécula de mandioca (FM) e farinha do bagaço de mandioca (FBM) para  $a_w$ , IAA e IAO.

Propriedade	FM	FBM
$a_w$	0,516 <sup>a</sup> ± 0,00	0,387 <sup>b</sup> ± 0,00
IAA [g de gel (g de matéria seca) <sup>-1</sup> ]	1,660 <sup>b</sup> ± 0,04	6,730 <sup>a</sup> ± 0,42
IAO [g de gel (g de matéria seca) <sup>-1</sup> ]	12,410 <sup>a</sup> ± 1,12	0,590 <sup>b</sup> ± 0,20

Fonte: FIORDA et al. (2011).

### 3.2 Empanados

Entende-se por produto empanado, o produto cárneo industrializado obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldados ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001). A elaboração de um produto cárneo empanado é dada pelas etapas de: moagem, mistura, moldagem, recobrimento, fritura, cozimento e congelamento (ORDÓÑES et al., 2007).

#### 3.2.1 Sistema de Cobertura

Sistema de cobertura é a combinação de ingredientes a base de cereais ou não cereais que revestem um substrato proteico ou não, que irá fornecer ao produto final atributos como sabor, textura e aparência (GL, 2002). Segundo Fellows (2006) os principais objetivos dos sistemas de cobertura são melhorar aparência, qualidade sensorial, modificar textura, realçar e adicionar valor aos produtos básicos. A cobertura dos produtos empanados pode ser dividida em três etapas: *predust*, *batter* e *breeding* (KERRY, 2005).

### 3.2.1.1 *Predust* ou Pré-enfarinhamento

O *predust* é composto de ingredientes finos à base de cereais com o objetivo de absorver umidade da superfície do substrato e melhorar a capacidade de adesão do sistema de empanamento ao substrato, além de favorecer características desejáveis como aroma e sabor característico (KERRY, 2005; UEMURA; LUZ, 2003).

Normalmente a superfície dos alimentos é irregular e com isso gera dificuldades na aderência do substrato com a cobertura, causando características indesejáveis ao produto final. Logo, a aplicação desta primeira camada promove melhor adesão entre as outras camadas de cobertura e o substrato, conferindo mais uniformidade e uma textura melhor (VIANA, 2005; DEGENHART, 2003; SHINSATO; USHIJIMA; CUNHA, 2002).

Outra característica citada por Bortoluzzi (2006) é que o *predust* pode ser o carreador de condimentos e um regulador de rendimento, além disso, podem existir ingredientes voláteis de sabor que seriam perdidos durante processos de cozimento e esta primeira camada de empanamento impede que isto aconteça.

### 3.2.1.2 *Batter*

O *batter* é composto de água e ingredientes secos, pode ser obtido por uma mistura em pó de diversos ingredientes funcionais tais como, amidos, gomas e farinhas, podendo ser condimentado ou não (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009). Tem uma função importante no processo, pois pode formar tanto a camada de cobertura externa completa para o produto alimentício, como também, agir como uma camada ligante entre o substrato e a camada mais externa (UEMURA; LUZ, 2003).

O *batter* é fundamental para o sistema de cobertura porque influencia na espessura da cobertura do empanado e é responsável pelas características funcionais e econômicas do produto (BORTOLUZZI, 2006). Para o seu melhor desempenho são necessárias características como: miscibilidade (capacidade dos

sólidos se misturarem com água), homogeneidade, viscosidade ideal para a aplicação, envolvimento completo do produto alimentício e adesão ao substrato; capacidade de permitir que a camada externa de farinha se ajuste ao *batter*, gerando um produto completamente coberto (GL, 2002).

O *batter* é classificado em três categorias distintas: de adesão, de coesão e de tempura:

- *Batter* de adesão tem função adesiva entre o *predust* e o *breadding*, apresenta alto conteúdo de milho e farinha de trigo, sendo utilizado em substratos variados (Loewe, 1990; GL, 2002).

- *Batter* de coesão é semelhante ao de adesão, porém é utilizado em substratos de difícil adesão como vegetais e frutas, para isso sua viscosidade é maior e sua composição apresenta alto conteúdo de farinha de trigo (GL, 2002).

- *Batter* tempura difere desde a forma de aplicação de cobertura dos outros dois tipos citados. A maneira de aplicação é: *predust*, *batter* adesão ou coesão e *breadding*. Desta forma, o *batter* tempura é aplicado como a última camada, sendo: *Batter* de coesão, *breadding*, *batter* tempura. É utilizado para substratos derivados de peixes, frutos do mar, frango e vegetais. Apresenta viscosidade mais elevada que o *batter* de coesão e adesão, contendo elevado teor de farinha de trigo e é acrescido de fermentos químicos e agentes de escurecimento (LOEWE, 1990; GL, 2002).

### 3.2.1.3 *Breadding*

O *breadding* ou farinha de cobertura, pode ser definido como uma base de cereal, condimentada ou não, geralmente obtida por processamento térmico (KERRY, 2005). Divide-se em três categorias de granulometria: grossa, média e fina. O *breadding* fino apresenta aparência suave, rápida absorção de umidade, não afeta a textura do produto final, promove boa cobertura, mas gera baixo *pick-up* (rendimento). O *breadding* de granulometria média melhora a absorção de água, promove um bom rendimento e melhor cobertura do produto. O *breadding* grosso promove maior impacto visual, porém pode apresentar o problema de se desprender facilmente durante as operações de transporte e manipulação. Este fornece ganho

de massa e boa textura; em contrapartida, não fornece uma boa cobertura ao produto e tem baixa absorção de água (GL, 2002).

Os tipos de *breadding* utilizados atualmente são divididos em 4 categorias, sendo: tradicional, extrusado, *breadding* americano, *breadding* japonês (MAYER; BRUM, 2016).

– *Breadding* tradicional é produzido a partir de uma farinha, água e sal e composto de leveduras que é transformado em uma camada fina quando submetida ao aquecimento. É uma farinha densa e proporciona uma mordida dura. Pode ser adicionado de corantes e conter agentes levedantes químicos tornando-se uma farinha de cobertura de baixo custo (KERRY, 2005).

– *Breadding* americano é parecido com farinha de rosca caseira, é resfriado e condicionado antes da moagem para promover textura leve e crocante (KERRY, 2005).

– *Breadding* japonês tem forma alongada e livre de crostas, é considerado mais crocante que os outros tipos e mantém a crocância por mais tempo (GL, 2002).

– *Breadding* extrusado é o que melhor se aplica à produção em larga escala. É produzido em processo contínuo sob pressão, a umidade é expandida sob forma de vapor e o produto, após secagem, adquire forma característica, com crocância semelhante à farinha de pão (DEGENHART, 2003).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ELABORAÇÃO DOS *BREADINGS*

#### 4.1.1 Secagem do Bagaço de Mandioca

O bagaço de mandioca úmido doado por uma indústria de processamento de mandioca e milho, localizada na região Oeste do Paraná foi submetido a secagem em estufa com circulação de ar (Unimatic E 1000, ELLER). Foram empregadas duas condições de secagem (50 °C por 7 h e 30 min; e 70 °C por 4 h e 30 min), baseados nos estudos da literatura, buscando atingir a umidade final de aproximadamente 5 %. As condições do processo de secagem foram escolhidas em função das propriedades do bagaço da mandioca seco (cor, pH, umidade,  $a_w$ ), objetivando um produto seco, o mais claro possível e sem fermentar.

O bagaço de mandioca úmido (845 g) foi disposto em formas de alumínio retangulares (26 x 39 cm) com altura de aproximadamente 1 cm. Em intervalos de 1 h era realizada a pesagem das formas para determinação da perda de massa (balança Welmy bcw 15). A matéria prima que não foi utilizada na data da coleta para a secagem, foi congelada até o uso, por aproximadamente 5 dias. A secagem em cada condição foi realizada em triplicata. Após a etapa de secagem as amostras foram moídas em moinho de facas (SL 31, Solab), e acondicionadas em embalagens plásticas em freezer doméstico ( $-18 \pm 1$  °C) (290, Consul) até o uso, no máximo 5 dias.

A umidade do bagaço de mandioca úmido, da farinha durante a secagem e da farinha seca foi determinada em estufa (CE-205, CIENLAB) a 105 °C até o peso constante (IAL, 2008). Os dados de umidade das amostras inicial do bagaço ( $92,89 \pm 0,11\%$ ) e em cada intervalo de pesagem da perda de massa foram utilizados no cálculo do adimensional de umidade conforme apresentado pela Equação 1.



$$ADM = \frac{(X - X_{eq})}{(X_o - X_{eq})} \quad (1)$$

Sendo:  $ADM$  é o adimensional de umidade;  $X$  é a umidade (b.s) em determinado tempo  $t$ ;  $X_{eq}$  é a umidade de equilíbrio (b.s);  $X_o$  é a umidade inicial do bagaço de mandioca (b.s).

A modelagem matemática para a secagem do bagaço de mandioca foi realizada para as temperaturas de 50 °C e 70 °C, utilizando os modelos de Wang e Singh (1978) (Equação 2), de Page (Karathanos e Belessiotis, 1999) (Equação 3), e solução integrada de Crank (Equação 4) para a equação de Fick (Equação 5), em placas planas (CRANK, 1975).

Os parâmetros dos modelos cinéticos e de generalização foram obtidos por regressão não linear (Quasi-Newton), critério de convergência de 0,0001, com o auxílio do programa OriginPro 9.0.

$$ADM = 1 + Et + Ft^2 \quad (2)$$

$$ADM = \exp(-kt^v) \quad (3)$$

$$ADM = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp\left(-\frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4 L^2}\right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D_{AB} \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} \quad (5)$$

Sendo:  $E$ ,  $F$ ,  $k$  e  $\nu$  são constantes dos modelos,  $t$  [min] é o tempo de secagem,  $D_{eff}$  [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ], é o coeficiente de difusão;  $n$ , é número de termos da série e  $L$  [cm], é a espessura das amostras.

#### 4.1.2 Elaboração das misturas para preparo dos *breadings*

Os *breadings* foram preparados em diferentes proporções de bagaço de mandioca seco a 70 °C, como apresentado na Tabela 3. Optou-se por esta temperatura devido o menor tempo de secagem. O preparo deu-se pela mistura de todos os ingredientes e acondicionamento em embalagens plásticas em *freezer* doméstico ( $-18 \pm 1$  °C) até o uso, no máximo 5 dias.

Tabela 3 - Formulações dos *breadings*

<b><i>Breadings</i></b>	<b>Bagaço de mandioca (g)</b>	<b>Farinha de milho (g)</b>	<b>Corante cúrcuma (g)</b>
F1	125,0	125,0	1,25
F2	187,5	62,5	1,25
F3	250,0	0,0	1,25

Fonte: Autoria própria (2017).

#### 4.1.3 Granulometria

A análise da granulometria das partículas dos *breadings* foi realizada utilizando agitador de peneiras (Bertel) com peneiras de abertura 20 (850 mm), 30 (600 mm), 50 (300 mm) e 70 (212 mm) *mesh* (Bronzinox). Foram utilizadas amostras de 100 g, com programação do agitador por 10 min na vibração 3.

