

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE ENSINO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

KARINA DE CARVALHO  
MARCIA ANDRÉIA RIGO

**EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE BRÁCTEAS DE BANANEIRA E  
GOMA HIDROXIPROPILMETILCELULOSE (HPMC) NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, INSTRUMENTAIS E DE COMPOSIÇÃO  
PROXIMAL DE PÃO SEM GLÚTEN**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA-PR  
2015

KARINA DE CARVALHO  
MARCIA ANDRÉIA RIGO

**EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE BRÁCTEAS DE BANANEIRA E  
GOMA HIDROXIPROPILMETILCELULOSE (HPMC) NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, INSTRUMENTAIS E DE COMPOSIÇÃO  
PROXIMAL DE PÃO SEM GLÚTEN**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Tecnólogo do Curso  
Superior em Tecnologia de Alimentos, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
– UTFPR, câmpus Medianeira.

Professor Orientador: Prof<sup>a</sup>. *M.sc.* Marcia  
Alves Chaves.

Professor Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. *Dr<sup>a</sup>* Nádia  
Cristiane Steinmacher.

MEDIANEIRA-PR  
2015



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Título do Trabalho:

Efeito da Adição de Farinha de Brácteas de Bananeira e Goma Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) nas Características Físicas, Instrumentais e de Composição Proximal de Pão sem Glúten.

### Alunos:

Karina de Carvalho  
Marcia Andréia Rigo

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 16 horas do dia **16 de junho de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado<sup>1</sup>.

---

Professor (a): Marcia Alves Chaves  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Orientadora)

---

Professor (a): Nádia C. Steinmacher  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Co-orientadora)

---

Professor (a): Gláucia Cristina Moreira  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidada)

---

Professor (a): Marinês Paula Corso  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidada)

---

Prof<sup>o</sup>. Fábio Avelino Bublitz Ferreira  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

---

<sup>1</sup> A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso.

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho especialmente a Deus por ser o autor de nossas vidas, precursor de nossos caminhos, e as pessoas com quem convivemos nesses longos anos, compartilhando novas experiências em busca de uma carreira promissora.

## **AGRADECIMENTOS**

A **Deus**, dádiva da vida por estar sempre ao nosso lado nas dificuldades, angustias, conquistas e felicidades.

Com imenso carinho, aos nossos **pais, Cladimir Luiz de Carvalho e Marcia R. S. de Carvalho** (Karina de Carvalho), **Inês Rigo e Otávio Rigo** (Márcia A. Rigo), exemplos de seres humanos. Obrigada pela ajuda nos momentos de dificuldades, conselhos diante das indecisões, companheirismo nas comemorações frente a cada vitória e acima de tudo, pelo eterno amor. Agradecemos também a todos os familiares pelo apoio, em especial aos que convivem conosco Gabriela Gallas, Nicolas Gallas e Valdemir Gallas.

As professoras **Marcia Alves Chaves e Nádia Cristiane Steinmacher**, pelas orientações deste estudo, amizade, paciência, carinho e ricos ensinamentos, os quais certamente nunca esqueceremos.

As assistentes de laboratório e outros colaboradores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Medianeira, bem como a instituição, pelo apoio, auxílio, e estrutura na realização e conclusão desta pesquisa.

A todos os amigos e colegas que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

**Karina de Carvalho e Márcia Andréia Rigo**

## **PENSAMENTO**

“No meio da dificuldade, está a oportunidade...”

*Albert Einstein*

## RESUMO

CARVALHO, Karina, de. RIGO, Márcia, Andréia. Efeito da Adição da Farinha de Brácteas e da Goma Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) nas Características Físicas, Instrumentais e de Composição Proximal de Pão sem Glúten. 2015. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

A procura por alimentos isentos de glúten tem aumentado devido à incidência de indivíduos portadores da doença celíaca. Neste intuito, objetivou-se preparar uma farinha a partir de resíduos da produção de banana e avaliar sua adição juntamente com a goma hidropropilmetilcelulose (HPMC) na elaboração de pães sem glúten. Após a realização de pré-testes, utilizou-se um Planejamento Fatorial Completo – PFC ( $2^2$ ) para determinar as concentrações das variáveis (farinha de brácteas de bananeira e HPMC) nas características tecnológicas de volume específico e força de compressão de pães sem glúten, bem como avaliar a composição proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e carboidratos totais) e instrumental (valor energético, cor e atividade água) nestes produtos. Também foram avaliadas as características das brácteas *in natura* e a farinha de brácteas. Os resultados apontaram para elevado teor de umidade nas brácteas *in natura* (93,13 g/100g), o que pode ter ocasionado o baixo rendimento do material farináceo (5,76 %). A farinha de brácteas demonstrou absorver mais água (4,93 vezes mais) que a farinha mista revelando uma importante característica no preparo da massa. Pelo fato desta farinha apresentar alto teor de lipídios (4,89 g/100g  $\pm$  1,51) e cinzas (9 g/100g  $\pm$  0,07), a adição da mesma, contribuiu com a elevação destes parâmetros nas formulações de pão. Ainda, verificou-se que a adição desta farinha e de HPMC nos níveis mais elevados (12 g/100g e 2,0 g/100g, respectivamente) promoveu redução no volume específico, sendo que na força de compressão os efeitos não foram significativos na faixa estudada. Conclui-se que a formulação F2, adicionada de farinha de brácteas até a concentração de 7g/100g e HPMC até 0,5 g/100 g apresentou melhores características tecnológicas, instrumentais e de composição proximal e que novos estudos precisam ser realizados a fim de detectar a presença de nutrientes como minerais, ácidos graxos e fibras nesta farinha e em seus respectivos produtos.

**Palavras-chave:** Pão, Celíacos, Resíduos de Fruta; Hidrocolóides.

## ABSTRACT

CARVALHO, Karina, de. RIGO, Marcia Andreia. Adding the effect of bracts flour and gum Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) in the Physical Characteristics, Instrumental and Proximal composition of bread without gluten. 2015. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

The demand for food without gluten has increased due to the incidence of individuals with celiac disease. To this end, the objective was to prepare a meal from waste banana production and evaluate its addition along with hidropolimetilcelulose gum (HPMC) in the preparation of bread. After conducting preliminary tests, we used a complete Factorial Planning - PFC (22) to determine the concentrations of the variables (bracts flour banana and HPMC) on technological characteristics specific volume and gluten-free breads compression force, and to evaluate the proximate composition (moisture, ash, crude protein, total fat and total carbohydrates) and instrumental (energy, color and water activity) in these products. We evaluated the characteristics of the bracts in natura and the bracts of flour. The results showed a high moisture content in the bracts in natura (93.13 g / 100 g), which may have caused the low yield of farinaceous material (5.76%). The bracts of flour was shown to absorb more water (4.93 times) than the mixed flour revealing an important feature in dough preparation. Because this flour to its high lipid content (4.89 g / 100 g  $\pm$  1.51) and gray (9 g / 100 g  $\pm$  0.07), the addition of it, contributed to the rise of these parameters in bread formulations. Due to the amount of carbohydrate observed on the loaves can be intuited that in bracts flour may exist significant amounts of fibers. Further, it was found that the addition of HPMC this flour and the higher levels (12 g / 100 g and 2.0 g / 100 g, respectively) decreased the specific volume, and the compressive strength were not significant effects on range studied, however, it is believed that reducing the concentration of HPMC, better results can be achieved. It concludes that the F2 formulation, with added bracts of flour until the concentration of 7g / 100g and HPMC to 0.5 g / 100 g had better technology, instrumental and proximal composition characteristics and that new studies are needed in order to detecting the presence of nutrients such as minerals, fatty acids and this flour and fibers in their respective products.

**Keywords:** *Bread, Celiac, Fruit Waste; Hydrocolloids.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01:</b> Formação da rede proteica do glúten .....	18
<b>FIGURA 02:</b> Formação dos alvéolos no pão.....	19
<b>FIGURA 03:</b> Fermentação final da massa (a) e após o cozimento do pão (b) .....	21
<b>FIGURA 04:</b> Mucosa intestinal de indivíduos saudáveis e portadores da doença celíaca .....	22
<b>FIGURA 05:</b> Estrutura da hidroxipropilmetilcelulose – HPMC (R = -CH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub> ou -H).....	24
<b>FIGURA 06:</b> Brácteas ou coração da bananeira .....	26
<b>FIGURA 07:</b> Etapas do processamento das formulações de pão sem glúten.....	30
<b>FIGURA 08:</b> Bráctea in natura (a) e farinha de brácteas de bananeira (b) .....	38
<b>FIGURA 09:</b> Formulações de pão sem glúten adicionados de farinha de brácteas de bananeira e goma HPMC .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 01:</b> Percentual dos ingredientes utilizados na formulação padrão de pão sem glúten.....	29
<b>TABELA 02:</b> Matriz do planejamento fatorial completo (PFC 2 <sup>2</sup> ) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas. ....	31
<b>TABELA 03:</b> Composição Proximal das Brácteas de Bananeira In Natura.....	35
<b>TABELA 04:</b> Análises físicas, físico-químicas e instrumentais da farinha de brácteas de bananeira .....	36
<b>TABELA 05:</b> Composição proximal da farinha de brácteas de bananeira .....	38
<b>TABELA 06:</b> Matriz do (PFC 2 <sup>2</sup> ) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas na resposta de força de compressão (F.C) e volume específico (V.E) após 1 e 24 h, das formulações de pão sem glúten .....	40
<b>TABELA 07:</b> Efeito das variáveis estudadas no (PFC 2 <sup>2</sup> ) sobre a resposta de força de compressão (g) e volume específico (mL/g) após 1 e 24 em pães sem glúten....	41
<b>TABELA 08:</b> Composição proximal das formulações de pão sem glúten .....	46
<b>TABELA 09:</b> Análises instrumentais das formulações de pão sem glúten.....	50

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1. PÃO</b> .....	<b>15</b>
3.1.1. Histórico e consumo do pão.....	15
3.1.2. Ingredientes e etapas do processamento de pão .....	17
3.1.2.1. Ingredientes .....	17
3.1.2.2. Etapas do processamento .....	20
<b>3.2. O GLÚTEN E A DOENÇA CELÍACA</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3. GOMA HIDROXIPROPILMETILCELULOSE (HPMC) EM PÃES SEM GLÚTEN</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM PÃES SEM GLÚTEN</b> .....	<b>25</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1. MATERIAL</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2. MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
4.2.1. Elaboração da farinha de brácteas de bananeira.....	27
4.2.2. Processamento do pão sem glúten.....	28
4.2.3. Planejamento fatorial completo - PFC (2 <sup>2</sup> ).....	30
4.2.4. Análises da matéria- prima (brácteas <i>in natura</i> e farinha de brácteas) .....	31
4.2.5. Análises das formulações de pão .....	33
4.2.6. Análise estatística .....	34

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS BRÁCTEAS <i>IN NATURA</i> .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2. ANÁLISES DA FARINHA DE BRÁCTEAS DE BANANEIRA.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3. ANÁLISES DAS FORMULAÇÕES DE PÃO .....</b>	<b>40</b>
5.3.1. Efeito da concentração de farinha de brácteas e goma HPMC sobre as características de força de compressão e volume específico do pão sem glúten .....	40
5.3.2. Composição proximal.....	44
5.3.3. Análises instrumentais .....	47
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>7. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma intolerância à ingestão de glúten, contido em cereais como cevada, centeio, trigo e malte, em indivíduos geneticamente predispostos, caracterizada por um processo inflamatório que envolve a mucosa do intestino delgado, levando a atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e uma variedade de manifestações clínicas (SILVA e FURLANETO, 2010).

O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo sendo também um produto altamente procurado por pessoas intolerantes ao glúten. Conforme as pesquisas da Associação de Celíacos do Brasil, nos últimos anos tem-se aumentado o interesse por estes produtos de panificação, o que culminou na fabricação de massas adicionadas de outros de cereais (farinhas de arroz, milho, batata, mandioca e soja) e envolvendo a incorporação de hidrocolóides a fim de reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten (ACELBRA, 2015; KOKSEL, 2009).

Conforme Luglio (2014), o uso destes hidrocolóides em produtos isentos de glúten tem a finalidade de proporcionar volume e estrutura a massa, além de atuarem na estabilidade da emulsão evitando que o pão torne-se quebradiço. Neste cenário, a goma hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), tem sido aplicada, pois de acordo com Barcenás e Rosell (2005), esta confere melhorias na textura do miolo retardando a retrogradação da amilopectina, uma vez que apresenta ligação preferencial com o amido.

Entretanto, os pães sem glúten em geral são caracterizados como produtos pouco enriquecidos/fortificados e frequentemente podem não conter os mesmos níveis de nutrientes que os produtos tradicionais. Assim, a dieta baseada em produtos com a exclusão do glúten é muitas vezes caracterizada por um baixo teor de proteínas, minerais e fibra dietética (WRONKOWSKA et al., 2008; GALLAGHER et al., 2004).

Os resíduos vegetais vêm sendo amplamente investigados quanto a sua composição, tendo em vista a grande quantidade de macro e micronutrientes encontrados e que podem ser reaproveitados na alimentação humana. Um dos resíduos que podem ser melhor aproveitados são aqueles provenientes da produção de banana, pois o Brasil é um dos maiores produtores desta fruta, sendo que em 2012, foram produzidos 7,3 milhões de toneladas de banana (SEAB, 2012).

De acordo com Neto e Melo (2014), as brácteas de bananeira, popularmente conhecidas como coração da bananeira tem a função de proteger as flores que darão origem as bananas, as quais após o processo de polinização se desprenderão da planta naturalmente, não tendo valor de mercado para comercialização.

Tendo em vista a elevada quantidade de brácteas de bananeira, as quais são descartadas na produção da fruta, objetivou-se neste trabalho a elaboração e caracterização de uma farinha a fim de ser aplicada em formulações de pão sem glúten, acreditando-se na possível contribuição deste resíduo e da goma HPMC na melhoria das características tecnológicas e nutricionais dos produtos de panificação, sendo uma nova opção alimentar para pessoas portadoras da doença celíaca.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

- Desenvolver formulações de pão sem glúten adicionados de farinha de brácteas de bananeira e goma hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as brácteas de bananeira *in natura* quanto a sua composição proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios e carboidratos).
- Elaborar a farinha de brácteas de bananeira.
- Caracterizar a farinha de brácteas, utilizando as análises de composição proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios e carboidratos) e avaliação do pH, acidez, densidade, cor, atividade de água, capacidade de absorção de água e índice de solubilidade em água e granulometria;
- Desenvolver formulações de pães através do planejamento fatorial completo ( $2^2$ ), utilizando diferentes concentrações da farinha de brácteas em substituição parcial da farinha base (farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce) e usar a goma hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.
- Realizar nas formulações de pães, análises de composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta, fibras e carboidratos), análises instrumentais (força de compressão, valor energético, cor e atividade de água) e análises físicas (volume específico).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. PÃO

##### 3.1.1. Histórico e consumo do pão

A panificação é talvez uma das artes culinárias mais antigas e sua história permeia a própria história da humanidade. Acredita-se que os primeiros pães foram elaborados a 8 mil anos no período neolítico. A história do pão remonta aos primórdios da civilização, quando o homem ainda era nômade. Ao conduzir consigo as sementes de cereais, as tribos nômades precisavam de tempo para o plantio e a frutificação, surgindo daí a necessidade de fixarem moradia por períodos cada vez mais longos (PANIFICAÇÃO, 2009; FREIRE, 2011).

