

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

VITÓRIA BEZERRA DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE BOLOS TIPO *MUFFINS* SEM GLÚTEN COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR BIOMASSA DE
BANANA VERDE**

GARANHUNS-PERNAMBUCO

2018

VITÓRIA BEZERRA DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE BOLOS TIPO *MUFFINS* SEM GLÚTEN COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR BIOMASSA DE BANANA
VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
de Pernambuco, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de
Alimentos, para a obtenção do título de
Bacharela em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniele Silva
Ribeiro.

GARANHUNS-PERNAMBUCO

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns-PE, Brasil

S586o Silva, Vitória Bezerra da
Elaboração de bolos tipo muffins sem glúten com substituição
parcial da gordura por biomassa de banana verde / Vitória Bezerra
da Silva. – 2018.
68 f. : il.

Orientadora: Daniele Silva Ribeiro.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia
de Alimentos)–Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Engenharia de Alimentos, Garanhuns, BR -
PE, 2018.

Inclui referência

1. Tecnologia de alimentos 2. Alimentos sem gluten
 3. Banana 4. Biomassa. I. Ribeiro, Daniele Silva, orient.
- II. Título

CDD 664

VITÓRIA BEZERRA DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE BOLOS TIPO *MUFFINS* SEM GLÚTEN COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR BIOMASSA DE BANANA
VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
de Pernambuco, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de
Alimentos, para a obtenção do título de
Bacharela em Engenharia de Alimentos.

APROVADO(A) EM: _____

Prof.^a Dr.^a. Daniele Silva Ribeiro
(Orientadora e Presidente da banca)

Prof.^a Dr.^a. Silvana Nazareth de Oliveira
(Membro titular interno)

Prof.^a Dr.^a Vilma Barbosa da Silva Araújo
(Membro titular interno)

AGRADECIMENTOS

A Deus que em tudo esteve presente, me ajudando em cada detalhe, do início ao fim deste curso.

A minha família, sem a qual não teria chegado onde cheguei. Especialmente meus pais que sempre me deram apoio e me encorajaram a não desistir.

Aos meus amigos e irmãos que adquiri neste percurso, a saber: Mariana, Fernanda, Raiane, Elizane e Lucas. Pessoas abençoadas e muito inteligentes que tenho certeza que farão muita história.

A minha orientadora Daniele Ribeiro, profissional exemplar, da qual me orgulho e tomo como exemplo por toda uma vida.

Jeila, Ana Paula, Elida e Thayná, que na execução deste trabalho foram braços fortes essenciais.

A todos que indiretamente contribuíram para conclusão deste trabalho.

RESUMO

SILVA, V.B. **Elaboração de bolos tipo *muffins* sem glúten com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde.** P.67. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE, 2018.

O glúten é um componente presente em vários alimentos e também pode causar reações adversas à saúde humana. A intolerância ao glúten é chamada de Doença Celíaca (DC), que é uma enteropatia autoimune decorrente de uma combinação multifatorial de fatores ambientais e genéticos, podendo ser imuno inata ou imuno adquirida causando uma inflamação na mucosa do intestino delgado inviabilizando a absorção de nutrientes pelo organismo. A dificuldade do cumprimento da dieta isenta de glúten está no acesso e na disponibilidade de produtos sem glúten, que podem conter traços de contaminação por fontes de glúten e ainda apresentam custo elevado. Tendo em vista atender a esse público, o objetivo deste trabalho foi elaborar bolos tipo *muffins*, à base de massa puba de mandioca, com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde, para obtenção de um produto sem glúten e com menor teor lipídico que o convencional. Foram produzidas duas formulações de *muffins*, a controle, a base de trigo (*muffin* de trigo - MT), e a formulação teste, à base de massa puba de mandioca e com reduzido teor de gordura (*muffin* de mandioca - MM). As amostras MT, MM e a biomassa de banana verde foram caracterizadas físico-quimicamente quanto a carboidratos, proteínas, lípidios, fibras, cinzas, teor de água e acidez, e fisicamente quanto a atividade de água (A_w). As amostras de bolos foram submetidas a análises microbiológicas, perda de massa, sensorial (aceitação e intenção de compra) e avaliação de vida de prateleira (Cor, pH, A_w , Teor de água e Microbiologia Preditiva). A biomassa foi classificada como um produto com alto conteúdo de fibras, de açúcares e elevado valor energético, contrapondo seu baixo conteúdo proteico e gorduroso. Os *muffins* apresentaram diferença significativa entre a maioria dos parâmetros físico-químicos, devido, principalmente, à substituição de margarina por biomassa de banana verde. A amostra MM apresentou 11,11% de fibras contra 1,83% da amostra MT, contendo ainda 1,44% menos de gordura que a mesma. Ambas as amostras apresentaram elevada perda de massa após cocção, sendo a amostra de trigo com maior perda que a de mandioca, 25,5 e 16,5% respectivamente. As análises microbiológicas constataram nenhuma contaminação pelos micro-organismos considerados mais frequentes neste tipo de produto, garantindo a segurança do consumidor. Sensorialmente, as formulações apresentaram índice de aceitação maior que 70% com maior parte do público atribuindo notas entre 6 e 7, correspondentes a “gostei regularmente” e “gostei moderadamente”, respectivamente, com intenção de compra entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”. Segundo a avaliação de vida de prateleira, as amostras se mantiveram estáveis até o 14º dia, quanto aos parâmetros analisados, sem adição de nenhum conservante. Portanto, os bolos tipo *muffins* à base de massa puba de mandioca, foram bem aceitos pelos avaliadores e mostraram vantagem diante da formulação à base de trigo, devido a seu aporte de fibras. Assim são uma boa opção tanto para celíacos, quanto para quem procura por produtos com menor conteúdo gorduroso.