#### 4.1.4 Avaliação Tecnológica dos *Breadings*

O IAA foi determinado segundo metodologia de Anderson et al. (1969). Em um tubo de centrífuga, previamente tarado, foram colocados aproximadamente 2,5 g de amostra moída e 30 mL de água. Os tubos foram agitados por 30 min em agitador mecânico (modelo, Lactea) e centrifugados a 3000 rpm por 10 min (CT-5000R, Cientec). Do sobrenadante, foram transferidos 10 mL para cadinho de porcelana previamente tarado e levado para estufa a 105 °C até obtenção de peso constante. O gel remanescente foi pesado e o IAA calculado conforme a Equação 6.

$$IAA = \frac{PRC}{PA - PRE} \quad (6)$$

Sendo: *IAA* é o índice de absorção de água (g gel/g de matéria seca); *PRC* é a massa do resíduo de centrifugação (g); *PA* é a massa da amostra (g) (base seca); *PRE* é a massa do resíduo de evaporação (g) x 3.

Para a determinação do IAO a metodologia de IAA foi adaptada, sendo a água substituída por óleo de soja conforme Seibel e Beléia (2008).

#### 4.1.5 Análises Físico-químicas dos *Breadings*

As três amostras de *breeding* formuladas F1, F2 e F3 e duas amostras de *breadings* comerciais C1: Breader KFFOZ, Romenil; C2: Breader 7:37, Ronarm, foram avaliadas para fins de comparação.

O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante (IAL, 2008; BRASIL, 1999).

O teor de lipídeos foi determinado em extrator de *Soxhlet* (extrator MARCONI, modelo MA419), com solubilização das gorduras em hexano (IAL, 2008; BRASIL, 1999).

O teor de proteínas foi determinado por *Kjeldahl* (IAL, 2008; BRASIL, 1999), realizando-se as etapas de digestão (bloco digestor TECNAL, modelo 040125 e controlador de temperatura TECNAL, modelo TE-007MP), destilação (MA-036, Marconi) e titulação. O teor de nitrogênio total foi convertido em teor de proteínas multiplicando-se pelo fator de conversão de 6,25.

O teor de cinzas foi determinado pela carbonização das amostras em mufla (Jung) a 550 °C por 6 h ou até obter cinzas claras (IAL, 2008; BRASIL, 1999).

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença.

O pH foi determinado com potenciômetro digital (21 pH/mv meter, Hanna).

A atividade de água a 25 °C foi determinada em equipamento medidor de  $a_w$  pelo ponto de orvalho (Aqualab, 4TE).

Os parâmetros de cor da superfície foram determinados tomando-se três pontos diferentes de leitura por amostra disposta em cápsulas plásticas utilizadas para a determinação de  $a_w$ . Empregou-se o colorímetro (CR400, Minolta) com esfera de integração e ângulo de visão de 45°, iluminação d/45 e iluminante D65. Os valores de luminosidade ( $L^*$ ), componente vermelho-verde ( $a^*$ ) e componente amarelo-azul ( $b^*$ ) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

## 4.2 ELABORAÇÃO DO PEITO DE FRANGO EMPANADO

Com a finalidade de aplicar as amostras de *breeding*, uma formulação base de peito de frango empanado foi produzida em escala piloto no Laboratório de Industrialização de Carnes da UTFPR, Câmpus Medianeira. O processo e formulação utilizados foram baseados no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados (BRASIL, 2001a), Instrução Normativa nº 51 do MAPA (BRASIL, 2007) e a Portaria nº 1004 da ANVISA (BRASIL, 1998). Os filés de peito de frango (*Sassami*, Lar) adquiridos no mercado local congelados foram descongelados, padronizados em termos de tamanho ( $\cong$  15 g) e marinados (VV-T-10) utilizando-se uma formulação obtida em pré-teste, apresentada na Tabela 4, em

dois ciclos por 10 min cada em temperatura de 4,1 °C e 3,8 °C, respectivamente. O empanado 1 (E1) foi utilizado o breading F1; o empanado 2 (E2), o breading F2; o empanado 3 (E3), o breading F3; o empanado 4 (E4), utilizou-se o breading C1 e por fim para o empanado 5 (E5), foi utilizado o breading C2.

Tabela 4 - Formulação base do filé de peito de frango.

Matéria prima e ingredientes	Quantidade no produto final (%)
Água	13,30
Proteína isolada de soja	1,00
Sal	1,60
Glutamato monossódico	0,05
Alho em pó	0,100
Cebola desidratada	0,25
Salsa desidratada	0,025
Orégano	0,025
Pimenta	0,02
Fosfato	0,30
Total da salmoura	16,67
Carne (frango)	83,33
Total	100%

Fonte: Autoria própria (2017).

Os peitos de frango receberam o *predust* (amido de milho, Yoki) e na sequência o *batter* (composição: água 54%; gelo 21%; *batter* comercial 17,3%; fécula de mandioca 6,7%; carragena 1%) na temperatura de  $5 \pm 1$  °C por imersão ( $\cong$  5 s) seguida de gotejamento ( $\cong$  5 s). O procedimento descrito foi padronizado para todas as amostras, que na sequência receberam os diferentes *breadings* formulados (F1, F2 e F3) e os comerciais (C1 e C2).

Os produtos empanados foram pré-fritos em gordura vegetal (óleo de soja, Leve), em temperatura de 180 a 190 °C por 30 s, sendo a temperatura do óleo medida antes de cada pré-fritura. As amostras foram congeladas em freezer doméstico ( $-18 \pm 1$  °C).

Antes das análises de cocção e análises sensoriais, os filés de peito de frango foram assados à temperatura de 200 °C em forno elétrico (10537-13368,

Fisher) até atingir temperatura interna mínima de 72 °C. As demais análises foram realizadas no produto pré-frito.

#### 4.2.1 Determinação do *Pick-up* e perdas na cocção dos empanados

As análises foram realizadas em triplicata. O *pick-up* foi determinado por meio da pesagem dos produtos antes e após cada etapa do processo de empanamento e calculado conforme a Equação 7 (GL, 2002):

$$\% \text{ Pick up} = \frac{\text{Massa com cobertura} - \text{massa sem cobertura}}{\text{Massa final com cobertura}} \times 100 \quad (7)$$

A perda ocorrida nos processos de cocção (pré-fritura e forno) foram estimadas pela pesagem dos produtos antes e após cada etapa de cocção e calculada conforme a Equação 8.

$$\% \text{ Perda de massa} = \frac{\text{Massa após cocção} - \text{massa antes cocção}}{\text{Massa após cocção}} \times 100 \quad (8)$$

#### 4.2.2 Análises Físico-químicas dos Empanados

Os empanados foram homogeneizados em um processador de alimentos (*Cutter*, 3 L, Sire, Filizola) durante 2 min até obtenção de uma massa homogênea e representativa. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O teor de umidade, lipídeos, proteínas, cinzas, carboidratos totais,  $a_w$ , pH e cor foram determinados conforme previamente descrito no subitem 4.1.3

#### 4.2.3 Análises microbiológicas

Foram analisadas em triplicata a contagem de Coliformes a 45 °C, Estafilococos coagulase positiva, Clostrídio sulfito redutor a 46 °C e pesquisa de *Salmonella sp.* conforme legislação brasileira (BRASIL, 2001b).

#### 4.2.4 Análise Sensorial

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos Integrado de Campo Mourão (CAAE: 56379816.9.0000.0092, parecer: 1568333). Um total de 71 consumidores participantes responderam um questionário sócio-demográfico e referente a hábitos de consumo.

O teste foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR em cabines individuais sob luz branca. As amostras ( $\cong$  15 g) foram servidas em copos plásticos transparentes de 80 mL codificados com três dígitos aleatórios. Os consumidores foram orientados a limpar o palato com água antes e entre as amostras. Uma escala hedônica híbrida de 9 cm ancorada com termos verbais (1 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei nem desgostei, 9 = gostei extremamente) foi usada para avaliar a aceitação do peito de frango empanado em relação aos atributos de aparência, cor, crocância, sabor e aceitação global. A intenção de compra foi avaliada por uma escala hedônica similar ancorada com os termos verbais (1 = certamente não compraria, 5 = talvez compraria/ talvez não compraria, 9 = certamente compraria). As amostras foram apresentadas de forma monádica de acordo com um delineamento experimental em blocos casualizados.

As análises foram feitas utilizando o programa SensoMaker (versão 1.9, Ufla) para aquisição de dados (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

### 4.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão da média (DP). Os dados das análises sensoriais foram analisados por *two-way* ANOVA (considerando as amostras e consumidores como fontes de variação) e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o *software* SensoMaker. Os demais dados foram analisados por *one-way* ANOVA (considerando as amostras como fontes de variação) e o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o *software* Statistica (8.0, Statsoft).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 SECAGEM DO BAGAÇO

Na Tabela 5 são apresentados os pH e os parâmetros de cor do bagaço de mandioca úmido e após a secagem.

Verificou-se que os bagaços secos sofreram redução significativa do pH em comparação ao do bagaço úmido ( $p < 0,05$ ). De forma similar Jasko et al. (2011) reportaram pH de 4,0 e 5,4 para o bagaço seco. A temperatura de secagem influenciou mais a redução do pH do que o tempo de secagem. Existe a possibilidade de ter ocorrido a fermentação do bagaço de mandioca durante seu descongelamento, pois foi longo o tempo para que toda a massa fosse descongelada por completo em câmara fria, a fim de se obter uma massa homogênea e evitar erro na coleta dos dados experimentais de secagem, para que o teor de água livre não fosse maior que o de sólidos. Além disso, é provável que também tenha ocorrido fermentação do bagaço durante a secagem, ao longo de seu aquecimento até atingir a temperatura de operação.

A elevada  $a_w$  do bagaço e as condições higiênico sanitárias do local de coleta não eram adequadas para a manipulação de alimentos, contribuindo para a fermentação do bagaço.

Tabela 5 - Resultados de pH e parâmetros de cor para o bagaço úmido e seco.

Amostra	pH	L*	a*	b*
Bagaço úmido	7,11 <sup>a</sup> ±0,07	59,75 <sup>c</sup> ±1,00	-0,93 <sup>a</sup> ±0,06	17,69 <sup>b</sup> ±0,37
Bagaço seco a 50 °C	6,86 <sup>b</sup> ±0,01	75,45 <sup>a</sup> ±1,47	-1,23 <sup>b</sup> ±0,06	20,79 <sup>a</sup> ±0,35
Bagaço seco a 70 °C	5,27 <sup>c</sup> ±0,04	70,09 <sup>b</sup> ±1,35	-2,91 <sup>c</sup> ±0,09	17,97 <sup>b</sup> ±0,19

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autoria própria (2017).

Em termos de parâmetros de cor, o bagaço úmido teve uma luminosidade menor (menor valor de  $L^*$ ), ou seja, apresentou coloração mais escura que o bagaço seco. O valor de  $a^*$  foi maior para o bagaço úmido, e o valor de  $b^*$  foi maior para o bagaço seco a 50 °C. Em contrapartida, na secagem do bagaço de mandioca a 55 °C por 24 h Fiorda et al. (2013) encontraram valores inferiores para o  $L^*$  (41,03), superiores para o parâmetro  $a^*$  (7,01) e próximos aos valores de  $b^*$  (20,28), indicando que o tempo de secagem contribuiu para o escurecimento do bagaço superior ao ocorrido neste trabalho, e ainda, tendência para coloração vermelha ( $a^*$ ), enquanto o parâmetro  $b^*$  sofreu menor influência.