De acordo com Sales (2010), o trigo era inicialmente ingerido como alimento na sua forma original, cru, tostado ou mesmo cozido, tornando-se base da nutrição pelas muitas aplicações que teve na alimentação dos diferentes povos da História da Humanidade. Vitti (2001) salienta ainda que a utilização do trigo como alimento iniciou-se há 17.000 anos.

Cunha (2012) salienta que os pães desenvolvidos nos vales dos Rios Tigres e Eufrates (atual Iraque) eram de feitura caseira, produzidos somente com cereais e água e assados em fornos a lenha, os quais possuíam aspectos de biscoito, com textura dura e aspecto achatado. Esses pães, também denominados por *flat breads*, foram os únicos conhecidos pela civilização durante milênios e ainda hoje são produzidos e consumidos, principalmente nesta mesma região, considerada precursora no processamento deste alimento (PANIFICAÇÃO, 2009).

Foram os hebreus, provavelmente, os responsáveis pela descoberta acidental e a divulgação da massa fermentada, a qual tornava o pão mais semelhante ao consumido atualmente. Com a expansão do Império romano, o pão se propagou pelo Ocidente, principalmente pela Península Ibérica. As padarias, que hoje se denominam panificadoras, surgiram por volta de 4.000 a.C. No ano de 500 a.C., em Roma, foi criada a primeira escola para padeiros, quando teve início a fabricação do pão branco, graças ao aprimoramento nos processos de moagem do trigo. Assim, a

indústria da panificação se desenvolveu rapidamente passando a utilizar moinhos movidos a animais e depois pelo vento. No ano de 1784, surgiram os primeiros moinhos movidos a vapor e em 1881 ocorria à invenção dos cilindros, aperfeiçoando ainda mais as técnicas de fabricação do pão (FREIRE, 2011).

Segundo Cunha (2012), os primeiros fermentos utilizados eram denominados fermento natural, conhecidos atualmente como fermento biológico. Com a Revolução Industrial houve a mecanização nos processos de panificação, surgindo à necessidade da produção em grande escala e em curto espaço de tempo. No século XX, fornos movidos a gás substituíram os fornos de tijolo e lenha, produzindo pães em maior quantidade e qualidade (PANIFICAÇÃO, 2009).

No Brasil o consumo de pães ocorreu desde o início da colonização no século XVI, devido aos hábitos alimentares dos portugueses. Todavia, foi apenas no século XX que os imigrantes italianos expandiram a panificação no território nacional especialmente na cidade de São Paulo (QUEIROZ e LOPES, 2007).

Em 2012, o setor de panificação do Brasil foi um dos setores mais crescentes da economia, permanecendo entre os seis maiores segmentos industriais do país, com 36,2 % de participação no setor de produtos alimentícios, incorporando em torno de 63 mil panificadoras em todo o país que atendem em média 44 milhões de pessoas diariamente. Além disso, em 2012 os negócios neste setor geraram 802 mil empregos diretos e 1,85 milhões de empregos indiretos (ABIP, 2012).

Ainda, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Panificação (ABIP, 2012), quanto ao consumo de pão, o brasileiro consome em média 33,5 quilos anualmente, sendo este valor abaixo do especificado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que estipula um valor mínimo de 60 quilos/ano. Além disso, o consumo no Brasil está abaixo de países como Chile (93 Kg/habitante/ano), Argentina (73 Kg/habitante/ano) e Uruguai (51 Kg/habitante/ano). Ainda, Cunha (2012) ressalta que quanto ao tipo de pão, o mais consumido no Brasil é o francês.

De acordo com a Associação Brasileira das indústrias de Biscoitos e Massas Alimentícias de Pães e Bolos Industrializados, em 2013, a venda de pães industrializados no Brasil, alcançou a marca de 1.017,04 unidades. O índice de crescimento das empresas de Panificação e Confeitaria em 2014 foi de 8,02 % com o faturamento atingindo R\$ 82,5 bilhões (ABIMAPI, 2015).

### 3.1.2. Ingredientes e etapas do processamento de pão

#### 3.1.2.1. Ingredientes

Os produtos obtidos da panificação são compostos por ingredientes diversificados, que exercem funções distintas no processo de formação da massa. Esses constituintes estão distribuídos em diferentes proporções de acordo com o tipo de pão que está sendo produzido ou da finalidade da formulação da massa. De um modo geral, para fabricação de pães, os ingredientes podem ser divididos em dois grupos: os essenciais, incluindo a farinha de trigo, água, fermento e sal e os não essenciais, a citar: açúcar, gordura, leite, ovos, dentre outros (WALLY, 2007).

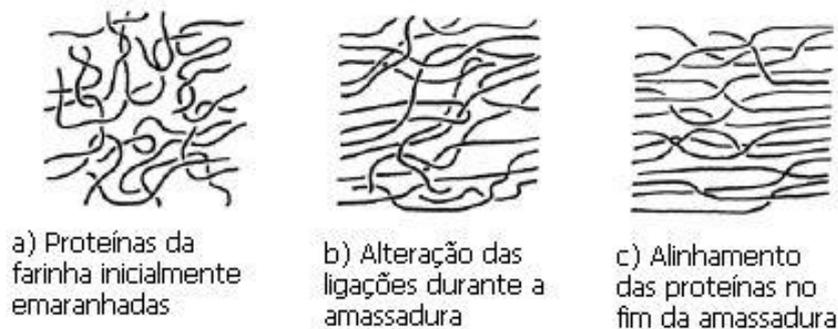
De acordo com a Resolução nº 263 de 2005, pães são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos (BRASIL, 2005).

A farinha de trigo é o componente estrutural da massa e constitui o ingrediente fundamental para a obtenção do pão, pois as proteínas gluteninas (20 %) e gliadinas (80 %) são as únicas capazes de formarem a rede do glúten. O glúten não é um componente que faz parte diretamente da formulação de produtos de panificação, uma vez que este é formado quando a farinha, a água e os demais ingredientes do pão são misturados e sofrem ação mecânica. Assim, à medida que a água interage entre as moléculas de gliadina e glutenina a rede do glúten começa a ser formada, como demonstrado na Figura 01 (FIB, 2009).

Podem ser utilizados dois tipos de farinhas de trigo em produtos de panificação. O trigo duro (farinha de trigo forte) que contém teor de proteína elevado e boa qualidade para a produção de pão, enquanto o trigo mole (farinha de trigo fraca) tem menor teor proteico sendo destinada a confecção de bolos e biscoitos. Por esse motivo, é recomendado o uso de farinhas de trigo com conteúdo proteico entre 10,5 e 12,0 % para a produção do pão e glúten extensível (GUTKOSKI et al, 2003; WATANABE e BENASSI, 2000).

Assim, o interesse pelo glúten está relacionado à sua capacidade de dar extensibilidade e consistência à massa, além de reter o gás carbônico proveniente da fermentação, promovendo o aumento de volume desejado (PANIFICAÇÃO, 2009;

SAPONE et al. 2012; LIMA, 2010).



**FIGURA 01:** Formação da rede proteica do glúten

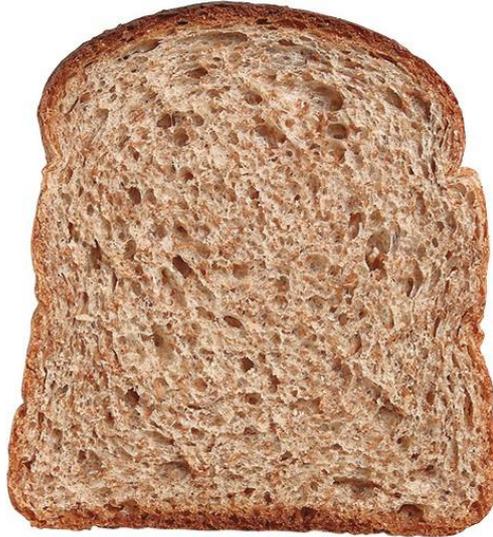
**Fonte:** NUNES et al., (2015)

Além das proteínas, a farinha de trigo apresenta em sua composição o amido, principal carboidrato desta matéria-prima, constituído de 76 % de amilopectina e 24 % de amilose. O amido é importante para formação do miolo dos pães e apresenta-se em forma de grânulos, sendo seu tamanho e formato característicos da origem botânica. Sob a ação da amilase são formados açúcares que servem de substrato para as leveduras durante o processo de fermentação (AQUINO, 2012).

Para Calvel (1987), a água tem importância primordial na formação da massa do pão, pois, hidrata a farinha, promove o inchamento dos grãos de amido, assegurando a união das proteínas que dão origem ao glúten. Seu conteúdo na massa encontra-se na faixa de 29 a 34 %, em relação ao peso total da farinha, sendo este valor determinado pelas características da farinha (VITTI et al, 1988).

Segundo Cauvain e Young (2009), a consistência desejada na massa do pão para as etapas posteriores de divisão e modelagem ocorre com o ajuste na quantidade de água de acordo com a capacidade de absorção pela farinha.

Quanto ao fermento, o biológico (levedura *Saccharomices cerevisiae*) é o mais utilizado em panificação para produzir gás carbônico (CO<sub>2</sub>) a partir da conversão de açúcares, acarretando no incremento da massa. Além de produzir CO<sub>2</sub>, o fermento também exerce influência sobre as propriedades reológicas da massa, tornando-a mais elástica e porosa (alvéolos), permitindo maior incorporação de nutrientes após o cozimento, conforme a Figura 02 (FIB, 2009; AQUARONE et al., 2001).



**FIGURA 02:** Formação dos alvéolos no pão

**Fonte:** DANTAS (2013)

O sal contribui de modo positivo sobre a massa do pão, pois, melhora as características de plasticidade aumentando a força do glúten, além de melhorar as características da crosta e sabor do pão, retardando seu processo de ressecamento, o qual está relacionado com a retrogradação do amido (AQUARONE et al., 2001; CALVEL e WIRTZ, 2001).

A quantidade de sal indicada para a panificação é em torno de 2 % sobre o peso da farinha, sendo que o excesso deste ingrediente pode causar redução do volume da massa, desacelerando o processo de fermentação. Em contrapartida, o uso em proporções menores que o recomendado faz com que o fermento se multiplique muito rápido, perdendo sua atividade precocemente (CANELLA-RAWLS, 2005).

O uso de açúcar na panificação apresenta efeito na cor, textura, expansão e aparência geral do produto. Ainda contribui no valor nutricional como fornecedor de energia e nos processos de fermentação, serve de substrato às leveduras (MORETTO e ALVES, 1999).

Segundo Cesar et al. (2006), o uso de vinagre é recomendado para corrigir o pH da massa até o ponto ótimo de atuação das leveduras, as quais podem desenvolver-se na presença ou ausência de oxigênio sendo que meios com maior acidez favorece o desenvolvimento de ácidos e aromas, em virtude da redução do pH da massa. Outra etapa relevante é o desenvolvimento do glúten, que atua na

retenção do gás produzido, onde a acidificação pode reduzir as cadeias do glúten, gerando massas mais extensíveis (APLEVICZ; 2014; GAVA, SILVA e FRIAS, 2009).

Com relação à adição de gordura em panificação, justifica-se pela lubrificação da massa, conferindo maciez e umidade ao pão, contribuindo com as características sensoriais, como o sabor, cor e textura, além de auxiliar como aerador de produtos mais cremosos, permitindo a incorporação de ar na massa reduzindo a viscosidade (PEREIRA, et al., 2004).

O ovo é um ingrediente importante na elaboração da massa de panificação, uma vez que apresenta poder emulsificante, proveniente da gema, onde se encontra 14 % de lecitina. Essa propriedade facilita a formação da rede glutinosa da massa, tende a melhorar sua impermeabilidade e favorecer o crescimento e a leveza dos produtos obtidos (CALVEL, 1987).

#### 3.1.2.2. Etapas do processamento

A mistura dos ingredientes e o amassamento consistem nas etapas iniciais no processamento de pães sendo base na formação de uma massa viscoelástica, proporcionando incorporação de ar e iniciando o desenvolvimento da rede do glúten. Durante o amassamento, a farinha absorve água a qual é dependente da granulometria, do conteúdo proteico e da umidade da farinha, bem como do grau de consistência desejada na massa (BRANDÃO e LIRA, 2011).

O amassamento à temperatura de 26 a 28 °C é adequada, pois, inibe a produção excessiva de gases, os quais são formados durante a fermentação principal (alcoólica e anaeróbica), realizada no período de 3 horas, proporcionando as características desejadas nas propriedades plásticas e sensoriais da massa. Esta fermentação é também uma etapa de descanso da massa, após os impactos mecânicos sofridos durante a mistura dos ingredientes, complementando o do desenvolvimento do glúten (AQUARONE et al., 2001; WATANABE e BENASSI, 2000).

De acordo com Cauvian e Young (2009), posterior a fermentação, faz-se a divisão da massa em porções individuais com tamanhos padronizados. O boleamento é normalmente a fase intermediária, que tem por objetivo auxiliar a

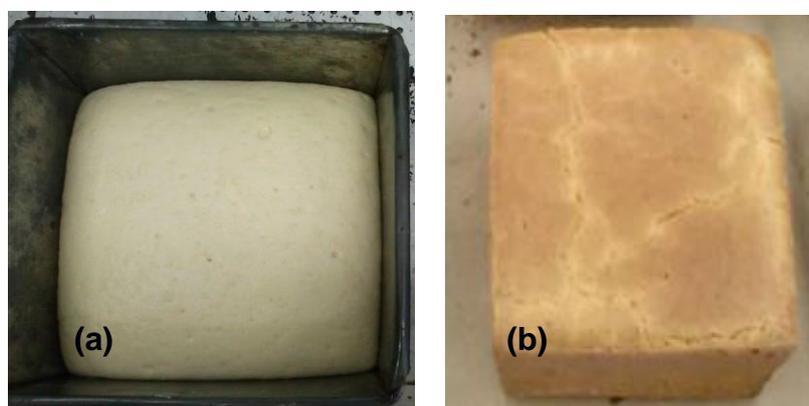
formação de uma superfície contínua, eliminando a pegajosidade da massa, dando-lhe ao mesmo tempo uma forma regular a fim de facilitar o manuseio (AQUARONE et al., 2001).

Na etapa posterior realiza-se a fermentação secundária, a fim de recuperar parte da extensibilidade perdida durante a divisão e boleamento. Os pedaços boleados de massa são enviados para a câmara de fermentação onde ficam em repouso por 5 a 20 minutos em condições de temperatura entre 26 e 30 °C e umidade relativa entre 75 e 80 % (KIM et al., 2008).

Na moldagem ocorre a estruturação da célula do pão, dando formato apropriado ao produto, o qual é conduzido para a fermentação final, realizada em condições adequadas de temperatura e umidade relativa, podendo levar cerca de 40 a 120 minutos dependendo do tipo de pão, formulação e qualidade da farinha. Na moldagem, a massa perde gases e por isso é essencial esse descanso, fazendo com que esta readquira o volume, influenciando diretamente a qualidade da textura e das células do miolo do produto final (NUNES, 2008; AQUARONE et al., 2001).

O objetivo principal do assamento ou cozimento é permitir a formação da crosta e o desenvolvimento do aroma e sabor, pois trata termicamente o amido e a proteína e inativa as enzimas e o fermento. Os pães, ao saírem do forno, estão excessivamente quentes e devem ser resfriados aproximadamente à temperatura ambiente, antes de ser submetido ao fatiador (no caso do pão de fôrma) e posteriormente a embalagem (KIM et al., 2008; AQUARONE et al., 2001).

A Figura 03 demonstra a massa do pão após 60 minutos de fermentação final e posterior ao processo de cozimento.



**FIGURA 03:** Massa em fase final de fermentação (a) pão após cozimento (b)

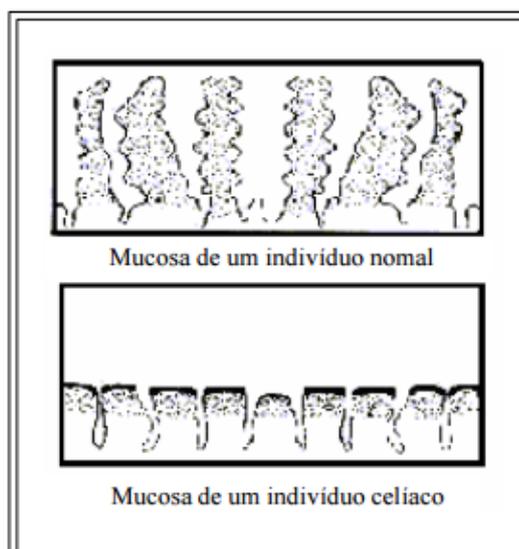
**Fonte:** OS AUTORES (2015)

### 3.2. O GLÚTEN E A DOENÇA CELÍACA

O glúten é a principal proteína estrutural da farinha trigo também encontrada em outros cereais, incluindo o centeio e a cevada. A albumina e globulina (proteínas solúveis) representam 15 % deste total e não formam o glúten, enquanto a gliadina e gluteína (proteínas insolúveis), constituem 85 % da composição proteica e conferem as propriedades de panificação (ESTELLER, 2004; MATUDA, 2008).

A intolerância ao glúten é uma doença autoimune a qual vem apresentando índices elevados em todo mundo. Estudos indicam que cerca de 1 % da população mundial é celíaca, e no Brasil este número pode atingir 2 milhões de pessoas, das quais a grande maioria desconhece por não apresentar sintomas evidentes da doença (COSTA, 2015).

Segundo Cesar et al. (2006), a doença celíaca é uma afecção progressiva causada em indivíduos geneticamente predispostos, por permanente intolerância à gliadina contida no glúten, que, em sua forma clássica, se exterioriza, principalmente através de severas lesões da mucosa intestinal, resultando em variáveis graus de má absorção dos nutrientes. O celíaco produz anticorpos contra o glúten, que agem no intestino delgado, atrofiando-o, conforme ilustrado na Figura 04.



**FIGURA 04:** Mucosa intestinal de indivíduos saudáveis e portadores da doença celíaca

**Fonte:** ACELBRA (2015)

Ainda, de acordo com Pratesi e Gandolfi (2005), o aparecimento dos primeiros

sintomas da doença celíaca pode ocorrer em qualquer idade, sendo que a sintomatologia diretamente atribuível à má-absorção de nutrientes é observada numa minoria dos pacientes. A ampla gama de possíveis sintomas varia consideravelmente entre os indivíduos, inclusive no mesmo indivíduo em diferentes fases da doença, dificultando o diagnóstico. Quando não é tratada, a doença celíaca manifesta-se através de anemia resistente ao tratamento, dermatite herpetiforme, menarca tardia ou menopausa precoce, infertilidade, abortos de repetição, depressão e osteoporose. Assim, uma expressiva parcela de pacientes relata antes do diagnóstico, um indefinível mal-estar geral, o qual é aceito como “normal”, apresentando nítida melhora após a instituição da dieta isenta de glúten.

Como mencionado, o tratamento da doença celíaca consiste na total e definitiva exclusão do glúten da alimentação, a qual deve satisfazer as necessidades nutricionais do paciente (ANDREOLI et al., 2013).

Contudo, apesar das propriedades nutricionais, estes produtos devem apresentar características tecnológicas aceitáveis, pois, de acordo com Ferreira et al. (2009), a maior dificuldade na alimentação dos pacientes celíacos está no acesso a produtos elaborados com substitutos da farinha de trigo que apresentem características sensoriais favoráveis ao consumidor.

Para Luglio (2014), quando ocorre à retirada do glúten é preciso entender qual era o seu papel no alimento elaborado e a partir daí buscar alternativas conhecendo as características dos substitutos desta farinha. Assim, a substituição do glúten por ingredientes como as farinhas de arroz, milho, mandioca, amido de milho, polvilho e fécula de batata é desafiante, uma vez que tais matérias-primas não conferem à massa dos produtos panificáveis a mesma estrutura viscoelástica, podendo diminuir sua aceitação (CESAR et al., 2006).

Segundo Sdepanian et al. (2001), ainda faltam alimentos sem glúten no mercado brasileiro, sendo que, o produto de maior interesse que estes consumidores desejam encontrar para a venda é o pão (47 %) seguido do macarrão (21 %), bolachas e biscoitos (12 %) e pizzas (11 %). Devido à falta destes produtos industrializados sem glúten, a maior parte das preparações do cardápio do paciente celíaco é caseira, demandando tempo e dedicação para o preparo. Portanto, o desenvolvimento de um pão sem glúten poderia incentivar a fabricação industrial de produtos desta natureza para o uso diário atendendo a essa parcela especial de consumidores (ACELBRA, 2015).

### 3.3. GOMA HIDROXIPROPILMETILCELULOSE (HPMC) EM PÃES SEM GLÚTEN

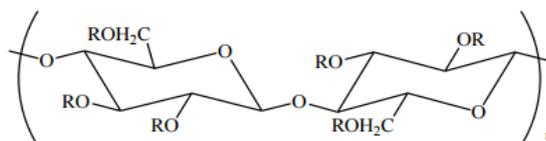
Em produtos isentos de glúten, as gomas fazem o “papel” da rede proteica, as quais tem a finalidade de proporcionar volume, estrutura e viscosidade a massa, além de atuarem na estabilidade da emulsão evitando que o pão torne-se quebradiço (LUGLIO, 2014).

Os aditivos mais utilizados para a fabricação de pão sem glúten são: gomas (guar, xantana, locusta), emulsificantes (gliceril monoestearato–GMS, polioxietilenoestearato–POES, mono e diglicerídeos estearoil-lactatos) e hidrocolóides (metilcelulose-MC, carboximetilcelulose-CMC, hidroxipropilmetilcelulose-HPMC) (GALLAGHER, GORMLEY e ARENDT, 2004).

De acordo com Nishita et al. (1976) e Gujral et al. (2003), a utilização de hidrocolóides, a exemplo da HPMC como substitutos do glúten permite obter pães com maior volume, além de ser uma das melhores alternativas em razão da sua capacidade de reter gás e das suas propriedades estruturantes.

Barcenas e Rosell (2005), também salientam que a adição da goma HPMC em produtos de panificação melhora a textura do miolo retardando a retrogradação da amilopectina, e conferindo aspectos positivos na qualidade sensorial.

O HPMC é um éter de celulose onde os hidrogênios e grupos hidroxilas da celulose foram parcialmente substituídos por alquil ou por grupos alquil para modificar as características da celulose nativa (Figura 05). Esta modificação química conduz a um polímero solúvel em água com uma elevada atividade de superfície e propriedades únicas em relação a capacidade de hidratação em solução, bem como durante as mudanças de temperatura. Em temperaturas mais baixas, o HPMC tem grande capacidade de retenção de água e quando aquecido, forma um gel forte a temperatura mais elevadas (HAGER, 2012; PEKEL et al., 2004).



**FIGURA 05:** Estrutura da hidroxipropilmetilcelulose – HPMC (R = -CH<sub>2</sub> CH(OH)CH<sub>3</sub> -CH<sub>3</sub> ou -H)

**Fonte:** ZACARRON (2005)

### 3.4. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM PÃES SEM GLÚTEN

De acordo com Evangelista (1992), são conhecidos como resíduos agroindustriais, as partes de matérias-primas não utilizadas no processamento do produto principal. No Brasil, essa industrialização tem progredido especialmente na área de vegetais e segundo Melo (2006), após a produção de sucos e polpas, são desperdiçados cerca de 30 a 40 % de resíduos de frutas.

Entre os atrativos para a recuperação destes subprodutos, Lima (2010) e Abud e Narain (2009), postulam que tais resíduos podem causar impactos ambientais pela presença de substâncias de alto valor orgânico como também a perdas de biomassa e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição.

Para Santana (2005), o aproveitamento destes resíduos no processamento de novos alimentos tem representado um seguimento importante para as indústrias, principalmente no tocante à demanda por produtos para dietas especiais, uma vez que são constituídos basicamente de matéria orgânica, bastante rica em açúcares e fibra, com alto valor nutritivo, abundante e de baixo custo econômico.

A importância econômica de um resíduo agrícola depende tanto da quantidade produzida, quanto de suas próprias características. Grandes quantidades de um determinado resíduo agrícola, concentrados em uma única região, podem justificar seu emprego como matéria-prima para obter outros produtos (BAO IGLESIAS et al., 1987).

Desta maneira, algumas pesquisas têm sido conduzidas a fim de agregar valor a estes resíduos agroindustriais, visando à redução do impacto ambiental e o desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor aos produtos obtidos. Abud e Narain (2009) promoveram a incorporação de farinha de resíduos de maracujá, acerola, umbu e goiaba em biscoitos como uma alternativa frente ao desperdício de subprodutos. Chaves et al. (2013), também propuseram em seu trabalho a utilização da polpa de abacate, comumente descartada após a extração do óleo, para elaboração de farinha e aplicação em biscoitos integrais e em um trabalho recente, Chaves et al. (2015), desenvolveram um biscoito tipo *cookie* sem glúten com farinha de brácteas e observaram que a quantidade de até 20 % deste resíduo foi bem aceita na avaliação sensorial pelos consumidores.

As brácteas, popularmente conhecidas como coração da bananeira (Figura 06) tem a função de proteger as flores que darão origem as bananas, as quais após o processo de polinização se desprenderão da planta naturalmente, não tendo valor de mercado para comercialização, sendo então descartadas (NETO e MELO, 2014).



**FIGURA 06:** Brácteas ou coração da bananeira

**Fonte:** RUIZ (2011)

No Brasil, em 2012, a banana alcançou produção de 16,2 %, sendo o estado de São Paulo o principal produtor nacional com 1,3 milhões de toneladas colhidas, o que gera um grande volume deste resíduo na natureza. Chaves et al.(2015), também salienta quanto ao interesse em agregar valor de mercado para as brácteas, podendo apresentar em sua composição nutrientes os quais podem ser estudados e aplicados em formulações alimentícias como os produtos de panificação.

Rodrigues (2010) salienta que ainda existem poucos estudos na elaboração de novos ingredientes para enriquecimento e aplicação em pães e considerando que a dieta baseada em produtos sem glúten é muitas vezes caracterizada pelo baixo teor de alguns componentes nutricionais, como proteínas, minerais e fibras dietéticas, pressupõe-se que estes componentes podem ser encontrados em resíduos agroindustriais e conseqüentemente adicionados a estes alimentos, a fim de conferir melhores características nutricionais e sensoriais (WRONKOWSKA et al., 2008).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAL

As brácteas de bananeira da cultivar Prata utilizadas para o processamento da farinha foram adquiridas de um produtor rural do município de Medianeira - PR. As brácteas foram colhidas no período da manhã, acondicionadas em caixas plásticas previamente higienizadas e transportadas para os laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, *câmpus* Medianeira-PR.

As demais matérias-primas destinadas à elaboração dos pães a citar: goma hidroxipropilmetilcelulose – HPMC, farinha de arroz, fécula de batata, polvilho doce, azeite de oliva, açúcar cristal e sal foram adquiridos no comércio local do município de Medianeira – PR.

Para o desenvolvimento das formulações de pão e realização das análises foram utilizados os laboratórios de Vegetais, Panificação e Análise de Alimentos da UTFPR, *campus* Medianeira, a qual dispõe de estrutura adequada para o desenvolvimento das atividades de pesquisa, garantindo a qualidade e segurança alimentar dos produtos desenvolvidos.

### 4.2. MÉTODOS

#### 4.2.1. Elaboração da farinha de brácteas de bananeira

Para a produção da farinha, as brácteas de bananeira foram primeiramente desfolhadas e higienizadas em água corrente para retirada de sujidades grosseiras sendo então cortadas em tamanhos padronizados com espessura aproximada de 1 cm, pesadas em balança semi-analítica (modelo BCW15, marca Welmy®) e na sequência submergidas em solução de hipoclorito de sódio 200 mg/L durante 1 minuto para sua desinfecção.

Em razão da quantidade de oleuropeína responsável pelo amargor, as

brácteas foram colocadas em solução de hidróxido de sódio a 4 % por 30 segundos com posterior lavagem em água corrente para retirada do componente químico. Posteriormente, as brácteas foram encaminhadas para o branqueamento em água quente (100°C) por período de 30 segundos e repassadas em uma solução de ácido cítrico a 0,5 % durante 1 minuto. Na sequência, as brácteas foram acondicionadas em formas (30 x 40 cm) para posterior secagem em estufa de circulação de ar (modelo Q317B, marca Quimis<sup>®</sup>) a 65 °C/18 horas até atingirem umidade (aproximadamente 9 %) para o processamento da farinha. A moagem das brácteas secas foi realizada em moinho de facas (Solab SL31), obtendo-se uma farinha de 60 mesh de granulometria, a qual foi acondicionada em embalagens de vidro, previamente higienizadas, até o momento de sua utilização.

Para obter-se o cálculo do rendimento da farinha processada, as brácteas foram pesadas ainda *in natura* posterior à etapa de corte e ao final do processo de moagem (Equação 01).

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Quantidade de farinha de bráctea (Kg)}}{\text{Quantidade da bráctea } in \text{ natura (Kg)}} \times 100 \quad (\text{Equação 01})$$

#### 4.2.2. Processamento do pão sem glúten

Para o desenvolvimento das formulações de pão sem glúten, foi elaborada previamente uma amostra padrão e partir desta foram realizadas as substituições, conforme o item 4.2.3. Para a obtenção da farinha mista estipulou-se um percentual de farinha de arroz (52 %), fécula de batata (36 %) e polvilho doce (12 %) posterior à realização de testes com outras farinhas isentas de glúten. A concentração dos ingredientes utilizados na formulação padrão foi calculada com base no peso da farinha mista e estão disponibilizadas na Tabela 01.