As curvas de secagem do bagaço de mandioca para cada temperatura, são ilustradas na Figura 1. É evidente o decréscimo do tempo de secagem de acordo com o aumento da temperatura, que é justificado pelo maior gradiente de temperatura entre o ar de secagem e o bagaço úmido de mandioca.

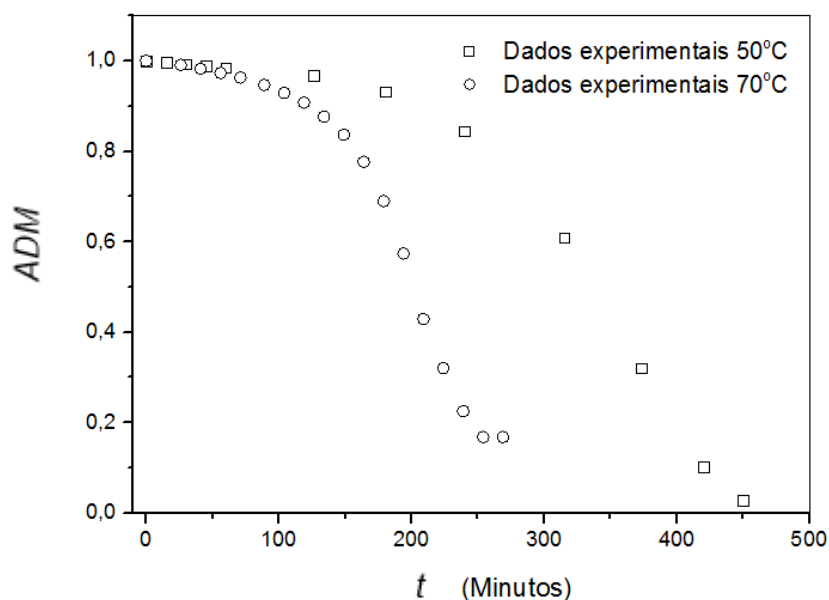


Figura 1- Dados experimentais obtidos no processo de secagem a 50 °C e 70 °C.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na Figura 2 é apresentado o gráfico adimensional da umidade *versus* tempo através do modelo de Wang e Singh (Figura 2a) e de Page (Figura 2b) para a temperatura de 50 °C.

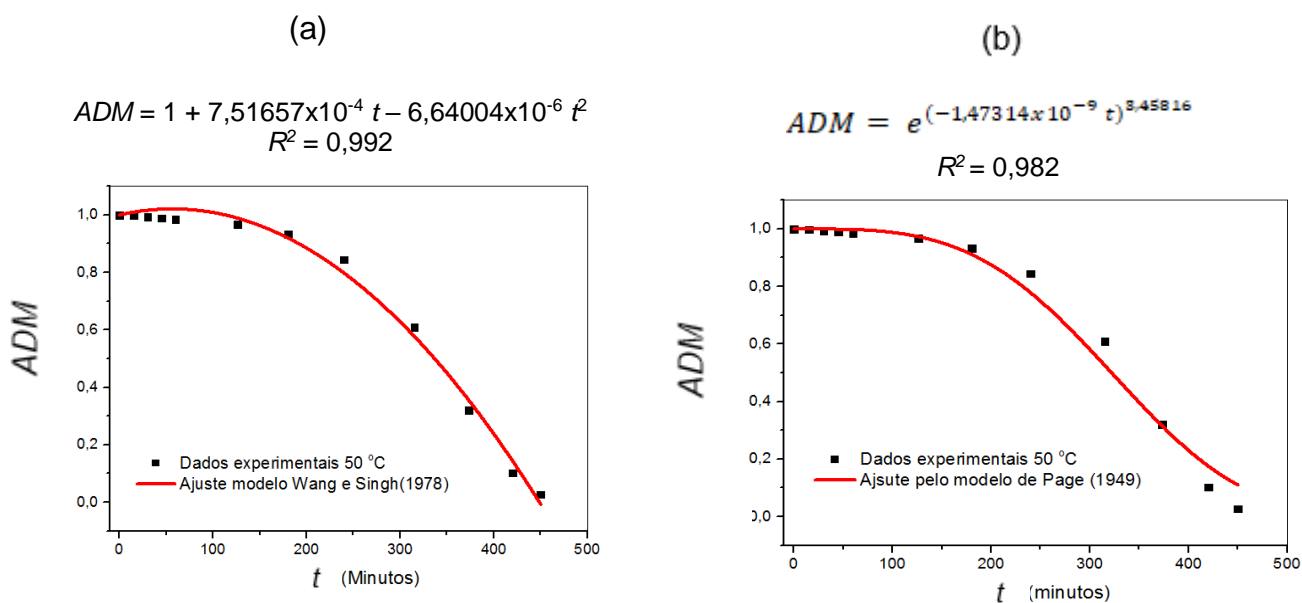


Figura 2 - Adimensional *versus* tempo pelo modelo de Wang e Singh (a) e Page (b) na secagem a 50 °C.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na Figura 3 é mostrado o gráfico do adimensional de umidade *versus* tempo para o modelo de Wang e Singh (Figura 3a) e de Page (Figura 3b) para a temperatura de 70 °C.

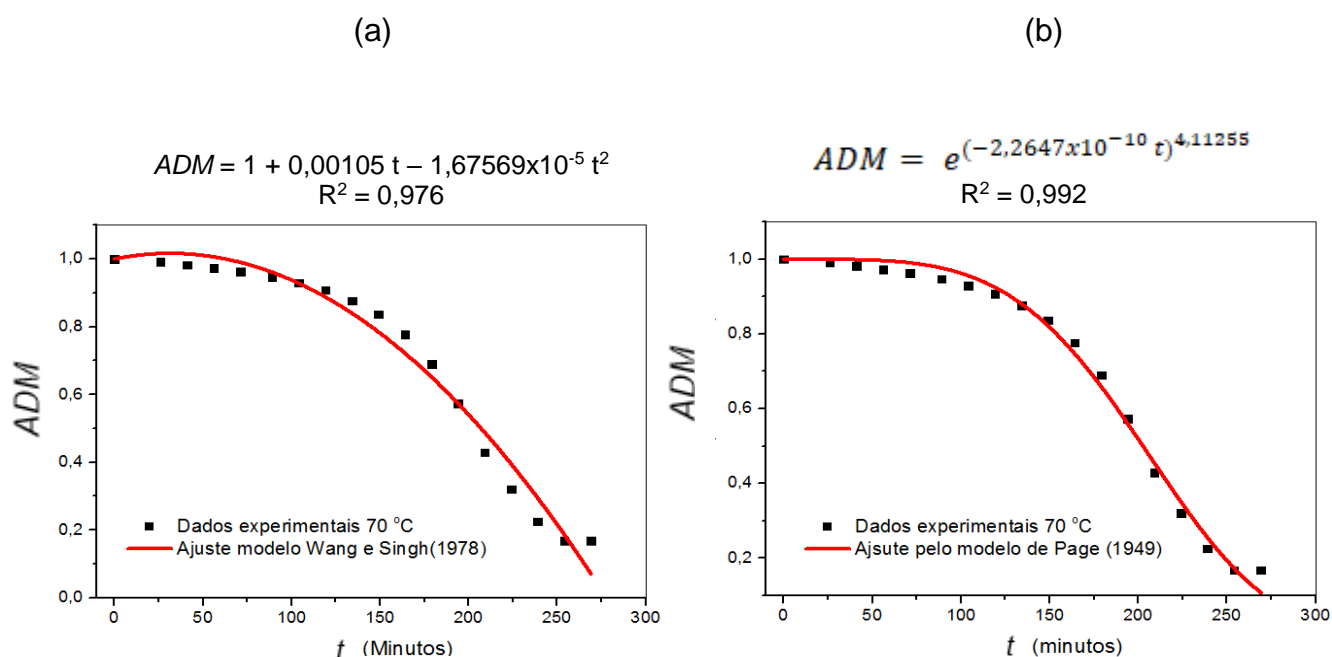


Figura 3 - Adimensional *versus* tempo pelo modelo de Wang e Singh (a) e Page (b) na secagem a 70 °C.

Fonte: Autoria própria (2017).

O estudo da cinética de secagem baseado na lei de Fick foi realizado com base na solução integrada de Crank (1975) para placas, porém o coeficiente de determinação obtido mostrou que os dados experimentais não se ajustaram ao modelo, tanto para a temperatura de 50 °C,  $R^2 = 0,581$ ; quanto para a temperatura de 70 °C,  $R^2 = 0,488$ ; logo a modelagem matemática não foi apresentada.

É possível observar pelo formato das curvas apresentadas nas Figuras 2 e 3 que existe uma interferência que retarda a perda de umidade das amostras no início do processo de secagem. No presente estudo, o bagaço de mandioca úmido foi transferido para as bandejas de alumínio em temperaturas próximas a 5 °C, sendo necessário aquecer primeiro a bandeja por convecção e, na sequência, transferir calor por condução para a massa do bagaço de mandioca. Nesse caso, a secagem do bagaço de mandioca não foi realizada predominantemente no período de taxa decrescente de secagem, de forma que os dados experimentais não se ajustaram à Lei de Fick, Equação 5, implicando em coeficientes de determinação baixos.

Os dados experimentais ajustados a cada modelo proposto para as duas temperaturas são ilustrados na Figura 4.

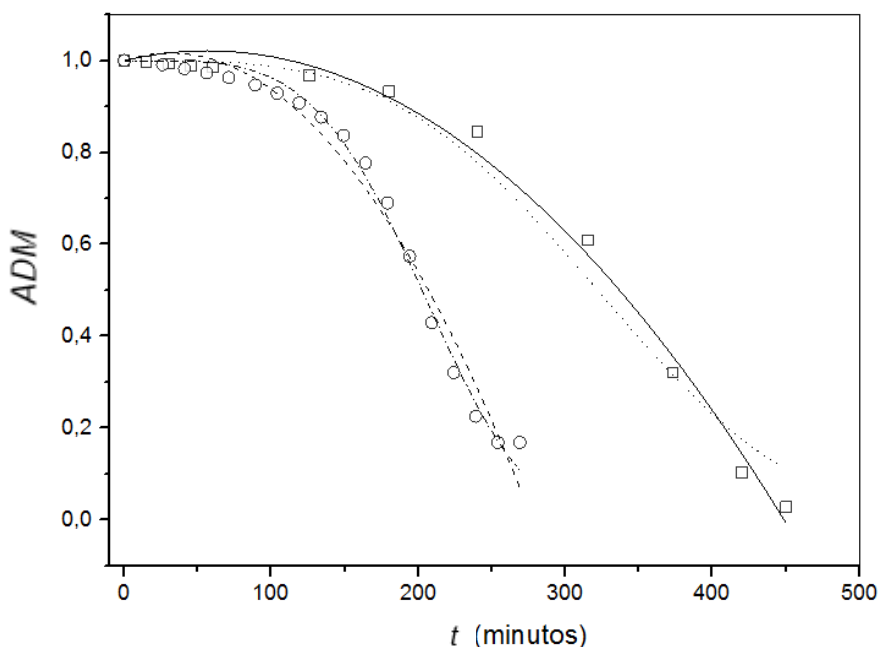


Figura 4 - Dados experimentais ajustados ao modelo de Wang e Singh e Page a 50 °C e 70 °C.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na temperatura de 50 °C observou-se que houve um melhor ajuste matemático do modelo de Wang e Singh, comprovado pelo coeficiente de determinação,  $R^2 = 0,992$ . Na secagem a 70 °C observou-se um melhor ajuste matemático do modelo de Page,  $R^2 = 0,992$ .