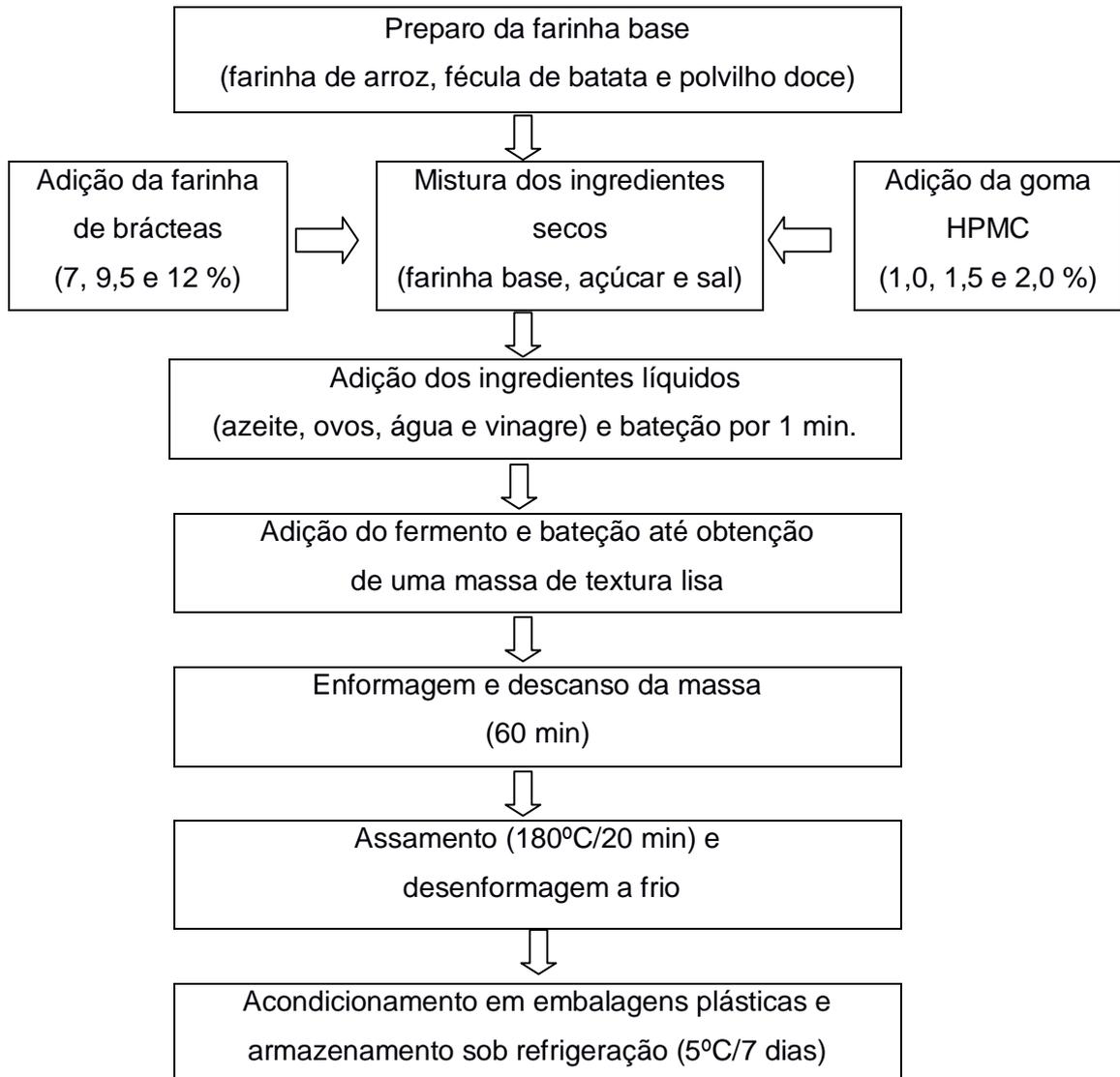
**TABELA 01:** Percentual dos ingredientes utilizados na formulação padrão de pão sem glúten

Ingredientes	Concentração (%) *
Açúcar	20,69
Sal	1,03
Azeite de oliva	25,86
Água*	34,48
Ovos	34,48
Fermento biológico	1,72
Vinagre	2,79

\* Quantidade de água adicionada conforme absorção da farinha

\*\* Cálculo dos Ingredientes com base no peso da farinha mista (145 g)

Primeiramente os ingredientes foram separados e pesados em balança semi analítica, sendo que a farinha base constituída pela farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce foram acondicionadas em um recipiente plástico e homogeneizadas até observar-se uma mistura única. Na sequência, foram misturados manualmente os ingredientes secos, a citar: farinhas, açúcar, sal e goma HPMC por um período estimado de 30 segundos. Após, adicionaram-se os ingredientes líquidos (ovos, azeite, vinagre e água), os quais foram homogeneizados em batedeira (modelo Bellagio, marca Britânia<sup>®</sup>) em velocidade baixa por 1 minuto e após a adição do fermento, aumentou-se a velocidade de bateção até a obtenção de uma massa de estrutura lisa (2 minutos). A massa foi então acondicionada em formas quadrangulares (11 cm de largura x 9,5 cm de altura) e deixada por 60 minutos à temperatura de 37 °C para fermentação principal e após o crescimento foi levada ao forno pré-aquecido por 20 minutos à temperatura de 180 °C. Ao termino desta etapa os pães foram desenformados a frio e deixados em repouso por 1 hora, quando foram acondicionados em embalagens plásticas e acondicionados em caixas organizadoras sob refrigeração (5°C/7 dias). As etapas de processamento das formulações de pão podem ser visualizadas na Figura 07.



**FIGURA 07:** Etapas do processamento das formulações de pão sem glúten

**Fonte:** OS AUTORES (2015)

#### 4.2.3. Planejamento fatorial completo - PFC ( $2^2$ )

Os níveis das variáveis estudadas foram definidos com base em testes preliminares com as concentrações de farinha de bráctea e HPMC variando entre 7 a 20 g/100 g e 1 a 2 g/100 g, respectivamente, a fim de identificar as proporções adequadas dos ingredientes a serem utilizados bem como as condições de processamento. Paralelamente aos ensaios do planejamento, uma formulação padrão foi elaborada para efeitos de comparação, sendo que nesta formulação utilizou-se somente farinha mista sem adição de farinha de brácteas e HPMC.

Utilizou-se um planejamento fatorial completo ( $2^2$ ) com três (3) pontos

centrais, totalizando sete (7) ensaios, para avaliar os efeitos da concentração de farinha de brácteas (g/100 g) em substituição parcial a farinha mista (farinha de arroz, polvilho doce e fécula de batata) e a adição de goma hidroxipropilmetilcelulose – HPMC (g/100 g) sobre a resposta de força de compressão e volume específico (mL/g) de pães sem glúten. A matriz com os ensaios do planejamento fatorial e os valores reais e codificados pode ser visualizada na Tabela 02.

**TABELA 02:** Matriz do planejamento fatorial completo (PFC 2<sup>2</sup>) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas.

Formulações (F)	Concentração de farinha de brácteas (g/100 g)	Concentração de HPMC (g/100 g)
1	+1 (12)	-1 (0,5)
2	-1 (7)	-1 (0,5)
3	+1 (12)	+1 (2,0)
4	-1 (7)	+1 (2,0)
5	0 (9,5)	0 (1,25)
6	0 (9,5)	0 (1,25)
7	0 (9,5)	0 (1,25)
8*	-	-

F1: 12 % de farinha de bráctea e 0,5 % de HPMC; F2: 7 % de farinha de bráctea e 0,5 % de HPMC; F3: 12 % de farinha de bráctea e 2,0 % de HPMC; F4: 7 % de farinha de bráctea e 2,0 % de HPMC; F5: 9,5 % de farinha de bráctea e 1,25 % de HPMC; F6: 9,5 % de farinha de bráctea e 1,25 % de HPMC; F7: 9,5 % de farinha de bráctea e 1,25 % de HPMC; F8: Padrão (sem adição de bráctea e HPMC).

#### 4.2.4. Análises da matéria- prima (brácteas *in natura* e farinha de brácteas)

Nas brácteas *in natura* e na farinha de brácteas foram realizadas as análises de composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais), em triplicata. A farinha de brácteas foi avaliada também quanto a granulometria, pH, acidez, densidade, capacidade de absorção de água, índice de solubilidade em água, cor e atividade de água. As análises foram realizadas em triplicata conforme as metodologias a seguir:

- **Umidade:** Determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação em estufa a 105 °C, através da metodologia descrita pela AOAC (2005);

- **Cinzas:** Determinada pelo método de incineração em mufla a 550 °C com carbonização prévia descrita pela AOAC (2005);
- **Proteína:** Determinada através da determinação de nitrogênio total pelo método de Semi Kjeldahl, onde o conteúdo de nitrogênio total obtido foi convertido em proteína bruta por meio de fator de conversão de 6,25 (% N x 6,25) conforme descrito na AOAC, (2005);
- **Lipídios:** Determinado através do método de Soxhlet (extração a quente) de acordo com metodologia descrita na AOAC (2005);
- **Carboidratos:** Calculados por diferença de acordo com a Resolução RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003, conforme a Equação 02 adaptado (BRASIL, 2003).

$$\% \text{ Carboidratos} = [100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ lipídios totais})]. \quad (\text{Equação 02})$$

- **Acidez titulável:** Determinada por meio da titulação com solução de hidróxido de sódio (0,1 M). O ponto de viragem foi identificado utilizando método potenciométrico até atingir pH entre 8,2 e 8,4 (AOAC, 2005);
- **pH:** Determinado pela medida direta com potenciômetro digital, introduzindo-se o eletrodo diretamente na amostra (Instituto Adolfo Lutz, 2005);
- **Capacidade de absorção de água:** Homogeneizou-se em tubo centrífuga 1,25 g da amostra (farinha) em 15 mL de água destilada por 1 minuto e posteriormente deixado em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (25 °C). Na sequência a amostra foi centrifugada por 30 minutos a 2.600 RPM e a água retida após a centrifugação, considerada como água absorvida. O sedimento que permaneceu no tubo da centrífuga após a separação do sobrenadante, foi pesado e a capacidade de absorção de água (CAA) calculada de acordo com a Equação 03 (SOSULSKI et al.,1962):

$$\text{CAA (g/100g)} = \frac{\text{PRC}}{\text{PA-PRE}} \quad (\text{Equação 03})$$

Onde: PRC = Peso do resíduo da centrifugação (g);

PA = Peso da amostra (g);

PRE: Peso do resíduo da evaporação (g).

- **Índice de solubilidade em água:** Determinando segundo a metodologia descrita por Anderson et al. (1969), pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, conforme a Equação 04:

$$\% \text{ ISA} = \frac{PRE}{PA} \times 100 \quad (\text{Equação 04})$$

Onde: PRE = Peso do resíduo da evaporação (g);

PA = Peso da amostra (g).

- **Densidade:** Calculada através da relação massa/volume, onde pesou-se 30 gramas de farinha mista e farinha de brácteas em provetas, e após sua compactação (1 minuto), observou-se o volume preenchido.
- **Granulometria:** Realizada em equipamento (Bertel Industria Metalúrgica®) provido de peneiras com malhas de abertura de 35,60 e 80 mesh. Adicionou-se 250 g de farinha sobre a primeira peneira (35 mesh) e ligou-se a agitação por 30 minutos a 6,5 RMP. Ao final do processo fez-se a pesagem das amostras de cada peneira para o cálculo do percentual de granulometria (%).
- **Atividade de água:** Realizada em equipamento modelo AquaLab 4TE®, marca Decagon Devices à temperatura de 25 °C.
- **Cor:** A avaliação foi realizada com o auxílio de colorímetro Minolta (Chroma meter CR-300, sistema L\*, a\*, b\* Color Space, por refletância). Os parâmetros de cor avaliados foram luminosidade (L\*, 100 para branco e 0 para preto); e coordenadas de 55 cromaticidade do sistema CIE/LAB (a\*, (-) para verde e (+) para vermelho; b\*, (-) para azul e (+) para amarelo; com iluminante D65 e 45° de ângulo).

#### 4.2.5. Análises das formulações de pão

As análises de composição proximal, cor e atividade de água foram determinadas de acordo com os procedimentos descritos no item 4.2.4 (análise da matéria-prima), sendo que para a cor, atividade de água e força de compressão as formulações de pão foram avaliadas após 24 horas de preparo analisando-se o miolo das fatias centrais.

- **Volume específico:** Determinado, em quadruplicata, após 1 hora e 24 horas do seu preparo, sendo obtido pela razão entre o volume aparente (mL) e a massa do pão (g), após assado e resfriado, determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (PIZZINATO e CAMPAGNOLLI, 1993).
- **Força de compressão (firmeza):** Foi avaliada utilizando um texturômetro TAXT2i (Stable Micro System, Inglaterra) de acordo com o método da AACC 74-09 (AACC, 1995). Os pães foram fatiados (25 mm de espessura) e as fatias externas de ambas as laterais foram descartadas. As amostras foram comprimidas até 40 % da altura com um probe cilíndrico de 36 mm de diâmetro, velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1,0, 1,7 e 1,0 mm/s, respectivamente, força de gatilho 5 g. Para cada pão, foram realizadas 2 repetições. Foi considerado parâmetro de firmeza (g). Este parâmetro é obtido após submeter as amostras à compressão e análise da curva obtida pela relação entre força e tempo. A firmeza consiste na força necessária para realizar deformação após a primeira compressão do produto (CARR et al., 2006).
- **Valor energético:** Determinado em bomba calorimétrica (Ika Works C2000), com medição isoperibólico (capa estática). Os valores foram expressos em Kcal/30g (1 fatia de pão).

#### 4.2.6. Análise estatística

Os resultados das análises físicas, físico-químicas e instrumental das formulações de pão foram analisados pelo *software* STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004) e aplicado à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) quando verificado diferença significativa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS BRÁCTEAS *IN NATURA*

Para as brácteas *in natura* foram realizadas as análises de composição proximal conforme demonstrado na Tabela 03. Observa-se que o teor de umidade é alto (93,13 g/100g) e semelhante a outros subprodutos vegetais, a citar: entrecasca de melancia (96,64 g/100g  $\pm$  0,01) conforme Lima et al. (2015), talos de couve (95,08 g/100g  $\pm$  0,16) e espinafre (96,07 g/100g  $\pm$  0,22) de acordo com Mauro, Silva e Freitas (2010).

Para cinzas, o valor encontrado (0,82 g/100g) foi similar ao observado por Lima, Nebra e Queiroz (2000) na polpa madura da banana (0,84 g/100g) e inferior ao relatado por Gondim et al. (2005), na casca desta fruta (0,95 g/100g), indicando quantidades interessante deste componente em resíduos da bananeira.

**TABELA 03:** Composição Proximal das Brácteas de Bananeira In Natura

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína bruta (g/100g)	Lipídios totais (g/100g)	Carboidratos totais (g/100g)
Bráctea <i>in natura</i>	93,13 $\pm$ 0,46	0,82 $\pm$ 0,01	1,87 $\pm$ 0,15	1,69 $\pm$ 0,04	2,49 $\pm$ 0,49

De acordo com Borges, Pereira e Lucena (2009), o valor de proteínas na polpa da banana verde é de 4,50 g/100g  $\pm$  0,84 sendo superior ao encontrado na bráctea (1,87 g/100g  $\pm$  0,15). Porém, Gondim et al. (2005), detectaram valores inferiores de proteína na casca de banana (1,69 g/100g), assim como em resíduo de entrecasca de melancia (0,58 g/100g  $\pm$  0,05) (LIMA et al.,2015).