Na Tabela 6 são apresentados os coeficientes de determinação para os modelos matemáticos em cada temperatura de secagem.

Tabela 6 - Coeficiente de determinação para o modelo de Wang e Singh e Page na secagem a 50 °C e 70 °C.

<b>Modelo</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Wang e Singh (50 °C)	0,992
Page (50 °C)	0,982
Wang e Singh (70 °C)	0,976
Page (70 °C)	0,992

Fonte: Autoria própria (2017).

De forma similar Sousa et al. (2011) reportaram um bom ajuste matemático dos modelos de Wang e Singh e Page no estudo da cinética de secagem do nabo forrageiro. Para atingir a umidade de 9% na temperatura de 50 °C e 70 °C o tempo de secagem foi de 5,2 e 2,5 h, respectivamente.

## 5.2 CARACTERÍSTICAS DOS *BREADINGS*

### 5.2.1 Granulometria dos *breadings*

A Figura 5 apresenta os dados para granulometria dos *breadings* formulados com o bagaço de mandioca e dos comerciais.

Verificou-se que para os *breadings* produzidos foi observada maior retenção na malha 35 (500 µm de abertura) com 53,03, 27,13, 45,95% ou abaixo dela.

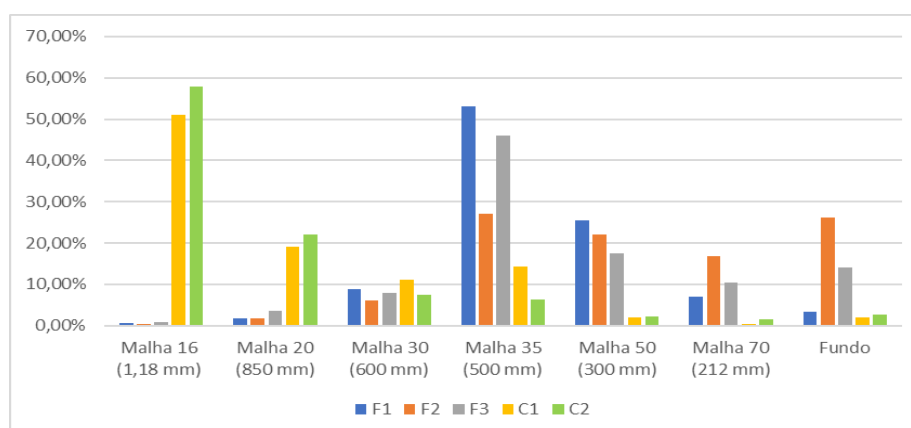


Figura 5 - Granulometria dos *breadings*

Fonte: Autoria própria (2017).

Em contrapartida, para os comerciais, a maior retenção ocorreu nas malhas 16 (1,18 mm de abertura) com 50,98 e 57,94% e 20 (850 mm de abertura) com 19,11 e 22,15%, como verificado na Tabela 7. A menor granulometria para os *breadings* produzidos com bagaço de mandioca foi resultado da etapa de moagem. Feix, Brandão e Santos (2015) produziram uma formulação de *breeding* extrusado com farelo de arroz, farinha de milho e bagaço de mandioca, com granulometria semelhante à do presente trabalho, com 25,4% do *breeding* retido na malha 35 (500 mm de abertura).

Tabela 7 - Granulometria dos *breadings*

Amostras	Malha 16 1,18 mm	Malha 20 850 mm	Malha 30 600 mm	Malha 35 500 mm	Malha 50 300 mm	Malha 70 212 mm	Fundo
F1	0,50%	1,80%	8,74%	53,03%	25,41%	7,09%	3,43%
F2	0,28%	1,70%	6,04%	27,13%	22,12%	16,69%	26,04%
F3	0,79%	3,44%	7,90%	45,97%	17,46%	10,37%	14,07%
C1	50,98%	19,11%	11,13%	14,37%	2,05%	0,42%	1,94%
C2	57,94%	22,15%	7,43%	6,24%	2,16%	1,46%	2,62%

Fonte: Autoria própria (2017).

As características visuais dos *breadings* mostradas na Figura 6 esclarecem a maior granulometria dos *breadings* comerciais em relação aos produzidos com o bagaço de mandioca seco.

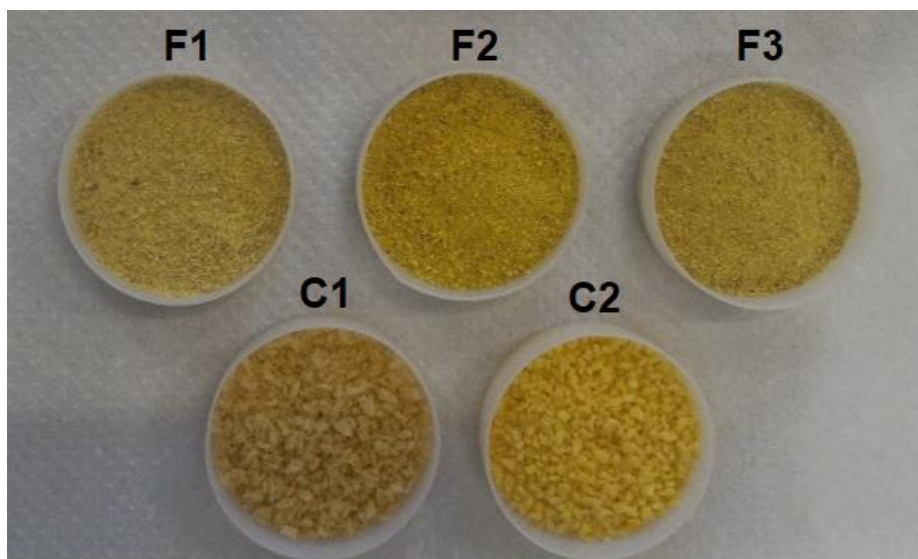


Figura 6 – Aspecto visual dos *breadings* produzidos F1, F2 e F3 e comerciais C1 e C2.

Fonte: Autoria própria (2017).

### 5.2.2 Propriedades tecnológicas

A Tabela 8 apresenta os resultados encontrados para o índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) para as respectivas amostras. Os *breadings* produzidos tiveram maior índice de absorção de água (IAA) comparado aos comerciais, exceto comparando-se F1 e C2. De modo geral uma maior proporção de bagaço de mandioca seco, 100 e 75%, no *breeding* promoveu um aumento no IAA.



Tabela 8 - Índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO)

Amostra	IAA (g gel·g matéria seca <sup>-1</sup> )	IAO (g gel·g matéria seca <sup>-1</sup> )
F1	3,59 <sup>a,b</sup> ± 0,39	4,75 <sup>b</sup> ± 0,31
F2	3,98 <sup>a</sup> ± 0,37	7,11 <sup>a</sup> ± 0,26
F3	4,28 <sup>a</sup> ± 0,19	7,86 <sup>a</sup> ± 0,37
C1	2,44 <sup>c</sup> ± 0,46	5,65 <sup>b</sup> ± 0,54
C2	3,01 <sup>b,c</sup> ± 0,21	5,33 <sup>b</sup> ± 0,37

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); F1: 50% bagaço mandioca/50% farinha de milho; F2: 75% bagaço mandioca/25% farinha de milho; F3: 100% bagaço de mandioca; C1: farinha comercial 1; C2: farinha comercial 2.

Fonte: Autoria própria (2017).

A capacidade de absorção de água refere-se à quantidade total de água que pode ser retirada de um *breeding*, e é fundamental que esse possua a capacidade de absorver água do *batter* para evitar o desprendimento do mesmo (FEIX et al., 2017). Bastiani (2016) reportou valores de IAA (7,52 g·gel·g matéria seca<sup>-1</sup>) superiores aos observados no presente estudo para uma formulação composta por farinha de milho, bagaço de mandioca e farelo de arroz (2:1:1). O autor submeteu a mistura de farinhas ao processo de extrusão, implicando sobre as propriedades tecnológicas do *breeding* promovendo a gelatinização do amido e favorecendo a absorção de água do *breeding*.

O IAO foi significativamente maior nos *breadings* F2 e F3 e inferior nos demais (F1, C1 e C2), indicando que *breadings* com maior proporção de bagaço de mandioca seco, 100% e 75%, absorveram menor quantidade de óleo. Em contrapartida, Feix et al. (2017) reportaram IAO inferiores ao observado no presente estudo para *breadings* extrusados de farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca (2:1:1), variando entre 2,05 e 2,27 g gel g matéria seca<sup>-1</sup>. A absorção de óleo é uma propriedade tecnológica importante, pois após o empanamento o produto é pré-frito por imersão em óleo, a 180 - 200 °C por 20 a 35 s, para garantir a fixação do *breeding*, desenvolvimento da cor, remoção parcial da umidade e inibição da desidratação pelo frio, implicando em uma absorção de óleo entre 3 e 60% (FEIX et al., 2017; GL, 2002; JORGE; LUNARDI, 2005).

### 5.2.3 Parâmetros físico-químicos dos *breadings*

Na Tabela 9 é apresentada a composição centesimal das farinhas. A umidade dos *breadings* produzidos variou entre 3,28 e 5,25%, significativamente menor ( $p < 0,05$ ) do que a dos comerciais, que apresentaram teor de umidade de 8,13 e 10,80%. Entretanto, todas as farinhas mostraram-se em conformidade com a legislação vigente em termos de umidade (máximo de 15%) (BRASIL, 2005). O teor de umidade de 9,02% e 10,35%, superior aos *breadings* produzidos no presente trabalho e mais próximo do teor obtido para os *breadings* comerciais foi relatado por FIORDA et al.,(2013) e LEONEL, (2006).

Tabela 9 - Composição centesimal das farinhas.

Amostras	Umidade (g·100 g <sup>-1</sup> )	Lipídios (g·100 g <sup>-1</sup> bs)	Proteína (g·100 g <sup>-1</sup> bs)	Cinza (g·100 g <sup>-1</sup> bs)	Carboidratos totais (g·100 g <sup>-1</sup> bs)	FDA (g·100 g <sup>-1</sup> bs)
F1	3,28 <sup>d</sup> ±0,05	0,98 <sup>a</sup> ±0,10	5,05 <sup>c</sup> ±0,38	1,63 <sup>c</sup> ±0,05	76,61 <sup>c</sup> ±1,28	15,63 <sup>c</sup> ±1,35
F2	5,25 <sup>c</sup> ±0,24	0,49 <sup>b</sup> ±0,03	4,43 <sup>c</sup> ±0,08	2,08 <sup>b</sup> ±0,17	69,28 <sup>d</sup> ±1,23	23,68 <sup>b</sup> ±2,06
F3	3,29 <sup>d</sup> ±0,10	0,26 <sup>bc</sup> ±0,04	2,63 <sup>d</sup> ±0,03	2,59 <sup>a</sup> ±0,02	62,12 <sup>e</sup> ±1,76	33,25 <sup>a</sup> ±2,74
C1	8,13 <sup>b</sup> ±0,01	0,37 <sup>bc</sup> ±0,06	12,95 <sup>a</sup> ±0,29	2,40 <sup>a</sup> ±0,06	83,60 <sup>b</sup> ±0,32	0,43 <sup>d</sup> ±0,09
C2	10,80 <sup>a</sup> ±0,11	0,24 <sup>c</sup> ±0,01	6,24 <sup>b</sup> ±0,16	0,69 <sup>d</sup> ±0,06	92,94 <sup>a</sup> ±0,45	0,90 <sup>d</sup> ±0,03

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); bs; base seca; FDA: fibra detergente ácido; F1: 50% bagaço mandioca/50% farinha de milho; F2: 75% bagaço mandioca/25% farinha de milho; F3: 100% bagaço de mandioca; C1: farinha comercial 1; C2: farinha comercial 2.

Fonte: Autoria própria (2017).

Dentre as farinhas produzidas o teor de lipídios foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em F1 ,0,98% bs, se comparado a F2 e F3, 0,49 e 0,26% bs, devido à maior adição de farinha de milho em F1 (50%). A farinha de milho tem maior concentração de lipídios 0,73 a 4,84% bs (BOEN et al., 2007; GIACOMELLI et al., 2012) em comparação ao bagaço de mandioca seco 0,26% bs. O teor de lipídio dos *breadings* comerciais foi similar ao de F3 (100% bagaço de mandioca). Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram-se próximos aos obtidos na

literatura, variando entre 0,21 a 1,91% de lipídios em farinhas de mandioca (SOUZA et al., 2008).

O teor de proteína aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) conforme aumentada a proporção de farinha de milho na formulação do *breeding*, F1 = 5,05%; F2 = 4,43%; e F3 = 2,63% bs. Esse comportamento é relacionado ao maior teor de proteína da farinha de milho 6,16 a 8,27% bs (BOEN et al., 2007; GIACOMELLI et al., 2012) em relação ao bagaço de mandioca seco, 2,63% bs. Um percentual de 1,97% de proteína foi encontrado em farinha de bagaço de mandioca (FIORDA, 2011), valor semelhante ao obtido no *breeding* F3. Por outro lado, Callegaro et al. (2005) reportaram uma variação entre 6,29 a 6,98 para o teor de proteína em farinhas de milho, o que se aproxima do teor determinado no presente trabalho para os *breedings* F1 e F2, que continuam esta farinha em sua composição.

Nos *breedings* produzidos a adição de farinha de milho reduziu significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor de cinzas, F1 = 1,63%; F2 = 2,08%; e F3 = 2,59% bs, fato explicado pelo maior teor de cinzas presente no bagaço de mandioca seco 2,59% bs, em comparação à farinha de milho 0,21 a 1,35% bs (BOEN et al., 2007; GIACOMELLI et al., 2012). O *breeding* comercial C1 obteve teor de cinza, 2,40% bs similar a F3 e o *breeding* comercial C2 teve um teor, 0,69% bs, inferior às demais ( $p < 0,05$ ). Em contrapartida, Dias e Leonel (2006) relataram um teor de cinzas em farinhas de mandioca variando de 0,48 a 1,12%, próximos ao determinado para F1 e C2 e inferiores a F2, F3 e C1.

O teor de carboidratos totais nos *breedings* produzidos, F1 = 76,61%; F2 = 69,28%; e F3 = 62,12% bs, foi maior conforme aumentou a adição de farinha de milho, conforme apresentado na Tabela 9. O teor de carboidratos totais na farinha de milho foi maior 69,00 a 91,13% bs (BOEN et al., 2017; GIACOMELLI et al., 2012) em comparação ao bagaço de mandioca seco, 62,12% bs. O teor de carboidratos das farinhas comerciais foi maior ( $p < 0,05$ ) do que as farinhas produzidas, C1 = 83,60% e C2 = 92,94% bs. Fiorda et al. (2013) reportaram um teor de carboidratos de 84,85% na farinha de bagaço de mandioca, que se aproxima dos resultados determinados para os *breedings* comerciais C1 e C2.

Na Tabela 10 são apresentadas características físicas e químicas das farinhas. As formulações de *breedings* produzidas tiveram teor elevado de fibra detergente ácido (FDA), conforme apresentados na Tabela 10, F1 = 15,63%; F2 =

23,68%; e F3 = 33,25% bs. A adição da farinha de milho reduziu o teor de fibras, justificado pelo menor teor presente nesta 0,86 a 3,88% bs (GIACOMELLI et al., 2012). As farinhas comerciais tiveram teor de FDA muito inferior às farinhas produzidas, C1 = 0,43%; C2 = 0,90% bs ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes ao percentual de FDA determinado para F3 foram reportados por Seiko (2005) para o farelo de mandioca, 33,73%. Segundo Vilhalva et al. (2011) um teor de carboidratos menor implica em um maior teor de fibras, conforme foi observado para os *breadings* produzidos. As fibras de um modo geral são benéficas para a saúde, pois atuam na modulação intestinal e na prevenção de doenças gastrointestinais (Raupp et al., 2004), o que faz do bagaço de mandioca seco um produto interessante sob esta ótica.

Tabela 10 - Características físicas e químicas das farinhas.

Amostras	$a_w$	pH	L*	a*	b*
F1	0,092 <sup>c</sup> ±0,005	5,01 <sup>c</sup> ±0,02	61,73 <sup>b</sup> ±0,22	-4,77 <sup>c</sup> ±0,24	32,62 <sup>d</sup> ±0,31
F2	0,104 <sup>c</sup> ±0,001	4,97 <sup>c</sup> ±0,03	58,82 <sup>c</sup> ±0,44	-4,78 <sup>c</sup> ±0,06	42,12 <sup>a</sup> ±0,43
F3	0,083 <sup>c</sup> ±0,013	4,80 <sup>d</sup> ±0,03	56,46 <sup>d</sup> ±0,69	-4,47 <sup>c</sup> ±0,14	34,16 <sup>c</sup> ±0,43
C1	0,540 <sup>b</sup> ±0,002	6,57 <sup>a</sup> ±0,01	58,69 <sup>c</sup> ±0,60	1,20 <sup>a</sup> ±0,06	30,78 <sup>e</sup> ±0,30
C2	0,578 <sup>a</sup> ±0,002	6,43 <sup>b</sup> ±0,02	64,72 <sup>a</sup> ±1,11	-2,50 <sup>b</sup> ±0,12	39,32 <sup>b</sup> ±0,70

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); bs; base seca; FDA: fibra detergente ácido; F1: 50% bagaço mandioca/50% farinha de milho; F2: 75% bagaço mandioca/25% farinha de milho; F3: 100% bagaço de mandioca; C1: farinha comercial 1; C2: farinha comercial 2.

Fonte: Autoria própria (2017).

Os resultados obtidos de  $a_w$  para os *breadings* produzidos mostraram que não houve diferença significativa entre as amostras produzidas ( $p > 0,05$ ) variando entre 0,083 a 0,104. Por outro lado, os *breadings* comerciais tiveram resultados similares entre si e superiores ao das amostras produzidas ( $p < 0,05$ ). Neto et al. (2005) reportaram uma variação de 0,415 a 0,485 para  $a_w$  em farinha de mandioca, resultado que se aproxima dos *breadings* comerciais. Em comparação ao autor citado, Fiorda et al. (2013) determinaram um resultado inferior para  $a_w$  (0,387),

contudo em ambos estudos a  $a_w$  foi maior se comparada aos *breadings* produzidos no presente trabalho. Quando um alimento apresenta  $a_w < 0,3$  ocorre a inibição do crescimento microbiano, porém a oxidação lipídica é acelerada. Para que não ocorra o crescimento microbiano e a oxidação lipídica não seja acelerada recomenda-se  $a_w$  na faixa de  $0,3 < a_w < 0,6$ , prolongando a vida de prateleira dos alimentos (Ferreira Neto et al., 2005; Fiorda et al., 2013). Apesar da baixa  $a_w$  das farinhas produzidas, seu baixo conteúdo de lipídios torna menor a propensão à oxidação lipídica.

Quanto maior a adição de bagaço de mandioca seco no preparo dos *breadings* menor foi o pH como podemos observar na Tabela 10. Com o decorrer do processo de secagem observou-se uma queda no pH comparando-se o bagaço de mandioca úmido e os bagaços de mandioca seco, como pode ser observado na Tabela 5. Em contrapartida os *breadings* comerciais tiveram pH's superiores aos produzidos. Dias e Leonel (2006) reportaram pH de 5,80 em farinha de mandioca, resultado intermediário quando comparado aos *breadings* analisados no presente trabalho, porém que se aproxima mais ao pH obtidos para os *breadings* comerciais. A queda de pH observada, indica a possibilidade do bagaço úmido ter sofrido fermentação, possivelmente durante seu descongelamento e secagem.

Uma maior adição de bagaço de mandioca seco contribuiu para o escurecimento ( $p < 0,05$ ) dos *breadings* produzidos,  $L^*$ : F1 = 61,73; F = 58,82; e F3 = 56,46. O parâmetro  $a^*$  variou entre -4,78 e -4,47 para as amostras de *breadings* produzidas não diferindo entre estas, e tendendo ao verde. O parâmetro  $b^*$  variou entre 32,62 e 42,12 para as amostras produzidas revelando cor amarelada. O *breeding* C1 teve  $L^* = 58,69$ ,  $a^* = 1,20$  e  $b^* = 30,78$ , tendendo mais ao vermelho e com menor intensidade da cor amarela em relação as demais. O *breeding* comercial C2 teve o maior  $L^*$  (64,72) e  $b^*$  (39,32) observado dentre todos os *breadings*, indicando uma amostra mais clara e com cor amarela mais intensa. A aspecto visual dos *breadings* é mostrada na Figura 5. Dias e Leonel (2006) reportaram  $L^*$  de 90,5,  $a^*$  de -6,33 e  $b^* = 37,8$  para a farinha de mandioca. Esses resultados se aproximam dos resultados obtidos neste trabalho para os parâmetros de cor, porém como não houve adição de outro componente à farinha nos estudos de Dias e Leonel (2006), mencionada pelos autores, a mesma era mais clara do que os *breadings* produzidos no presente trabalho do que os comerciais.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DO PEITO DE FRANGO EMPANADO

#### 5.3.1 Análise de *pick up* após empanamento e após cocção do peito de frango empanado

Na Tabela 11 são apresentados os valores obtidos para o *pick up* nas etapas de empanamento e cocção. O *pick up* após o empanamento variou entre 21,48 e 33,13% e não houve diferença significativa entre as amostras E1, E2, E3 e E4 ( $p > 0,05$ ). O empanado E5 teve o maior *pick up*, não diferindo de E4, mas sim das demais formulações ( $p < 0,05$ ) como apresentados na Tabela 11. Dill, Silva e Luvielmo (2009), afirmaram que um *breeding* mais fino como F1, F2 e F3 garante boa cobertura superficial do produto, porém tem baixo *pick-up* no empanamento, diferente de um *breeding* com granulometria mais grossa que implica em um *pick up* maior, como é o caso das amostras comerciais, que tiveram um percentual de ganho de massa elevado após a etapa de empanamento, comparado com as demais amostras. Resultados semelhantes aos reportados no presente estudo foram determinados na análise de *pick up* após a adição de *breeding* extrusado de farinha de milho, farinha de mandioca e farelo de arroz (2:1:1), variando entre 22,52 e 24,15% (BASTIANI, 2016).