O valor de lipídios apresentou-se alto (1,69 g/100g  $\pm$  0,04) e superior ao encontrado na polpa da banana madura (0,2 g/100g) e a casca desta fruta (0,99 g/100g) conforme Lima, Nebra e Queiroz (2000) e Gondim et al, (2005).

Para carboidratos, o valor encontrado nas brácteas (2,49 g/100g  $\pm$  0,49), foi inferior ao citado por Medeiros et al. (2005), e Izidoro (2015) em polpa de banana madura e verde com 26,304 g/10 g e 10,17 g/100g, respectivamente.

## 5.2. ANÁLISES DA FARINHA DE BRÁCTEAS DE BANANEIRA

As análises físicas, físico-químicas e instrumentais da farinha de brácteas de bananeira estão disponibilizadas na Tabela 04.

**TABELA 04:** Análises físicas, físico-químicas e instrumentais da farinha de brácteas de bananeira

Amostra	pH	Acidez		Aw	Cor			IAA (g/100g)	ISA (%)	Densidade (g/mL)
		(g. ac. lát./100 g)	L		A	B				
Farinha de brácteas	6,35 ± 0,03	11,83 ± 0,03	0,4120 ± 0,01	31,80 ± 0,45	1,25 ± 0,03	9,49 ± 0,09	9,73 ± 0,09	6,58 ± 0,77	0,63 ± 0,01	

Com relação à quantidade total de farinha produzida, observou-se um rendimento de 5,76 % considerando que a bráctea *in natura* apresentou 93,13 g/100 de umidade. Mauro, Silva e Freitas (2010) também utilizaram resíduo agroindustrial e alcançaram rendimento similar de 5,40 % em farinha de talo de couve e 3,80 % em farinha de talo de espinafre. Contudo, mesmo sendo pequena a quantidade de material farináceo obtido, torna-se importante o uso deste subproduto, pois, de acordo com Neto e Guimarães (2011), ao longo dos últimos 30 anos a área cultivada com bananas no Brasil passou de 343,6 mil para 511,6 mil hectares (49 % de aumento) produzindo-se 6.864,055 toneladas da fruta em 2012, sendo a bráctea na maior parte descartada como adubo orgânico e poucas vezes incorporado na elaboração de produtos alimentícios. Os poucos trabalhos encontrados na literatura relatam o processamento de biscoitos tipo *cookie* com adição de farinha de brácteas (CHAVES et al., 2015) e conserva vegetal (CARDOSO e CARDOSO, 2005), necessitando-se que novos estudos viabilizem o incremento desta matéria-prima em outras formulações isentas de glúten.

A farinha de brácteas apresentou densidade (0,63 g/mL ± 0,01) inferior ao da farinha mista utilizada neste presente trabalho (0,76 g/mL ± 0,01), demonstrando-se que para alcançar a mesma massa se faz necessário o uso de maior quantidade de farinha de brácteas. Tais resultados podem ter relação com a granulometria, sendo que 27,10 % da farinha de brácteas apresentaram partículas de 250 µm de tamanho

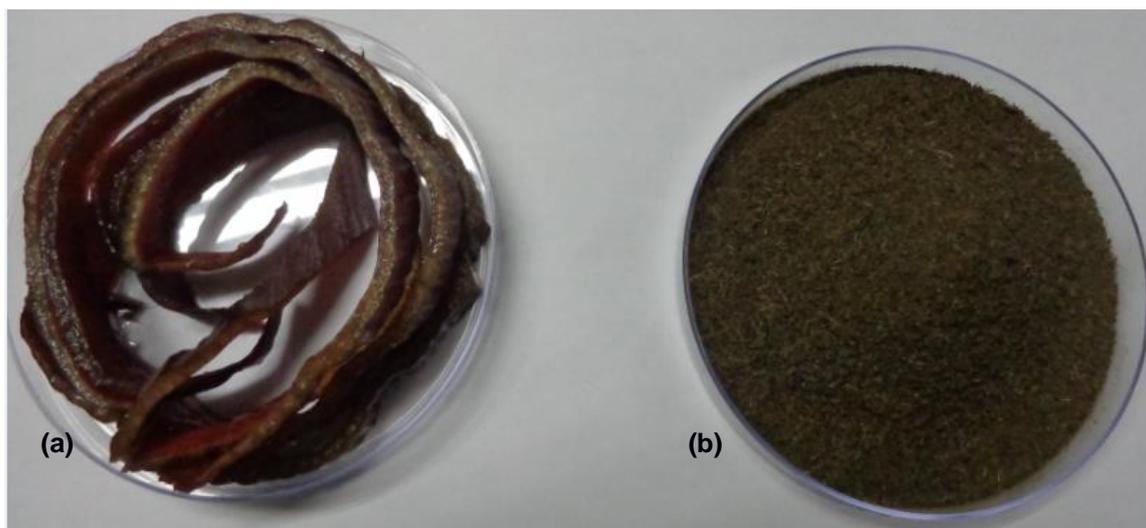
(60 mesh), o que ocasiona a redução na densidade, pois os espaços intergranulares são ocupados em maior proporção pelo ar permitindo o aumento do volume.

Comparando os valores do índice de absorção de água ( $9,73 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,09$ ) e índice de solubilidade em água ( $6,58 \% \pm 0,77$ ) da farinha de brácteas (Tabela 05) nota-se que estes foram superiores aos encontrados na farinha mista ( $1,97 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,06$  e  $0,66 \% \pm 0,06$ ) respectivamente. Isso demonstra que a farinha de brácteas absorve maior quantidade de água (4,93 vezes mais) sendo um dado importante na estruturação da massa e nas características tecnológicas de pães sem glúten. Resultados similares foram alcançados por Neves, Santana e Valença (2008), os quais obtiveram índice de absorção de água próximo a 8 % para farinha de bagaço de laranja. Ainda, a elevada quantidade de carboidratos na farinha de brácteas ( $56,36 \text{ g}/100\text{g} \pm 1,25$ ), visualizado na tabela 5, pode indicar a presença de fibras totais as quais aumentam o volume de água absorvido.

A farinha de brácteas apresentou dados superiores de pH ( $6,35 \pm 0,03$ ) e acidez ( $11,83 \text{ g.ac. láctico}/100\text{g} \pm 0,03$ ) quando comparada aos resultados de Borges, Pereira e Lucena (2009) para farinha de banana verde, respectivamente ( $5,30 \pm 0,08$  e  $0,63 \text{ g.ac. láctico}/100\text{g}$ ). A acidez da farinha é um dado importante durante a fermentação, pois auxilia o desenvolvimento das leveduras auxiliando no amaciamento da massa. Ainda, de acordo com Couto (2007), tais resultados podem influenciar na qualidade da farinha, visto que produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis à deterioração.

A farinha de brácteas apresentou tonalidade escura (Figura 08) com  $L^*$  de  $31,80 \pm 0,45$ , sendo este resultado inferior ao realizado por Gomes e Ferreira (2013), em farinha de banana verde ( $L^*=52,50$ ;  $a^*=9,89$  e  $b^*=17,18$ ), devido a coloração mais clara do fruto. Comparativamente a outras farinhas de resíduos vegetais, conforme Vilhalva et al.(2011), Couto (2007) e Natividade (2012), em casca de mandioca:  $L^*= 64,54$ ; casca de pequi:  $L^* =51,07$ ; casca de uva:  $L^*=38,50$ , respectivamente, nota-se que a farinha de brácteas possui menor luminosidade, o que provavelmente resultou no escurecimento das formulações de pão.

Quanto à atividade de água, nota-se que a secagem promoveu a redução neste parâmetro de  $0,9889 \pm 0,00$  da bráctea *in natura* para  $0,4120 \pm 0,01$  na farinha. Tais resultados indicam que o baixo teor de água disponível promove maior segurança microbiológica, uma vez que abaixo de 0,60 de atividade de água não ocorre o crescimento de micro-organismos.



**FIGURA 08:** Bráctea in natura (a) e farinha de brácteas de bananeira (b)

**Fonte:** OS AUTORES (2015)

Com relação às características de composição proximal da farinha de brácteas, estas podem ser visualizadas na Tabela 05.

**TABELA 05:** Composição proximal da farinha de brácteas de bananeira

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína Bruta (g/100g)	Lipídios Totais (g/100g)	Carboidratos Totais (g/100g)
Farinha de Bráctea	9,09 ± 0,30	9,96 ± 0,07	7,33 ± 0,72	4,89 ± 1,51	56,35 ± 1,25

A umidade ( $9,09 \pm 0,30$ ) da farinha de brácteas apresentou-se inferior ao limite máximo preconizado para farinha de trigo (15 %), conforme BRASIL 2005. Vieira (2006), em sua pesquisa com farinha de resíduo de palmito, da bainha da folha, observou um teor de umidade semelhante ao encontrado neste presente trabalho ( $8,81 \text{ g}/100 \pm 0,02$ ), assim como Lima et al. (2015), utilizando farinha de entre casca de melancia ( $9,55 \pm 0,29$ ). Contudo, Lima (2007), analisando farinha de linhaça e maracujá, encontrou resultados inferiores para umidade  $2,89 \text{ g}/100\text{g}$  e  $6,87 \text{ g}/100\text{g}$  respectivamente, o que pode ter relação com a menor quantidade de água nestes produtos *in natura*, uma vez que a semente de linhaça possui  $7,06 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,41$ , e

o albedo do maracujá  $96,48 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,13$  de umidade de acordo com Barroso et al. (2014) e Dias et al, (2011).

O valor proteico para farinha de brácteas ( $7,33 \pm 0,72 \text{ g}/100\text{g}$ ) foi inferior ao encontrado por Chaves et al. (2013) com  $8,6 \text{ g}/100\text{g}$  em farinha de resíduo da polpa de abacate e superior aos de Mauro, Silva e Freitas (2010) com  $1,28 \pm 0,05 \text{ g}/100\text{g}$  (farinha de talo de couve) e  $1,51 \pm 0,27 \text{ g}/100\text{g}$  (farinha de talo de espinafre). Contudo, o valor de proteína na farinha de brácteas, encontra-se próximo ao estipulado para farinha de trigo integral (mínimo de  $8 \text{ g}/100\text{g}$ ) (BRASIL, 2005).

Para cinzas, nota-se que a farinha de brácteas apresentou elevado teor deste componente ( $9,96 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,07$ ), similar ao preconizado por Lima et al (2015), com farinha de entre casca de melancia ( $9,97 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,41$ ) e superior aos trabalhos de Vieira (2006), com farinha de resíduo de palmeira ( $5,01 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 0,02$ ) e Abud e Narain (2009), os quais elaboraram farinha de resíduos de goiaba ( $2,02 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 0,09$ ), acerola ( $2,13 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,01$ ) e maracujá ( $4,41 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 0,09$ ). Borges, Pereira e Lucena (2009), obtiveram um valor de cinzas de  $2,59 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 0,07$  para farinha de banana verde, o que pode indicar que no resíduo desta fruta (bráctea) possa existir uma quantidade superior de minerais. De acordo com Moreira e Fageria (2009), a bráctea de bananeira apresenta elevados teores de macronutrientes (g/Kg) potássio (54,30) e cálcio (12,23) e micronutrientes (mg/Kg) como manganês (212,32), ferro (76,67) e zinco (32,00) constituindo um forte dreno temporário de nutrientes para a planta.

Nota-se que a quantidade de lipídios foi de  $4,89 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 1,51$ , similar à farinha de bagaço de laranja ( $4,21 \text{ g}/100 \text{ g}$ ) e inferior a farinha de bagaço de maçã ( $8,19 \text{ g}/100 \text{ g}$ ) como mencionado por Macagnan et al (2014). Como a bráctea é uma parte da planta que reserva nutrientes para o desenvolvimento dos frutos, pode ter ocorrido à concentração de lipídios em comparação ao fruto, que possui em média  $0,1 \text{ g}/100\text{g}$  de lipídios de acordo com Amorim (2012).

Quanto aos carboidratos totais, os valores encontrados neste trabalho foram de  $56,35 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 1,25$  o que pode sugerir a presença de fibras, sendo superior ao encontrado por Junior et al (2008) em farelo de arroz torrado ( $26,5 \text{ g}/100 \text{ g} \pm 1,78$ ).

### 5.3. ANÁLISES DAS FORMULAÇÕES DE PÃO

#### 5.3.1. Efeito da concentração de farinha de brácteas e goma HPMC sobre as características de força de compressão e volume específico do pão sem glúten

Na Tabela 06 pode ser observada a matriz do PFC (2<sup>2</sup>) com os valores para força de compressão e volume específico das formulações de pães adicionados de níveis diferentes de farinha de brácteas e goma HPMC.

**TABELA 06:** Matriz do (PFC 2<sup>2</sup>) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas na resposta de força de compressão (F.C) e volume específico (V.E) após 1 e 24 h, das formulações de pão sem glúten

Formulação (F)	x <sub>1</sub> * (g/100 g)	x <sub>2</sub> * (g/100 g)	F.C (g)	V.E 1 h (mL/g)	V.E 24 h (mL/g)
1	+1 (12)	-1 (0,5)	2.417,75 ± 490,51 <sup>ab</sup>	2,07 ± 0,05 <sup>cd</sup>	2,09 ± 0,05 <sup>de</sup>
2	-1 (7)	-1 (0,5)	2.502,99 ± 141,62 <sup>ab</sup>	2,35 ± 0,06 <sup>b</sup>	2,32 ± 0,05 <sup>b</sup>
3	+1 (12)	+1 (2,0)	2.668,87 ± 113,46 <sup>a</sup>	1,91 ± 0,06 <sup>e</sup>	2,03 ± 0,02 <sup>e</sup>
4	-1 (7)	+1 (2,0)	2.759,02 ± 169,98 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,06 <sup>de</sup>	2,26 ± 0,04 <sup>bc</sup>
5	0 (9,5)	0 (1,25)	2.814,57 ± 219,63 <sup>a</sup>	2,20 ± 0,06 <sup>bc</sup>	2,20 ± 0,06 <sup>c</sup>
6	0 (9,5)	0 (1,25)	2.697,01 ± 141,24 <sup>a</sup>	2,29 ± 0,08 <sup>b</sup>	2,25 ± 0,06 <sup>bc</sup>
7	0 (9,5)	0 (1,25)	2.677,64 ± 216,59 <sup>a</sup>	2,04 ± 0,05 <sup>de</sup>	2,18 ± 0,02 <sup>cd</sup>
8	---	---	2.043,88 ± 195,23 <sup>b</sup>	2,56 ± 0,10 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,03 <sup>a</sup>

\*x<sub>1</sub>: Concentração de Farinha de Brácteas; x<sub>2</sub>: Concentração de HPMC

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (P≤0,05)

O efeito da adição das variáveis, farinha de brácteas de bananeira e da goma HPMC nas características de força de compressão (g) e volume específico (mL/g) do pão sem glúten pode ser observados na Tabela 07.