Tabela 11 - *Pick up* das etapas de empanamento e cocção.

Amostra	<i>Pick up</i> <i>breeding</i> (%)	<i>Pick up</i> pós fritura (%)
E1	23,15 <sup>b</sup> ± 0,02	11,31 <sup>a</sup> ± 0,06
E2	22,41 <sup>b</sup> ± 0,03	-5,25 <sup>a, b</sup> ± 0,14
E3	21,48 <sup>b</sup> ± 0,01	-10,68 <sup>b</sup> ± 0,09
E4	27,14 <sup>ab</sup> ± 0,05	9,44 <sup>a, b</sup> ± 0,01
E5	33,13 <sup>a</sup> ± 0,04	7,66 <sup>a, b</sup> ± 0,02

Média ± desvio padrão ( $n = 5$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); E1: empanado com F1 (50% bagaço mandioca/50% farinha de milho); E2: empanado com F2 (75% bagaço mandioca/25% farinha de milho); E3: empanado com F3 (100% bagaço de mandioca); E4: empanado com C1 (farinha comercial 1); E5: empanado com C2 (farinha comercial 2).

Fonte: Autoria própria (2017).

No *pick up* pós fritura observou-se que houve diferença entre as amostras E1, E2 e E3 ( $p < 0,05$ ). A maior proporção de bagaço de mandioca seco no *breeding*, F2 = 75% e F3 = 100%, remeteu em um *pick up* negativo, com redução da massa após a etapa de pré fritura. De acordo com Bastiani (2016) que avaliou o *pick up* para *nuggets* de frango com aplicação de um *breeding* extrusado de farelo de arroz e bagaço de mandioca, o *pick up* pós fritura variou entre -1,78 e 0,86%. Tais resultados indicaram que provavelmente houve falha no processo de empanamento, nas etapas de aplicação do *batter* e *breeding*.

### 5.3.2 Parâmetros físico-químicos dos peitos de frango empanados

Na Tabela 12 estão apresentadas as composições centesimais dos peitos de frango empanados. A umidade dos empanados preparados com os *breadings* produzidos com o bagaço de mandioca foi maior, 61,95 a 62,23%, do que a umidade das amostras comerciais ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença significativa na umidade dos empanados com os *breadings* de farinha de mandioca, e na umidade dos empanados com *breadings* de farinha comercial ( $p > 0,05$ ), Tabela 12. O maior teor

de umidade dos empanados E1, E2 e E3 pode ser explicado pela menor granulometria do *breeding* aplicado, que apresenta maior capacidade de absorção de água (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

O teor de lipídios nos empanados variou entre 7,06 e 8,25% não diferindo entre as amostras ( $p > 0,05$ ). Flores (2012) relatou teor de lipídios em *nuggets* de frango variando de 12,46% a 3,56%. Logo o conteúdo de lipídios determinado nas amostras preparadas foi intermediário ao reportado por este autor.

Tabela 12 - Composição centesimal e parâmetros físico-químicos dos empanados.

Amostras	Umidade (g·100 g <sup>-1</sup> )	Lipídios (g·100 g <sup>-1</sup> )	Proteína (g·100 g <sup>-1</sup> )	Cinza (g·100 g <sup>-1</sup> )	Carboidratos totais (g·100 g <sup>-1</sup> )	FDA (g·100 g <sup>-1</sup> )
E1	62,23 <sup>a</sup> ±0,05	7,06 <sup>a</sup> ±0,24	15,44 <sup>a</sup> ±1,46	2,81 <sup>ab</sup> ±0,01	9,14 <sup>b</sup> ±0,46	3,66 <sup>ab</sup> ±0,34
E2	61,95 <sup>a</sup> ±1,09	7,52 <sup>a</sup> ±0,04	15,96 <sup>a</sup> ±1,13	2,77 <sup>ab</sup> ±0,06	9,20 <sup>b</sup> ±0,53	3,91 <sup>a</sup> ±0,09
E3	62,01 <sup>a</sup> ±0,57	8,25 <sup>a</sup> ±0,04	14,54 <sup>a</sup> ±1,23	2,80 <sup>a</sup> ±0,10	9,29 <sup>b</sup> ±0,26	3,93 <sup>a</sup> ±0,41
E4	55,71 <sup>b</sup> ±1,22	8,03 <sup>a</sup> ±0,58	13,35 <sup>a</sup> ±0,45	2,34 <sup>b</sup> ±0,31	17,96 <sup>a</sup> ±0,56	2,23 <sup>c</sup> ±0,27
E5	55,25 <sup>b</sup> ±0,33	7,29 <sup>a</sup> ±0,64	13,02 <sup>a</sup> ±1,26	2,44 <sup>ab</sup> ±0,03	19,18 <sup>a</sup> ±0,92	2,69 <sup>bc</sup> ±0,32

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); FDA: fibra detergente ácido; E1: empanado com F1 (50% bagaço mandioca/50% farinha de milho); E2: empanado com F2 (75% bagaço mandioca/25% farinha de milho); E3: empanado com F3 (100% bagaço de mandioca); E4: empanado com C1 (farinha comercial 1); E5: empanado com C2 (farinha comercial 2).

Fonte: Autoria própria (2017).

Para o teor de proteínas que variou entre 13,02 e 15,96% não houve diferença significativa dentre as amostras ( $p \leq 0,05$ ). Flores (2012) reportou teor de proteína na mesma faixa para *nuggets* de frango enriquecido de fibras sem adição de glúten (12,28 a 15,19%).

O conteúdo de cinzas variou de 2,34 a 2,81%. As amostras que apresentaram diferença entre si foram E3 e E4, diferente do observado na determinação do teor de cinzas dos *breadings* em quem F3 e C1, utilizadas para empanar E3 e E4, respectivamente, não apresentaram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ). Nazario e Fontana (2014) relataram uma variação de 1,52 a 2,73% no



teor de cinzas em três marcas *nuggets* de frango após fritos. Em contrapartida, Souza (2013) que reportou teor de 3,63 a 4,61% de cinzas em amostras de *nuggets* de frango. Os valores determinados no presente estudo foram intermediários aos relatados pelos autores citados.

As análises de carboidratos revelaram que as amostras E1, E2 e E3 não tiveram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) variando entre 9,14 a 9,29%, porém estas diferiram das amostras E4 (17,96%) e E5 (19,18%) ( $p < 0,05$ ), as quais não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Comportamento distinto quando comparado aos resultados obtidos para a determinação de carboidratos totais nos *breadings* utilizados para o empanamento, onde todas as amostras apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ), Bastiani (2016) determinou teor de carboidratos totais entre 25,54 e 25,88% para *nuggets* de frango empanados com *breeding* composto por farinha de milho, farinha de mandioca e farelo de arroz (2:1:2), indicando que um maior percentual de bagaço de mandioca presente no *breeding* contribui para redução do teor de carboidratos totais.

Verificou-se que a adição de bagaço de mandioca no *breeding* F1, F2 e F3; contribuiu com o aumento do teor de FDA nas amostras de empanados. As amostras E1, E2 e E3 tiveram teor de FDA entre 3,66 e 3,93% ( $p > 0,05$ ), enquanto as amostras preparadas com *breadings* comerciais C1 e C2; tiveram menor conteúdo, E4 = 2,23%; e E5 = 2,69%.

Na Tabela 13 são apresentadas características físicas e químicas dos empanados de frango. Apenas a atividade de água das amostras E4 e E5 diferiram significativamente entre si ( $p < 0,05$ ), comportamento semelhante ao observado para determinação da  $a_w$  das farinhas de cobertura, onde apenas as amostras C1 e C2 mostraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Os valores de  $a_w$  entre 0,974 e 0,979 determinado para as amostras remete a um produto altamente suscetível ao desenvolvimento microbiano, por isso, é necessário manter o produto sob congelamento e/ou resfriamento. Valores de  $a_w$  próximos foram reportados por Almeida (2004), variando entre 0,974 e 0,978 em patê cremoso de frango.

O pH variou entre 6,44 e 6,48 nas amostras de empanado, já para as amostras de farinha a variação de pH foi maior, na faixa de 4,80 e 6,57 e apenas as amostras F1 e F2 não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ).. Resultados

semelhantes foram reportados para patê cremoso de frango adicionado de material colagenoso (pH = 6,2) (Almeida, 2004).

Tabela 13 - Características físicas e químicas dos empanados.

Amostras	$a_w$	pH	L*	a*	b*
E1	0,977 <sup>ab</sup> ±0,001	6,44 <sup>bc</sup> ±0,01	51,27 <sup>cd</sup> ±1,56	1,61 <sup>a</sup> ±0,11	41,18 <sup>c</sup> ±0,46
E2	0,977 <sup>ab</sup> ±0,001	6,44 <sup>c</sup> ±0,01	53,54 <sup>bc</sup> ±0,79	1,37 <sup>a</sup> ±0,15	47,26 <sup>a</sup> ±0,05
E3	0,977 <sup>ab</sup> ±0,002	6,46 <sup>bc</sup> ±0,01	49,86 <sup>d</sup> ±0,99	1,21 <sup>a</sup> ±0,10	43,38 <sup>b</sup> ±0,49
E4	0,974 <sup>b</sup> ±0,002	6,48 <sup>a</sup> ±0,01	54,28 <sup>b</sup> ±1,19	0,64 <sup>b</sup> ±0,10	31,73 <sup>d</sup> ±1,05
E5	0,979 <sup>a</sup> ±0,001	6,46 <sup>ab</sup> ±0,01	62,52 <sup>a</sup> ±0,73	-3,63 <sup>c</sup> ±0,20	39,88 <sup>c</sup> ±0,81

Média ± desvio padrão ( $n = 3$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); FDA: fibra detergente ácido; E1: empanado com F1 (50% bagaço mandioca/50% farinha de milho); E2: empanado com F2 (75% bagaço mandioca/25% farinha de milho); E3: empanado com F3 (100% bagaço de mandioca); E4: empanado com C1 (farinha comercial 1); E5: empanado com C2 (farinha comercial 2).

Fonte: Autoria própria (2017).