**TABELA 07:** Efeito das variáveis estudadas no (PFC 2<sup>2</sup>) sobre a resposta de força de compressão (g) e volume específico (mL/g) após 1 e 24 em pães sem glúten

Variáveis	Força de Compressão (g)				Volume Específico Após 1 h (mL/g)				Volume Específico Após 24 h (mL/g)			
	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*
Média	2.648,26	46,72	56,09	<b>&lt;0,0000</b>	2,12	0,05	44,74	<b>&lt;0,0000</b>	2,19	0,02	146,38	<b>&lt;0,0000</b>
x <sub>1</sub> (Farinha de brácteas- g/100g)	-87,69	123,60	-0,71	0,5292	-0,18	0,12	-1,47	0,2369	-0,23	0,04	-5,81	<b>0,0101*</b>
x <sub>2</sub> (HPMC- g/100g)	253,57	123,60	2,05	0,1326	-0,25	0,12	-2,03	0,1351	-0,06	0,04	-1,52	0,2268
(x <sub>1</sub> ) □ (x <sub>2</sub> )	-2,45	123,60	-0,02	0,9854	0,09	0,12	0,76	0,5041	0,00	0,04	0,00	1,0000

\* Valor significativo quando P≤0,05

Observa-se na Tabela 07 que para a força de compressão, as duas variáveis estudadas não foram significativas ( $p < 0,05$ ). Contudo, nota-se que a adição de farinha de brácteas apresentou efeito negativo sobre a textura dos pães indicando que a passagem do nível inferior para o superior da faixa estudada resultou em decréscimo de 87,69 g na força de compressão, a qual influenciou na interação das variáveis ( $(x_1) \times (x_2)$ ), pois, mesmo com a concentração de HPMC no nível superior, o efeito negativo da farinha de brácteas predominou, demonstrando uma diminuição de 2,45 g na força de compressão dos pães.

Isso pode indicar que a possível presença de fibras na farinha de brácteas promoveu maior retenção de água, favorecendo a maciez do miolo, porém, a adição de goma na concentração de 2,0 g/100g pode ter resultado na formação de uma rede com efeito fortalecedor sobre a estrutura da massa, aumentando a dureza do pão. Tais resultados podem ser observados na Tabela 06, pois, as formulações F1 e F2, adicionadas de menor concentração de HPMC (0,5 g/100g), não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) da F8 (padrão) com menor força de compressão, mesmo com incremento de maior quantidade de farinha de brácteas (12 g/100g) na Formulação 1.

Crockett e Vodovotz (2011), avaliando o efeito de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e goma xantana em diferentes concentrações (2 %, 3 % e 5 %) em pães com farinha de arroz e amido de mandioca, também relataram que adição de hidrocolóides em elevadas concentrações não contribuíram para melhoria na textura final destes produtos. Segundo Guarda et al (2004), a adição dos hidrocolóides afetam o comportamento reológico da massa e o endurecimento do pão, pois a gelatinização do amido ocorre pela formação de complexos entre os polímeros do amido (amilose e amilopectina) e os hidrocolóides (RODGE et al, 2012).

Contudo, Sabanis e Tzia (2015) relatam que o HPMC reduziu a firmeza de pães sem glúten quando utilizado em quantidades de 1,5 g/100g em comparação a outras gomas (xantana, guar e carragena), concordando com Collar, Martinez, e Armero (1999), os quais postulam que o HPMC tem ligação preferencial com o amido, podendo ser usado em pães sem glúten. Isso por que esta goma interfere nas interações de agregação das proteínas durante a formação da rede, substituindo as proteínas do glúten (ROSELL e FOEGEDING, 2007).

Ainda, os resultados de força de compressão encontrados neste trabalho, devem ser considerados em estudos posteriores, a fim de verificar a utilização da

farinha de brácteas isoladamente em pães sem glúten, pois de acordo com Botelho (2012), os variados ingredientes que constituem as formulações de pães promovem diversos efeitos sobre a perda de maciez, interagindo uns com os outros, sendo difícil estimar os efeitos específicos dos hidrocolóides no processo de endurecimento do pão.

Quanto ao volume específico dos pães após 1 e 24 horas, observa-se na Tabela 07 que a adição de farinha de brácteas apresentou um efeito negativo e significativo ao nível de 5 % de significância, demonstrando que a passagem do nível inferior para o superior da faixa estudada resultou em um decréscimo de 0,23 mL/g no volume específico. O HPMC não apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na faixa estudada, não havendo incremento de volume nas formulações quando comparada a padrão, sem a adição da goma (2,48 mL/g  $\pm$  0,03). Contudo, quando observado as médias das formulações adicionadas deste hidrocolóide (Tabela 06) nota-se que houve redução no volume específico quando aumentado à concentração de HPMC. Gujral e Rosell (2004), também relataram que o aumento de HPMC resultou em características negativas no crescimento da massa de pães elaborados com farinha de arroz.

O'Shea (2014) observou que a adição de 4 g/100g de bagaço de laranja em pães com farinha de arroz e fécula de mandioca, proporcionou aumento no volume específico de 1,93 mL/g (formulação padrão) para 2,47 mL/g. Contudo, observa-se que no presente trabalho, mesmo utilizando maiores proporções de farinha de resíduo, nota-se que a formulação F2, com a adição de 7 g/100g de farinha de bráctea e 0,5 g/100g de HPMC resultou em volume específico bem próximos aos relatados com 2,35 mL/g  $\pm$  0,06 e 2,32 mL/g  $\pm$  0,05 após 1 e 24 horas respectivamente.

Mesmo sabendo-se que em pães isentos de glúten as estruturas apresentam uma baixa capacidade de expansão, observa-se que a formulação padrão após 24 horas, apresentou resultados superiores aos apresentados por Clerici e El-Dash (2006) e Evangelho et al.(2012), com 2,35 mL/g para ambos e Moreira (2007) com 1,79 mL/g para pães elaborados com farinha de arroz. Nota-se que nas demais pesquisas, o efeito da adição de outros componentes sobre a quantidade de farinha base reduziu o volume específico, a citar: Figueira et al. (2011), os quais incrementaram microalga *Spirulina platensis* em até 5 % em pães tradicionais, constatando redução de 3,11 mL/g  $\pm$  0,03 para 2,43 mL/g  $\pm$  0,01, assim como

O'Shea (2014) e Sabanis et al. (2009), os quais também observaram que a adição de bagaço de laranja superior a 4 % e fibra de milho em formulações de pão sem glúten promoveram a redução no volume específico.

Como mencionado, a farinha de brácteas apresentou maior capacidade de absorção (9,73 g/100g $\pm$  0,09) quando comparada a farinha mista (1,97 g/100g  $\pm$  0,06), o que pode indicar a presença de material fibroso, os quais retêm maior quantidade de líquido na estrutura da massa. Desta maneira, a quantidade de água utilizada no preparo dos pães foi maior e esta água adicional, segundo Sabanis et al. (2009), pode ter criado uma baixa consistência na massa e conseqüentemente, a criação de vacúolos de ar instáveis dentro da estrutura do miolo, tornando-o fraco e desigual, ocasionando o desenvolvimento de grandes buracos na região central do pão miolo ou mesmo causar o colapso da estrutura, resultando na perda de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Ainda, de acordo com El-Dash et al. (1994), na panificação convencional, o uso de gorduras saturadas é preferencial, concordando com Quaglia (1991), o qual postula que as gorduras formam uma capa entre as partículas de amido e da rede de glúten, aumentando a capacidade da massa em alongar-se e conferindo um miolo de estrutura fina, macia e homogênea. Tais informações levam-nos a crer que o volume específico também pode ter sido afetado pelo uso de gordura insaturada (óleo vegetal), sendo este efeito igualmente observado por Moreira (2007) ao usar óleo vegetal (1,79 mL/g) em comparação com manteiga (2,01 mL/g).

### 5.3.2. Composição proximal

Com relação à composição proximal das formulações de pão, os resultados podem ser visualizados na Tabela 08.

Os valores de umidade variaram entre 28 a 36 g/100g, ressaltando que o aumento na concentração da farinha de brácteas promoveu a elevação no teor de umidade, sendo que as formulações F1 e F3, com maior quantidade desta farinha (12 g/100g) diferiram-se significativamente das demais, apresentando as maiores médias, o que pode indicar a possível presença de fibras as quais absorvem mais água. Analisando outros trabalhos com adição de resíduos agroindustriais em pães, nota-se que ocorreu a mesma tendência no teor de umidade conforme o incremento

da farinha de resíduos, de acordo com Rodrigues (2010) utilizando farinha de casca de cupuaçu e Couto (2007) reaproveitando a farinha de casca de pequi. Ainda, segundo Bourne (2002), o teor de umidade em pão é de aproximadamente 38 g/100g, sendo similar aos dados deste trabalho e inferior aos resultados de Figueira e Crisel (2011) em pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis* (49,19 a 52,38 g/100g), considerando que o aumento no teor de umidade pode diminuir a vida útil destes produtos, devido a maior probabilidade de contaminação por bolores.

Em relação ao teor proteico, não foram identificadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as formulações, com médias variando de  $4,72 \text{ g/100g} \pm 0,25$  a  $4,93 \text{ g/100g} \pm 0,05$  demonstrando que a adição de farinha de brácteas nos níveis estudados não reduziu o aporte deste componente em pão sem glúten, mostrando-se contrário aos dados apresentados por Couto (2007), onde a adição de farinha de casca de pequi diminui a quantidade de proteínas. Os resultados observados na formulação padrão ( $4,83 \text{ g/100g} \pm 0,02$ ) são superiores ao preconizado por Pereira et al.(2013) em sua pesquisa com pão sem glúten de batata ( $4,07 \text{ g/100g} \pm 0,07$ ), contudo, nota-se que a adição de farinha de chia neste mesmo trabalho promoveu aumento no teor de proteínas ( $7,18 \text{ g/100g} \pm 0,00$  a  $7,59 \text{ g/100g} \pm 0,16$ ) em maior proporção que as formulações adicionadas com farinha de brácteas neste presente trabalho. Contudo, ressalta-se que esta farinha é um resíduo e que outras fontes de nutrientes podem ser incrementadas para melhorar sua composição e consequentemente dos produtos elaborados.

O acréscimo da farinha de brácteas aumentou o teor de lipídios nas formulações de pão quando comparadas a padrão ( $9,06 \text{ g/100g} \pm 1,30$ ), observando maior quantidade deste componente nas formulações com adição de 12 g/100g da farinha, as quais apresentaram maiores médias (F1:  $19,40 \text{ g/100g} \pm 1,56$  e F3:  $18,16 \text{ g/100g} \pm 2,97$ ). Comparando-se ao trabalho de Lima (2007), o qual utilizou farinha de linhaça verifica-se maior quantidade de lipídios nas formulações de pão deste presente trabalho, o que possivelmente está relacionado à quantidade deste componente encontrado na farinha ( $4,89 \text{ g/100g} \pm 1,51$ ) podendo indicar a presença de ácidos graxos importantes como os poli-insaturados em sua composição.

**TABELA 08:** Composição Proximal das Formulações de Pão sem Glúten

Análises	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Umidade (g/100g)	36,56 ± 0,20 <sup>a</sup>	32,05 ± 0,10 <sup>c</sup>	36,51 ± 0,56 <sup>a</sup>	31,84 ± 0,47 <sup>c</sup>	33,21 ± 0,17 <sup>b</sup>	32,88 ± 0,16 <sup>b</sup>	33,44 ± 0,01 <sup>b</sup>	28,77 ± 0,07 <sup>d</sup>
Proteínas (g/100g)	4,83 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,72 ± 0,25 <sup>a</sup>	4,86 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,77 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,82 ± 0,08 <sup>a</sup>	4,77 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,80 ± 0,20 <sup>a</sup>	4,93 ± 0,05 <sup>a</sup>
Lipídios (g/100g)	19,40 ± 1,56 <sup>a</sup>	11,14 ± 1,07 <sup>cd</sup>	18,16 ± 2,97 <sup>ab</sup>	12,44 ± 1,13 <sup>cd</sup>	13,83 ± 2,16 <sup>bcd</sup>	14,48 ± 1,26 <sup>abc</sup>	14,69 ± 1,82 <sup>abc</sup>	9,06 ± 1,30 <sup>d</sup>
Cinzas (g/100g)	1,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,04 <sup>c</sup>	1,33 ± 0,02 <sup>ab</sup>	1,19 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,28 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,29 ± 0,01 <sup>ab</sup>	1,28 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,89 ± 0,03 <sup>d</sup>
Carboidratos totais (g/100g)	37,86 ± 1,76 <sup>d</sup>	50,91 ± 1,36 <sup>b</sup>	39,15 ± 2,46 <sup>d</sup>	49,76 ± 1,62 <sup>bc</sup>	46,87 ± 2,01 <sup>bc</sup>	46,57 ± 1,37 <sup>bc</sup>	45,78 ± 1,69 <sup>c</sup>	56,35 ± 1,25 <sup>a</sup>

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si (P≤0,05)

Para cinzas, nota-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a formulação padrão e aquelas adicionadas de farinha de brácteas, tendo um incremento de 15,17 vezes mais deste componente na F1 ( $1,35 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,01$ ). Esse valor possivelmente está relacionado ao alto teor de cinzas encontrado na farinha de brácteas ( $9,96 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,07$ ) revelando quantidades significativas de minerais nos pães adicionados da mesma. Os resultados de cinzas apontados neste trabalho são similares aos de Rodrigues (2010) com adição de farinha de resíduo do cupuaçu ( $1,45 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,05$  a  $1,72 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,04$ ), porém diferem-se do comportamento observado por Couto (2007) o qual revelou menor teor deste componente conforme a adição de farinha de casca de pequi.

Nota-se que, com a adição da farinha de brácteas os valores de carboidratos diminuíram, obtendo-se maior média para a formulação padrão ( $56,35 \text{ g}/100\text{g} \pm 1,25$ ), indicando similaridades com o trabalho de Lima (2007) quando os pães foram incrementados de farinha de linhaça e maracujá. Estes dados mostram-se contrários aos demonstrados por Gomes e Ferreira (2013), com adição de farinha de banana verde, onde a formulação padrão ( $79,17 \text{ g}/100\text{g} \pm 1,58$ ) apresentou menor valor quando comparado àquelas com adição da farinha (10 %:  $82,00 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,81$  e 20 %:  $83,90 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,27$ ). A redução no teor de carboidratos está relacionada com o aumento no teor de lipídios e umidade nas formulações e quando comparado ao valor energético, nota-se que a formulação padrão, com maior quantidade de carboidratos, obteve-se também elevado teor calórico, com 193,23 Kcal em uma fatia de pão, encontrada na tabela 9.

### 5.3.3. Análises instrumentais

Os resultados das análises instrumentais de atividade de água, cor e energia total estão disponibilizados na Tabela 09.

Para atividade de água observa-se que a adição de farinha de brácteas e goma HPMC nos níveis estudados, elevou este parâmetro, sendo este efeito também observado por Botelho (2012), o qual avaliou misturas de hidrocolóides (xantana, guar e galactomanas) em pão sem glúten. Tais resultados estão de acordo com o Barcenas e Rosell (2005), os quais relataram que a adição de HPMC aumentou o teor de umidade do miolo de pão branco. No trabalho de Moreira (2007), a atividade de água em pães elaborados com farinhas de arroz e soja e óleo vegetal

apresentou resultados similares aos deste trabalho (0,9700). Stool, Flôres e Thys (2015), também apresentaram dados muito próximos quando analisada a formulação padrão de pão com farinha de trigo (0,9720), porém, a adição de fibra de laranja, reduziu este parâmetro. Isso demonstra que a farinha de brácteas e o HPMC podem ter interagido, formando uma rede e aprisionando as moléculas de água durante as etapas de processamento do pão. Segundo Rosell e Foegeding (2007), em pães tradicionais, o HPMC também tende a reduzir o glúten e as interações de amido por meio da ligação com o exterior dos grânulos de amido, modificando retrogradação da amilopectina.

Observa-se que para o parâmetro cor, as formulações de pão apresentaram diferenças significativas ao nível de 5 % de significância nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  quando comparada a padrão. Nota-se que o aumento na concentração de brácteas provocou escurecimento dos pães conforme pode ser visualizado na Figura 09. Diferentemente, a adição de goma em maior proporção (2,0 g/100g) aumentou a luminosidade nas formulações de pão, sendo que a F4 (7 g/100 de farinha de brácteas e 2,0 g/100g de HPMC) apresentou-se com tonalidade menos intensa ( $35,22 \pm 2,41$ ) situando-se mais próxima da padrão ( $53,29 \pm 2,83$ ). Comparativamente ao trabalho de Gomes e Ferreira (2013), verifica-se que a adição de farinha de banana verde (10 %:  $L^* = 59,80 \pm 1,30$  e 20 %:  $L^* = 47,35 \pm 1,75$ ) também promoveu o escurecimento em pães. Nota-se que para os valores de  $a^*$  observou-se que maiores quantidades de farinha de brácteas aumentaram este parâmetro, tendendo para o vermelho. Quanto ao  $b^*$ , as médias elevaram-se conforme a diminuição da concentração de farinha de brácteas, indicando a coloração para o amarelo. Esses resultados mostraram-se diferentes daqueles demonstrados por Figueira et al. (2011) e Stoll, Flôres e Thys (2015), onde adição de maior proporção de microalga *Spirulina platensis* e fibra de laranja promoveu redução no parâmetro  $a^*$  e elevação de  $b^*$ .

Nota-se que adição de farinha de brácteas reduziu o valor energético dos pães sem glúten, pois as formulações F1 e F3 com concentração do resíduo no nível máximo (12 g/100g) apresentaram teores de 171,90 Kcal e 169,52 Kcal quando comparada a padrão (F8), com 193,23 Kcal, representando uma redução de 21,33 e 23,71 Kcal respectivamente, em cada fatia de pão. Mesmo não comprovando a presença de fibras, acredita-se que possa existir um elevado percentual deste nutriente na farinha de brácteas, pois, estas não são digeridas e absorvidas pelo

sistema gastrointestinal, não sendo, portanto, fonte energética para o organismo, reduzindo-se o valor energético (STAUFFER, 1998).



**Formulação 1**



**Formulação 2**



**Formulação 3**



**Formulação 4**



**Formulação 5**



**Formulação 6**



**Formulação 7**



**Formulação 8**

**FIGURA 09:** Formulações de pão sem glúten adicionados de farinha de brácteas de bananeira e goma HPMC

**Fonte:** OS AUTORES (2015)

**TABELA 09:** Análises Instrumentais das Formulações de Pão sem Glúten

Análises	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Aw	0,9762 ± 0,00 <sup>a,b</sup>	0,9732 ± 0,00 <sup>b,c</sup>	0,9784 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,9746 ± 0,00 <sup>a,b</sup>	0,9753 ± 0,00 <sup>a,b</sup>	0,9730 ± 0,00 <sup>b,c</sup>	0,9742 ± 0,00 <sup>a,b,c</sup>	0,9700 ± 0,00 <sup>c</sup>
Energia Total (Kcal/30 g)	171,90	185,30	169,52	184,09	180,10	184,49	183,50	193,23
Cor (L*)	27,42 ± 2,68 <sup>d</sup>	29,30 ± 2,48 <sup>c,d</sup>	30,53 ± 1,91 <sup>c,d</sup>	35,22 ± 2,41 <sup>b</sup>	29,76 ± 2,50 <sup>c,d</sup>	31,92 ± 2,07 <sup>b,c</sup>	32,63 ± 1,95 <sup>b,c</sup>	53,29 ± 2,83 <sup>a</sup>
(a*)	0,17 ± 0,10 <sup>a</sup>	-0,24 ± 0,12 <sup>b,c</sup>	0,16 ± 0,07 <sup>a</sup>	-0,41 ± 0,12 <sup>b</sup>	-0,16 ± 0,13 <sup>b</sup>	-0,10 ± 0,06 <sup>b</sup>	-0,08 ± 0,05 <sup>b</sup>	-5,47 ± 0,28 <sup>d</sup>
(b*)	6,88 ± 0,63 <sup>d</sup>	7,16 ± 0,49 <sup>d</sup>	7,81 ± 0,42 <sup>b,c,d</sup>	8,66 ± 0,56 <sup>b</sup>	7,42 ± 0,45 <sup>c,d</sup>	8,16 ± 0,47 <sup>b,c</sup>	8,30 ± 0,45 <sup>b,c</sup>	13,17 ± 0,90 <sup>a</sup>

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ( $P \leq 0,05$ )

Os resultados encontrados no presente trabalho foram inferiores ao mencionado por Lima (2007) em pães adicionados de farinha de linhaça e maracujá (262,94 a 276,18 Kcal) e Nadal (2013) o qual elaborou pão francês com proporções diferentes de farinha de arroz e polvilho doce (234,84 a 246,95 Kcal). No trabalho de Rodrigues (2010), os pães com acréscimo de farinha casca de cupuaçu também apresentaram redução calórica com o aumento do percentual de farinha, contudo, o teor calórico foi menor que as formulações adicionadas de farinha de brácteas, onde em uma fatia de pão apresentou valores entre 68,11 a 76,47 Kcal. A diferença no valor energético pode ser explicada pelos diferentes ingredientes utilizados em cada formulação, sendo que a quantidade de lipídios encontrados na farinha de brácteas pode ser um dos elementos que contribuíram para tornar o produto mais calórico que o observado em outras pesquisas.

## 6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos ao longo do trabalho, conclui-se que:

- As brácteas *in natura* apresentaram elevado teor de umidade (93,13 g/100g), o que pode ter contribuído para o baixo rendimento da farinha (5,76 %). Também foram evidenciadas quantidades expressivas de lipídios (1,69 g/100g  $\pm$  0,04) e cinzas (0,82 g/100g  $\pm$  0,01) e quando comparados aos dados da literatura, observou-se maior quantidade de alguns nutrientes que na casca de banana.
- A farinha de brácteas apresentou 4,93 vezes mais capacidade de absorção de água e menor densidade que a farinha mista, demonstrando que a adição de líquidos na elaboração de pães com esta farinha deve ser maior. Quanto à composição, observou-se que a farinha de brácteas apresentou elevado teor de cinzas (9,96 g/100g  $\pm$  0,07), lipídios (4,89 g/100g  $\pm$  1,51) e carboidratos (56,35 g/100g  $\pm$  1,25), sendo que neste último podem estar contidas quantidades significativas de fibras, as quais também contribuíram na retenção de água na massa, com efeitos sobre a firmeza do miolo do pão.
- A adição de farinha de brácteas e HPMC nos níveis mais elevados (12 g/100 g e 2,0 g/100g respectivamente) influenciaram na redução do volume específico (mL/g), nas formulações de pão sem glúten quando comparada padrão, o que pode indicar que o conteúdo adicional de água incrementado a farinha, devido a possível presença de fibras, pode ter tornado a massa com baixa consistência, inviabilizando a retenção do dióxido de carbono. Para a força de compressão (g) não foram detectadas diferenças significativas das variáveis na faixa estudada, entretanto, a farinha de brácteas na presença de menor quantidade de HPMC parece ter reduzido a firmeza no miolo dos pães, contrariamente, quando elevado os níveis das duas variáveis, ambas podem ter interagido, formando uma rede fortalecedora a qual aumentou a força de compressão.
- As formulações de pão sem glúten apresentaram elevado teor de umidade, lipídios e cinzas, conforme o aumento no teor da farinha de brácteas e HPMC com redução no teor de carboidratos, valor energético e luminosidade.
- Analisando as formulações, verifica-se que a F2 (7 g/100g de farinha de brácteas e 0,5 g/100g de HPMC) foi a que apresentou melhores resultados quanto ao volume específico após 1 e 24 horas (2,35 mL/g  $\pm$  0,06 e 2,32 mL/g  $\pm$  0,05,

respectivamente), não diferindo da padrão quanto a força de compressão (2.502,99 g  $\pm$  141,62) além de apresentar maior quantidade de carboidratos (50,91 g/100g  $\pm$  1,36), provavelmente devido a presença de menor quantidade de lipídios (11,14 g/100g  $\pm$  1,07) e umidade (32,05 g/100g  $\pm$  0,10), resultando na redução de 1,04 Kcal no valor energético por fatia de pão (30 gramas).

- Mesmo com o baixo rendimento na extração da farinha de brácteas, verifica-se que o descarte deste resíduo é alto, devido a grande produtividade de banana no Brasil, sendo que a adição desta farinha em pães sem glúten resultou na incorporação de nutrientes, os quais ainda precisam ser comprovados, a citar: fibras, minerais e ácidos graxos poli-insaturados, o que pode representar uma melhoria na qualidade nutricional destes produtos, inclusive para pessoas intolerantes ao glúten. Contudo, deve-se avaliar novos estudos utilizando somente a farinha brácteas, uma vez que esta pode atuar também como hidrocolóide na massa de produtos de panificação.

## 7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Devido ao elevado teor de carboidratos (56,35 g/100g  $\pm$  1,25), cinzas (9,96 g/100g  $\pm$  0,07) e lipídios (4,89 g/100g  $\pm$  1,51) encontrados na farinha de brácteas, sugere-se a realização de análises adicionais para analisar o teor de fibras e o perfil de minerais e ácidos graxos a fim de melhorar caracterizar este resíduo.
- Avaliar as formulações de pão que apresentaram as melhores características tecnológicas (volume específico e força de compressão) e de composição proximal e posteriormente realizar a análise sensorial.
- Elaborar e avaliar formulações de pão sem glúten utilizando a farinha de brácteas de bananeira isoladamente sem a presença de hidrocolóides e avaliar os aspectos quanto ao volume específico e força de compressão.
- Avaliar a vida útil destes pães elaborados com farinha de brácteas a fim de verificar se existem alterações significativas ao longo do seu armazenamento as quais podem diminuir sua qualidade e aceitação.
- Desenvolver novos produtos e verificar a aplicabilidade desta farinha, uma vez que já foram observadas características importantes no preparo de pães e biscoito tipo *cookie* utilizando este subproduto.

## REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9. ed., v. 1 e 2. St. Paul: Approved Methods Committee, 1995.

ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos e Massas Alimentícias de Pães e Bolos Industrializados. **Estatísticas de Pães e Bolos Industrializados**. 2015. Copyrights 2015. Disponível em: < <http://abima.com.br/estatistica-paes-bolos.php#> >. Acesso em: 07 de abril de 2015.

ABIP. Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Desempenho do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2012**. Disponível em: < [http://www.abip.org.br/perfil\\_internas.aspx?cod=418](http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=418) > Acesso em: 02 de março de 2015.

ABUD, A. K. de S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Braz. J. Food Technol.** v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. **Abrindo o caminho para os celíacos**. 2015. Disponível em: < <http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acesso em: 24 de abril de 2015.

AMORIM, Thiago P. **Avaliação físico-química de polpa e de casca de banana *in natura* e desidratada**. 2012. 55 f. Monografia (Faculdade de Medicina Curso de Nutrição), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. v. 14, n. 1, p. 44-11, 1969.

ANDREOLI, C. S.; CORTEZ, A. P. B.; SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B. de.

Avaliação nutricional e consumo alimentar de pacientes com doença celíaca com e sem transgressão alimentar. **Revista de Nutrição**. v.26, n.3, p.301-311, 2013.

APLEVICZ, Krischina S. Fermentação natural em pães: ciência ou modismo. Doutora em Ciência dos Alimentos e professora no Instituto Federal de Santa Catarina (Área de alimentos). **Aditivos e Ingredientes**. 2014. Disponível em < [http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/646.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/646.pdf) > Acesso em: 01 de maio de 2015.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.. **Biotechnologia Industrial Biotechnologia na Produção de Alimentos**. v. 4. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

AQUINO, Vanessa Cuckier, de. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of the AOAC. 18 th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

BAO-IGLESIAS, M.; DELGADO D. S.; TORRES S. M.; GARCIA C. M. D. Aprovechamiento de resíduos de platanera. Producción em Islãs Canarias, sus características y alternativas de utilización. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 27, p. 1-58, 1987.

BÁRCENAS, M. E.; ROSSEL, C. M. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. **Food Hydrocolloids**. v.19, p.1.037-1.043, 2005.

BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; FERREIRA, A.; FINOTELLI, P. V.; FREITAS, S. P.; ROCHA-LEÃO, M. H. M. da. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**. v.44, n.1, p.181-187, 2014.

BENÍTEZ, Raúl Osvaldo. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. Escritório Regional da FAO para a América Latina e o Caribe. 2015. Disponível em < <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/> > Acesso dia 05 de junho de 2015.

BORGES, Antonia de M.; PEREIRA, Joelma; LUCENA, Eliseu M. P. de. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.29, n.2, p. 333-339, 2009.

BOTELHO, Fabiana de Souza. **Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinhas de arroz e de milho**. 88 f. 2012. Dissertação (Faculdade de Ciências e Tecnologias)- Instituto Superior de Tecnologia, Universidade Técnica de Lisboa. Ciências Gastronômicas. Lisboa, 2012.

BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. San Diego: Academic, 400p. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe do Regulamento Técnico para Produtos Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 set. 2005

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução-RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Rotulagem Nutricional de Alimentos, Embalados, tornando obrigatória a Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução normativa nº 8, 03 jun. 2005. Dispõe do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, n. 105, p. 91. 03 jun. 2005.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. de. L. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Recife-PE: EDUFRPE, 148 p. 2011.

CALVEL, Raymond. **O pão francês e os produtos correlatos- Tecnologia e práticas da panificação**. Fortaleza: J. Macêdo S.A, 287 p. 1987.

CALVEL, R.; WIRTZ, R. L. **The taste of bread**. Maryland: Springer, 2001.

CANELLA-RAWLS, Sandra. **Pão arte e ciência**. São Paulo: Senac, 320 p. 2005.

CARDOSO, M. H. CARDOSO, R. W. **Coração de Bananeira em Conserva: Processamento e Produto**. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. BR. PI 0506651-4<sup>a</sup>, 12 de maio de 2005.

CARR, L. G.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M.; TADINI, C. C. Physical, textural and sensory characteristics of 7-day frozen part-baked French bread. *Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie*, New York, v. 39, n. 5, p. 540-547, 2006.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. **Tecnologia da panificação**. São Paulo: Manole, 2009.