Em termos de luminosidade a amostra mais clara foi E5 com  $L^* = 62,52$ . Dentre as amostras empanadas com os *breadings* produzidos o  $L^*$  da amostra E1 não diferiu de E2 e E3 ( $p > 0,05$ ), mas E2 diferiu de E3 ( $p < 0,05$ ). Resultados semelhantes podem ser observados para a luminosidade dos *breadings*, onde C2 que foi utilizada para empanar E5 também foi a amostra mais clara entre as demais.

O parâmetro  $a^*$  variou entre -3,63 a 1,61. As amostras E1, E2 e E3 preparados com os *breadings* produzidos não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Os valores de  $a^*$  positivos das amostras E1, E2, E3 e E4 mostram tendência de coloração vermelha leve. Por outro lado, a amostra E5 apresentou tendência de coloração verde, diferente do observado no parâmetro  $a^*$  dos *breadings*, em que apenas a amostra C1 apresentou tendência a coloração vermelha e todas as demais tenderam a coloração verde.

Para o parâmetro  $b^*$  todas as amostras apresentaram coloração amarela, o mesmo pode ser observado para as amostras de *breeding* em que todas também apresentaram coloração amarela porém com valores mais baixos antes de serem utilizadas para o empanamento. As únicas amostras de empanados que não

diferiram entre si foram E1 e E5 ( $p > 0,05$ ). O aspecto visual dos peitos de frango empanados é apresentado na Figura 7.

Resultados semelhantes para os parâmetros de cor foram reportados por Bastiani (2016) em amostras de *nuggt*es de frango empanados com um *breeding* extrusado de farelo de arroz e bagaço de mandioca,  $L^*$  entre 46,04 e 57,76;  $a^*$  entre 1,57 e 2,76; e  $b^*$  entre 26,94 e 36,68.

A Figura 7 apresenta o aspecto visual das amostras de peito de frango empanado, em que E1, E2 e E3 foram empanados com os *breadings* produzidos e E4 e E5 com os *breadings* comerciais.

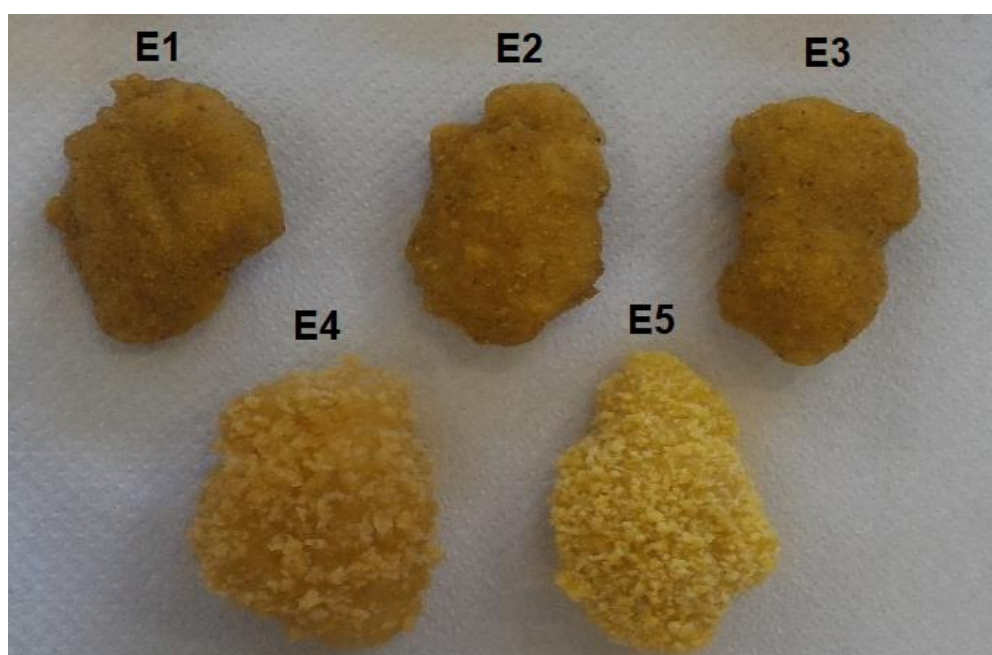


Figura 7 – Aspecto visual dos peitos de frango empanados.

Fonte: Autoria própria (2017).

### 5.3.3 Qualidade microbiológica dos peitos de frango empanados

A Tabela 14 mostra os resultados obtidos das análises microbiológicas dos peitos de frango empanado.

Todas as amostras de empanados tiveram ausência de *Salmonella* sp. em 25 g de amostra e a contagem de Estafilococos coagulase positiva, Clostrídio sulfito redutor a 46 °C e Coliformes a 45 °C foi <10 UFC·g<sup>-1</sup> (Tabela 12). Tais resultados estão de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2001) e confirmam a qualidade da matéria-prima e condições higiênico sanitárias empregadas no preparo dos *breadings* e empanados. Resultados similares foram obtidos por Bastiani (2016) para *nuggets* de frango empanados com *breeding* extrusado de farelo de arroz e bagaço de mandioca.

Tabela 14 - Resultados das análises microbiológicas dos peitos de frango empanado.

Amostra	<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC·g <sup>-1</sup> ) *	Clostrídio sulfito reductor a 46°C (UFC·g <sup>-1</sup> ) *	Coliformes a 45°C (UFC·g <sup>-1</sup> ) *
Legislação**	Ausente	5x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>	5x10 <sup>3</sup>
E1	Ausente	<10	<10	<10
E2	Ausente	<10	<10	<10
E3	Ausente	<10	<10	<10
E4	Ausente	<10	<10	<10
E5	Ausente	<10	<10	<10

\* Valores expressos em Unidade Formadora de Colônias por gramas (UFC·g<sup>-1</sup>); \*\* RDC n° 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Fonte: Autoria própria (2017).

#### 5.3.4 Aceitação sensorial dos peitos de frango empanados

Na Tabela 15 são apresentados os resultados obtidos para a análise sensorial das amostras de empanados.

Para o atributo aparência, as amostras não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) e tiveram notas maiores que 5 indicando aceitação por parte dos provadores.

No atributo cor, apenas a amostra E4 indicou rejeição, advertindo que possivelmente os provadores preferem as amostras que tem maior tendência a coloração amarela, conforme observado na análise de cor, o empanado E4 foi o que o teve menor valor para o parâmetro  $b^*$ .

No atributo “crocância”, todas as amostras tiveram notas menores que 5, que indicam rejeição, possivelmente correlacionado com o modo de preparo empregado para a análise sensorial. As amostras foram assadas em forno até que atingissem a temperatura de 72 °C, o que implica em menor crocância se comparado às amostras preparadas fritas.

Avaliando o atributo sabor verificou-se que todas amostras tiveram notas maiores que 5, com variação de 5,73 a 6,16. A maior nota foi obtida no empanado E3, que tem em sua aplicação o *breeding* F3 composto de 100% de bagaço de mandioca.

Na aceitação global, apenas as amostras E3 e E5 foram as que tiveram notas maiores que 5, o que indicou o potencial da aplicação de um *breeding* formulado com 100% de bagaço de mandioca seco.

Para todas as amostras, verificou-se que o atributo intenção de compra indicou a aprovação dos empanados por parte dos provadores e novamente a amostra E3 e E5 foram as que tiveram melhores notas.

Para todos atributos avaliados na análise sensorial, exceto para a crocância, não houve diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ) como observado na Tabela 15.

Tabela 15 - Aceitação sensorial das amostras de empanados.

<b>Amostra</b>	<b>Aparência</b>	<b>Cor</b>	<b>Crocância</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aceitação Global</b>	<b>Intenção de compra</b>
E1	5,33 <sup>a</sup> ±2,15	5,33 <sup>a</sup> ±2,15	2,93 <sup>b</sup> ±2,14	5,73 <sup>a</sup> ±2,02	4,64 <sup>a</sup> ±2,36	5,16 <sup>a</sup> ±1,98
E2	5,18 <sup>a</sup> ±2,18	5,37 <sup>a</sup> ±2,05	2,87 <sup>b</sup> ±2,27	5,90 <sup>a</sup> ±2,04	4,55 <sup>a</sup> ±2,50	5,12 <sup>a</sup> ±2,08
E3	5,19 <sup>a</sup> ±2,20	5,18 <sup>a</sup> ±2,31	3,03 <sup>b</sup> ±2,20	6,16 <sup>a</sup> ±2,14	5,04 <sup>a</sup> ±2,32	5,46 <sup>a</sup> ±2,00
E4	5,33 <sup>a</sup> ±2,25	4,78 <sup>a</sup> ±2,46	4,08 <sup>a</sup> ±2,55	5,97 <sup>a</sup> ±2,16	4,58 <sup>a</sup> ±2,57	5,20 <sup>a</sup> ±2,15
E5	5,78 <sup>a</sup> ±2,15	5,47 <sup>a</sup> ±2,22	4,62 <sup>a</sup> ±2,32	5,85 <sup>a</sup> ±2,02	5,17 <sup>a</sup> ±2,40	5,63 <sup>a</sup> ±1,91

Média ± desvio padrão ( $n = 71$ ); letras sobrescritas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ); escala hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 5 = não gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente; E1: empanado com F1 (50% bagaço mandioca/50% farinha de milho); E2: empanado com F2 (75% bagaço mandioca/25% farinha de milho); E3: empanado com F3 (100% bagaço de mandioca); E4: empanado com C1 (farinha comercial 1); E5: empanado com C2 (farinha comercial 2).

Fonte: Autoria própria (2017).

## CONCLUSÃO

Os modelos que melhor representaram os dados experimentais da secagem do bagaço de mandioca a 50 °C foi o de Wang e Singh e a 70 °C, o de Page. Como a temperatura de secagem não interferiu negativamente nas características avaliadas, a secagem do bagaço de mandioca para a produção dos *breadings* na temperatura de 70 °C foi selecionada em decorrência do menor tempo de operação.

Os *breadings* produzidos tiveram granulometria menor, maior IAA e IAO quando comparados aos *breadings* comerciais. Os parâmetros físico-químicos avaliados apresentaram resultados satisfatórios principalmente pelo baixo teor de lipídios, reduzido teor de carboidratos totais e aumento no teor de fibras detergente ácido, comparadas às amostras comerciais.

Os empanados preparados com os *breadings* de farinha de bagaço de mandioca resultados físico-químicos satisfatórios, com destaque para o reduzido teor de carboidratos totais e elevado teor de fibras detergente ácido em relação aos empanados com *breadings* comerciais.

Na análise sensorial não foram observadas diferenças entre a aceitação das amostras para os atributos de aparência, cor, sabor, aceitação global e intenção de compra, sendo possível inferir pela possibilidade de utilização de um *breeding* preparado com 100% de bagaço de mandioca seco.

Comprovou-se que é possível aproveitar o resíduo gerado pela indústria de fécula de mandioca aplicando a operação de secagem para a produção de *breeding*. Este, por sua vez, pode ser utilizado no empanamento de produtos cárneos com satisfatória qualidade físico-química, microbiológica e aceitação sensorial.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. V. P.. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de patê cremoso de frango adicionado de material colagenoso, extraído da pele de frango. **Dissertação. Universidade Federal do Paraná. 2004.** Disponível em: <<http://bit.ly/2AajlJj> > Acesso em: 10 de outubro de 2017.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN, E. L., Jr. Gelatinization of grits by roll and extrusion cook. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. dos S. Alterações químicas durante a estocagem. In: **Fundamentos da estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004, cap. 2, p. 37-64.

BASTIANI, M. A. M. Aplicação de *breeding* extrusado de farelo de arroz e Bagaço de mandioca na produção de *nuggets* de frango. **Trabalho de conclusão de curso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.**

BRASILa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária - **Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. 2001.** Disponível em: <<http://bit.ly/2zMwjwh>.> Acesso em: 10 nov. 2016

BRASIL b. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No 12 de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2001

BRASIL, 2007. **Instrução Normativa DAS nº 62 de 26/08/2003.** Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=75773>> Acesso em: 10 de agosto de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº. 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. 2005.** Disponível em: <<http://bit.ly/2zLnHGi> > Acesso em 15 de agosto de 2017.

BRASIL b. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No 12 de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento Técnico sobre Padrões



Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 1004/1998. Regulamento Técnico: Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14/12/1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº. 51/2006. Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites das seguintes categorias de alimentos: grupo 8 – carnes e produtos cárneos. **Diário oficial da União (seção 1)**, Brasília, 04/01/2007.

BRASIL. 2001. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 6 de 15 de fevereiro de 2001. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados** - Anexo III. Disponível em: <[http://www.engetecno.com.br/port/legislacao/carnes\\_empanados.htm](http://www.engetecno.com.br/port/legislacao/carnes_empanados.htm)> Acesso em: 26 de outubro de 2016.

BOEN, T. R., SOEIRO, B. T., FILHO E.R.P., PALLONE, J. A. L. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.43, n.4, out./dez., 2007.

BORTOLUZZI, R. C. 2006. Empanados. In: **R. OLIVO (ed.)**, O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, Ed. Do Autor, p. 481-494.

CALLEGARO, M. G. K.; DUTRA, C. B.; HUBER, L. S.; BECKER, L. V.; ROSA, C. S.; KUBOTA, E. H.; HECKTHEUR, L. H. Determinação da fibra alimentar insolúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25(2): 271-274, 2005. Disponível em: <<http://bit.ly/2zRWrn9>> Acesso em: 30 de outubro de 2017.

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**, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.

CRANK, J. The mathematics of diffusion. 2.ed. Oxford: Claredon Press, 1975, 414p.

CASTIGLIONI, G. L.; SILVA, F.A.; CALIARI, M.; JUNIOR, M. S. S. Modelagem matemática do processo de secagem da massa fibrosa de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.9, p.987–994, 2013.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. Secagem e desidratação. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**. Disponível em: <<http://bit.ly/2j3XtV2>> Acesso em: 26 de outubro de 2016.

CONAB, **Conjunturas da agropecuária**. Mandioca e principais derivados – noções, Junho de 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2ARtd7g>> Acesso em: 14 de novembro de 2017.

CONAB, **Conjunturas da agropecuária**. MANDIOCA: RAIZ, FÉCULA E FARINHA – JULHO DE 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2zL87KR>> Acesso em: 14 de novembro de 2017.

DEGENHARDT, J. 2003. Empanamento de produtos cárneos. **Aditivos & Ingredientes**, v. 28, p. 77-79.

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

DILL, D.; SILVA, A.; LUVIELMO, M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 5, n. 1, p. 33–49, 2009.

EMBRAPA. Mandioca e Fruticultura, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2AXS89P>> Acesso em: 07 de novembro de 2016.

FEIX, E. J.; BRANDÃO, J. N. P.; SANTOS, L. R.; KALSCHNE, D. L.; MOREIRA, G. C.; CORSO, M. P. Farelo de arroz e bagaço de mandioca: alternativas para produção de *breadding* extrusado sem glúten. **III Mostra Científica de Alimentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira. 2017.

FEIX, Élcio José; BRANDÃO, José Nilson Pereira; SANTOS, Leandro Romão dos. Produção de farinha de empanamento extrusada com uso de farelo de arroz e bagaço de mandioca. 2015. 43f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em

Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática. Edição: 2ª ed.: Porto Alegre: **Armed**, 2006

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**, v. 29, n. 4, p. 794-802, 2005.

Flores, A. F.. Desenvolvimento de *nuggets* enriquecidos com fibras e sem adição de glúten. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2jCiuA>> Acesso em 20 de setembro de 2017.

FILHO, W. P.; SILVEIRA, G.S.R. Cultura da Mandioca (*Manihot esculenta subsp esculenta*). **EMATER-MG**. Agosto/2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2mEybc0>> Acesso em: 26 de outubro de 2016.

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

FIORDA, F. A. Bagaço e fécula de mandioca na elaboração de farinhas cruas e pré-gelatinizadas, *snacks* e macarrões instantâneos com amaranto. Universidade Federal de Goiás. **Programa de pós-graduação**, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2mCZ9tT>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Alimentos Desidratados. **Revista FiB**, n. 26, 2013. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/338.pdf>> Acesso em 31 de outubro de 2016.

GIACOMELLI, D.; MONEGO, B.; DELAGUSTIN, M. G.; BORBA, M. M.; RICALDE, S. R.; FACCO, E. M. P.; SIVIERO, J. Composição nutricional das farinhas de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária "polenta". **Alimentos e Nutrição** v.23, n.3, p.415-420, jul./set. 2012.

GL – **LABORATORIES WORLDWIDE**. Guia completo para sistemas de cobertura. Guarulhos, Ed. do Autor, 2002.

GROXKO, M. Análise da Conjuntura Agropecuária-Mandioca Safra 2014/2015. **SEAB-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. Disponível em: <<http://bit.ly/2zcXCQX>> Acesso em: 26 de outubro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levant. Sistem. Prod. Agríc.** Rio de Janeiro v.26 n.12 p.1-84. Dezembro, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2zTIgOc>> Acesso em 15 de novembro de 2017.

IAL Instituto Adolfo Lutz, **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição 1ª Edição Digital**, 2008.

JASKO, A. C.; ANDRADE, J.; CAMPOS, P. F.; PADILHA, L.; PAULI, R. B.; QUAST, L. B.; SCHNITZLER, E.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de bagaço de mandioca in Natura e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. 2011.

JORGE A., ALMEIDA D. M., KUBASKI E. T., SEQUINEL T., TEBCHERANI S. M. Inovação em processo de secagem para aproveitamento de resíduo da indústria alimentícia. **Revista de Engenharia e Tecnologia** 5.3: Páginas-25. 2013.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência e Agrotecnologia**, 29, 3, 635-641, 2005.

KERRY - Empanados de maneira simples. **Ingredientes & Aromas**. Campinas SP. 2005

LAMBERTS, L.; ROMBOUTS, I.; BRIJS, K.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Impact of parboiling conditions on maillard precursors and indicators on long-rain rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 110, n. 4, p. 916-922, 2008.

LOEWE, R. 1990. Ingredients selection for batters systems. In: K. KULP; R. LOEWE (eds.), **Batters and breadings in food processing**. St.Paul, American Association of Cereal Chemists, Inc., p.11-28.

LOPES, M. A. Saúde, nutrição e os alimentos do futuro. **Jornal Correio Braziliense**. Abril, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/1HoBT11>> Acesso em 08 de novembro de 2016.

MAYER, C.; BRUM, L. F. W. Importância da cobertura na qualidade de empanados de frango. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA – **Instrução Normativa 52/2011**. Disponível em: <<http://bit.ly/2zPbIXN>> Acesso em: 24 de outubro de 2016.

MOURA, L. S.M; ASCHERI, J.L.R. Efeito das variáveis de extrusão sobre propriedades de pasta de farinhas mistas pré-gelatinizadas de arroz (*ORYZA SATIVAE, L.*), feijão (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) e milho (*ZEA MAYS L.*). **Alimentos e Nutrição Brazil Journal of Food Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 101-113, 2013.

NABESHIMA, E. H.; GROSSMANN, M. V. E. Functional properties of pregelatinized and cross-linked cassava starch obtained by extrusion with sodium trimetaphosphate. **Carbohydrate Polymers** v. 45, p. 347-353, 2001.

NAZARIO, J. A.; FONTANA, M. O., Interferência do tratamento térmico sobre as características físico-químicas de *nuggets* de frango. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus de Francisco Beltrão. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2AWPNfs>> Acesso em: 12 de novembro de 2017.

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. 795-802, jul./ago., 2005. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n4/a11v29n4.pdf>> Acesso em: 25 de setembro de 2017.

ORDÓÑEZ, J. A. P.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L, F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. I. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos – componentes dos alimentos e processos. vol. 2**. Madrid, Ed. Artmed: 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. Sensomaker: A tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e agrotecnologia**. v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

RAUPP, D. S.; ROSA, D. A.; MARQUES, S. H. P.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas do concentrado de fibra alimentar obtido de mandioca. **Scientia Agricola** v.61, n.3, p.286-291, 2004.

RAVI, R; SUSELAMMA, N. S. Simultaneous optimization of a multy-response system by desirability function analysis of boondi making: A case study. **Journal of Food Science**. v. 70, p. S539-S547, 2005.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, v.41, n.12, 2011

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P. Carboidratos das fibras de cotilédones e proteínas de produtos derivados de soja. **Ciência Tecnologia em alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 607-613, 2008.

SHINSATO, E.; USHIJIMA, H.H.; CUNHA, A.F. 2002. Amido modificado para empanados. **Food Ingredients**, v. 16, p.112-113.

SHITTU, T. A.; DIXON, A.; AWONORIN, S.O.; SANNI, L. O.; MAZIYA, B. D. **Bread from composite cassava-wheat flour: II. Effect of cassava genotype and nitrogen fertilizer on bread quality**. Food Research International, Toronto, v. 41, n. 1, p. 569-578, 2008.

SILVA N.; JUNQUEIRA V.C.A.; SILVEIRA N.F.A.; TANIWAKI M.H.; SANTOS R.F.S.; GOMES R.A.R.; OKAZAKI, M.M. (2010). **Manual de Métodos de Análises Microbiológica de Alimentos e Água**. Varela, São Paulo. 2010.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; COSTA, L. M. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 883-892, out-dez, 2011.

SOUZA et al., Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p.907-912, 2008. Disponível em:<<http://bit.ly/2yTtZQr>> Acesso em: 14 de setembro de 2017

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://bit.ly/2j64rZU>> Acesso em: 26 de outubro de 2016.

SOUZA, P. S. Avaliação da composição centesimal de empanados de frango do tipo “nuggets” submetidos a diferentes processamentos térmicos e aqueles provenientes de redes de “fast food”. **Dissertação de Mestrado** – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

UEMURA, C. H.; LUZ, M.B. Sistemas de cobertura. **Aditivos & Ingredientes**, v. 28, p. 81-82, 2003

VIANA, A.G. 2005. Sistemas de empanamento. **Aditivos & Ingredientes**, v. 38, p. 74-78.

VILHALVA, D. A. A.; JÚNIOR, M. S. S.; MOURA, C. M. A.; CALIARI, M.; SOUZA, T. A. C.; SILVA, F. A. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Revista Instituto Adolfo Lutz** (Impr.), v. 70, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2hJGgDA>> Acesso em: 09 de novembro de 2016.