CÉSAR, A. da S.; GOMES, J. C.; STALIANO, C. D.; FANNI, M. L.; BORGES, M. C. Elaboração de pão sem glúten. **Ceres**. v. 53, n. 306, p. 150-155, 2006.

CHAVES, M. A.; CARVALHO, K. de; RIGO, M. A.; MENEZES, L. A. A.; FUZINATTO, M. M. Desenvolvimento de *cookie* sem glúten utilizando farinha de brácteas de bananeira. **Revista Higiene Alimentar**. v. 29, p. 4405-4410, 2015.

CHAVES, M. A.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D.; PORCU, O. M. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **Boletim CEPPA**, v.31, n.2, p. 215-226, 2013.

CLERICI, M. T. P. S. EL-DASH, A.A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **ALAN**. v. 56 n.3, 2006.

COLLAR, C. A. P.; MARTINEZ, J.; ARMERO, E. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. **Food Hydrocolloids**. v.13, p. 467–475,1999.

COSTA, Lucélia. Sobre a doença celíaca. - Presidente da **Fenacelbra**. 2015. Disponível em < <http://www.fenacelbra.com.br/fenacelbra/> > Acesso em: 09/06/2015.

COUTO, E. M. **Utilização da farinha da casca de pequi (*Caryocar .brasiliense Cambi*) na elaboração de pão de forma**. 107 f. 2007. Dissertação (Programa de pós Graduação em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CROCKETT, R. I. E, P.; VODOVOTZ, Y. How Do Xanthan and Hydroxypropyl Methylcellulose Individually Affect the Physicochemical Properties in a Model Gluten-Free Dough? **Journal of Food Science**. v.76, p.274-282, 2011.

CUNHA, Ana. da. **Cadeia produtiva do pão**: fontes informacionais utilizadas no planejamento de novos produtos. 2012. 89 f. Monografia (Curso Superior de Biblioteconomia)- Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande, 2012.

DANTAS, Ligia. **Dia Mundial do Pão**. 16/10/2013. Disponível em:< <http://ligiadantas.com.br/dia-mundial-do-pao/>>. Acesso em: 30 de maio de 2015.

DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. C. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Ciênc. Technol. Aliment**. v.31, n.1, p.65-71, 2011.

EL-DASH, A.; CABRAL, L. C.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

ESTELLER, Mauricio Sergio. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**. 2004. 238 f.

Dissertação (Programa de Pós Graduação em tecnologia Bioquímica Farmacêutica. Área de Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo São Paulo, 2004.

EVANGELHO, J. A. do.; PINTO, V. Z.; ZAVARESE, E. R. da.; VANIER, N. L.; DIAS, A. R. G.; BARBOSA, L. M. P. propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. **R. Bras. Agrociência**.v.18, n.4, p.264-282, 2012.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 652 p. 1992.

FERREIRA, S. M. R.; LUPARELLI, P. C.; SCHIEFERDECKER, M. E. M.; VILELA, R. M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **ALAN**. v.59 n.4, 2009.

FIB. Panificação: os ingredientes enriquecedores. **Revista Food Ingredients Brasil**. n.10, 2009. Disponível em: < <http://www.revistafi.com/materias/114.pdf> > Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

FIGUEIRA, F. S. da.; CRIZEL, T. M. de.; SILVA, C. R.; SALLES-MELLADO, M. M. de.las. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Braz. J. Food Technol**.v. 14, n. 4, p. 308-316, 2011.

FREIRE, Francisco das C. O. **A Deterioração Fúngica de Produtos de Panificação no Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindustria Tropical, 2011. Comunicado Técnico n.174. 2011.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Food Science and Technology, Oxford**. v.15, n.3-4, p.143-152, 2004.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. da; FRITAS; J. R. G. **Tecnologia em alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009.

GOMES, A. A. B.; FERREIRA, M. E. Pão formulado com farinha de banana verde com casca: avaliação química, física e sensorial. Instituição: Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã. Foz do Iguaçu. 2013. Disponível em < <http://2013.ficiencias.org/arquivos/trabalhos/429/84205711112013.pdf> > Acesso em: 01 de junho de 2015.

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

GUARDA, A.; ROSELL, C. M.; BENEDITO, C.; GALOTTO, M. J. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. **Food Hydrocolloids**. v. 18, p. 241-247, 2004.

GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. 2004. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**. v. 39, n. 2, p. 225-230, 2004.

GUJRAL, H. S.; GUARDIOLA, I.; CARBONELL, J. V.; ROSELL, C. M. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, n. 13, p. 3814-3818, 2003.

GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M. L.; JACOBSEN NETO, R. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, p. 91-97, 2003.

HAGER, A. S. ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. **Food Hydrocolloids**. v.32, n. 1, p.195-203, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP. p.

13. 2005.

IZIDORO, Dayane Rosalyn. Influencia da polpa de banana (*Musa cavendishii*) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão. 167 f. Dissertação (Curso de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; LACERDA, D. B. C. L.; KOAKUZU, S. N.; GEBIN, P. F. C.; JUNQUEIRA, T. de L.; GOMES, V. A. Características físicas e tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz torrado. **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4. 2008.

KIM, Y. S.; HUANG, W.; DU, G.; PAN, Z.; CHUNG, O. Effects of trehalose, transglutaminase, and gum on rheological, fermentation, and baking properties of frozen dough. **Food Research International**. v.41, n.9, p.903-908, 2008.

KOKSEL, H. F. **Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven**. 2009. 146 f. Dissertação (Graduate School of Natural and Applied Sciences), Middle East Technical University, 2009.

LIMA, A. G. B. de; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M.R. de. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais** v.2, n.1, p.87-101, 2000.

LIMA, Candice C. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. 2007. 148 f. Dissertação (Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

LIMA, J.P.; PORTELA, J. V. F.; MARQUES, L.R; ALCÂNTARA, M. A.; EL-AOUAR, A. A. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. **Ciência Rural**,

2015.

LIMA; Urgel de A.. **Matérias-primas dos alimentos**. São Paulo, SP: Blucher, 2010.

LUGLIO, Alessandra. **Substituição do glúten**. 2014. Disponível em < [http://alessandraluglio.com.br/lift/?p=1413#.VVCin\\_IVikp](http://alessandraluglio.com.br/lift/?p=1413#.VVCin_IVikp) > Acesso em: 11 de maio de 2015.

MACAGNAN, F. T.; MOURA, F. A. de; SANTOS, L. R. dos; BIZZANI, M.; SILVA, L. P. da. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas. **Boletim CEPPA**. V.32, n.2, p.201-210, 2014.

MATUDA, T. G. **Estudo do congelamento da massa de pão**: determinação experimental das propriedades termofísicas e desempenho de panificação. 2008. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M. da; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com Farinha de Talo de Couve (FTC) e Farinha de Talo de Espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.30, n.3. p. 719-728, 2010.

MEDEIROS, V. P. Q. de; AZEVEDO, S. J. O. de; GONDIM, J. A. de M.; GURGEL, E. A. da S.; DANTAS, A. S. Determinação da composição centesimal e de teor de minerais da casca e poupa da banana pacivã (*Musa paradisiaca L.*) produzida no estado do Rio Grande do Norte. **Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC** - Fortaleza, CE - Julho/2005.

MELO, B. Qualidade é o fruto: Produtores e varejo apontam ações para vender melhor as frutas, que continuam tendo perdas na cadeia. **Revista Frutas e Derivados**. Ano 1. edição 02, Junho/2006.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Repartição e Remobilização de Nutrientes na

Bananeira. **Rev. Bras. Frutic.** v. 31, n. 2, p.574-581, 2009.

MOREIRA, Mariane R.. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos.** Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Santa Maria, RS. 2007.

MORETTO, Eliane; ALVES, Roseane F. **Processamento e análise de biscoitos.** São Paulo: Varela, 1999.

NADAL, Juliana. **Desenvolvimento e Caracterização de Pão sem Glúten Tipo Francês.** 2013. 101 f. Dissertação (Pós Graduação em Segurança Alimentar e Nutricional), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva.** 2012. 202 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

NETO, A. R.; MELO, B.. **A Cultura da Bananeira.** 2014. Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/banana3.htm#2> > Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

NETO, S. P. da S.; GUIMARÃES, T. G.. **ADM65- Evolução da cultura da banana no Brasil e no mundo.** Embrapa Cerrados. 2011. disponível em < <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/287/> > acesso em: 11 de maio de 2015.

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

NISHITA, K.D.; ROBERTS, R.L.; BEAN, M.M. Development of yeast-leavened ricebread formula. **Cereal Chem.** 53, n. 5, p. 626-635, 1976.

NUNES, A. G. FARIA; A. P. da S.; STEINMACHER, F. R.; VIEIRA, J. T. C. Processos Enzimáticos e Biológicos na Panificação. 2015. Disponível em: < <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=glutenina&btnG=&lr=> >. Acesso em: 21 abr 2015.

NUNES, José da Silva. **Características do Arroz (*Oryza sativa*)**. AGROLINK. 2008. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/caracteristicas.aspx> > Acesso em: 17 de maio de 2015.

O'SHEA, Norah. **Characterisation and application of fruit by-products as novel ingredients in gluten-free products**. 2014. 254 f. Tese (Department of Food and Nutritional Sciences the National University of Ireland), University College, Cork, 2014.

PEKEL, N., YOSHII, F., KUME, T., GÜVEN, O. Radiation crosslinking of biodegradable hydroxypropylmethylcellulose. **Carbohydrate Polymers**. v. 55, p.139-147, 2004.

PANIFICAÇÃO. Os ingredientes enriquecedores. **FOOD ingredients Brasil**, nº10, 2009.

PEREIRA, B.da S.; PEREIRA, B. da S.; CARDOSO, É. dos S.; MENDONÇA, J. O. B.; SOUZA, L.B. de.. SANTOS, M. P. dos.; ZAGO, L.; FREITAS, S. M. de L. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **Demetra**. v.8. n.2, p. 125-136, 2013.

PEREIRA, J.; CIACCO, C. F.; VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciên.Tecnologia Alimentos**. v.24, n.4, p. 494-500, 2004.

PIZZINATO, A.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinhas de trigo (pão, macarrão, biscoito)**.Campinas: Instituto de

Tecnologia de Alimentos. 54 p. 357-358, 1993.

PRATESI, R.; GANDOLFI, L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. **Jornal de Pediatria**. v. 81, n.5, p. 2005.

QUAGLIA, Giovanni. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA S.A, 1991.

QUEIROZ, M; LOPES, J. D. S. **Curso Básico de Panificação**. Viçosa: CPT, 2007.

RODGE, A.B.; SONKAMBLE, S. M.; SALVE, R. V.; SYED, I. H. Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. **J. Food Process e Technology**. v.3, p.1-7, 2012.

RODRIGUES, Bruno S. **Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais**. 2010. 96 f. Mestrado (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.

ROSELL, C. M.; FOEGEDINGD, A. Interaction of hydroxypropylmethylcellulose with gluten proteins: Small deformation properties during thermal treatment. **Food Hydrocolloids**. v. 21, n.7, p. 1092–1100, 2007.

RUIZ, M.L. **Quiche de queijo e coração de bananeira**. 17/09/2011. Disponível em:< <http://www.coisascadecasa.com.br/2011/08/quiche-de-queijo-e-coracao-de-bananeira.html> > Acesso em: 24 de abril de 2015.

SABANIS, D.L.; EBESI, D.; TZIA, C. Development of fibre-enriched gluten-free bread: a response surface methodology study. **International Journal of Food Sciences e Nutrition**. v. 60, p.174-190, 2009.

SABANIS, D. L.; TZIA, C. Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. **Food Science and Technology International**. v.17, n.4, p. 279-291, 2015.

SALES, Sofia. **O Culto do Pão**. Instituto politécnico de Bragança. Bragança, 2010. Disponível em <  
<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4297/1/O%20culto%20d...pdf> > Acesso em: 07 de abril de 2015.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. Campinas, 2005. 168 f. Tese (Pós Graduação em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

SAPONE, A; BAI, J. C; CIACC, C I; DOLINSEK, J.; GREEN, P. H. R; HADJIVASSILIOU, M.; KAUKINEN, K.; ROSTAMI, K; S, David S.; SCHUMANN, M.; ULLRICH, R; VILLALTA, D; VOLTA, U; CATASSI, C; FASANO, A. **Espectro das desordens relacionadas ao glúten: um consenso sobre nova nomenclatura e classificação**. 2012. Disponível em <  
[http://www.riosemgluten.com/Espectro\\_de\\_transtornos\\_relacionados\\_ao\\_gluten.pdf](http://www.riosemgluten.com/Espectro_de_transtornos_relacionados_ao_gluten.pdf) > Acesso em: 16 de março de 2015.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; NETO, U. F. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. **Jornal de Pediatria**. v. 77, n.2, 2001.

SEAB- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. 2012. Disponível em <  
[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2012\\_13.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf) > Acesso em: 01 de junho de 2015.

SILVA, T. S. G. da.; FURLANETTO, T. W. Diagnóstico de Doenças Celíacas em Adultos. **Rev Assoc Med Bras**. v. 56, n.1,p.122-126, 2010.

SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**. v.39, n. 4, p. 344-350, 1962.

STATSOFT, INC. Statistica for Windows: computer program manual. Tulsa, OK, USA,

2004.

STAUFFER, C. E. **Principles of Dough Formation** In: Cauvain, S. P.; Young, L. S. *Technology of Breadmaking*. London: Blackie Academic e Professional, p.262-295. 1998.

STOLL, L.; FLÔRES, S. H.; THYS, R. C. S. Fibra de casca de laranja como substituto de gordura em pão de forma. **Ciência Rural**. v. 45, n.3. 2015.

VIEIRA, Manoela A.. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira real (*Archonontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. 134 f. Dissertação (Programa de Pós - Graduação em Ciência dos Alimentos)- Centro de Ciências Agrárias- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

VILHALVA, D. A. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; MOURA, C. M. A.; CALLIARI, M.; SOUZA, T. A. C.; SILVA, F. A. da. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Inst Adolfo Lutz**. v.70, n.4, p.514-521, 2011.

VITTI, Policarpo; GARCIA, Eloísa E. C.; OLIVEIRA, Lea M. de. **Tecnologia de biscoitos**. Campinas: ITAL, 1988.

VITTI, P. Pão. In: **Biotecnologia Industrial**. 4ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, p.365-386. 2001.

ZACCARON, Cláudia M.. **Blendas de hidroxipropilmetilcelulose/poli(1-vinilpirrolidona-co-acetato de vinila) ou alginato de sódio: miscibilidade, propriedades mecânicas e estabilidade térmica**. 2005. 82 f. Dissertação (Pós Graduação em Química), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

WALLY, A. P. do S. **Propriedades físico-químicas e nutricionais de farinhas mistas de trigo, arroz e soja para elaboração de pães**. 2007. 90 f. Dissertação (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

WATANABE, E.; BENASSI, V. T. O uso de massa congelada na produção de pão. **Boletim CEPPA**. v.18, n.1, p. 71-84, 2000.

WRONKOWSKA, M.; TROSZYNSKA, A.; SORAL-SMIETANA, M.; WOLEJSZO, A. Effects of buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality of gluten-free bread. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**. v. 58, n.2, p. 211-216, 2008.