Palavras-chaves: Bolos sem glúten. Desenvolvimento de novos produtos. Celíacos.

ABSTRACT

SILVA, V. B. **Elaboration of gluten-free muffins with partial replacement of fat by green banana biomass.** P.67. Graduation Work – Federal Rural University of Pernambuco, Garanhuns - PE, 2018.

Gluten is a component present in various foods and can also cause adverse reactions to human health. Gluten intolerance is called Celiac Disease (CD), which is an autoimmune enteropathy resulting from a multifactorial combination of environmental and genetic factors. It can be immuno-innate or immuno-acquired causing an inflammation in the small intestinal mucosa, making it impossible to absorb nutrients through body. The difficulty of complying with the gluten-free diet lies in the availability and availability of gluten-free products, which may contain traces of contamination from gluten sources and are still costly. In order to serve this public, the objective of this work was to prepare muffins, based on manioc pulp mass, with partial substitution of fat by green banana biomass, to obtain a product without gluten and with a lower lipid content than or conventional. Two formulations of muffins, wheat (wheat muffin - MT), and the test formulation, based on manioc pulp mass and with reduced fat content (cassava muffin - MM) were produced. Samples MT, MM and biomass of green banana were physicochemically characterized as carbohydrates, proteins, lipids, fibers, ash, water content and acidity, and physically as water activity (Aw). The samples of cakes were submitted to microbiological analysis, mass loss, sensorial (acceptance and purchase intention) and shelf life evaluation (Color, pH, Aw, Water Content and Predictive Microbiology). The biomass was classified as a product with high content of fibers, of sugars and high energetic value, counterposing its low protein and greasy content. The muffins presented a significant difference between the majority of physicochemical parameters, mainly due to the replacement of margarine with green banana biomass. The MM sample presented 11.11% of fibers against 1.83% of the MT sample, still containing 1.44% less fat than the sample. Both samples had a high loss of mass after cooking, and the wheat sample had a greater loss than that of cassava, 25.5 and 16.5%, respectively. Microbiological analyzes found no contamination by the microorganisms considered to be the most frequent in this type of product, guaranteeing the safety of the consumer. Sensorially, the formulations had an acceptance rate greater than 70% with most of the audience assigning grades between 6 and 7, corresponding to "I enjoyed regularly" and "moderately liked", respectively, with intent to buy between "probably would buy" and "certainly would buy". According to the shelf-life evaluation, the samples remained stable until the 14th day, regarding the analyzed parameters, without addition of any preservatives. Therefore, muffins based on manioc pulp mass were well accepted by the evaluators and showed advantage over the wheat-based formulation due to their contribution of fibers. So they are a good option for both celiacs and those looking for products with lower fat content.

Keywords: Gluten-free cakes. Development of new products. Celiacs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Padrões de apresentação clínica da Doença Celíaca.	15
Quadro 2 - Critérios fundamentais no diagnóstico da doença celíaca estipulados pela European Society of Paediatric Gastroenterology and Nutrition.	17
Quadro 3 - Derivados de mandioca e sua forma de produção.	24
Quadro 4 - Classificação da estabilidade dos alimentos.	27
Quadro 5 - Vantagens e limitações da microbiologia preditiva.	30
Fluxograma 1 - Sequência experimental.	31
Fluxograma 2 - Produção de biomassa de banana verde.	32
Fluxograma 3 - produção dos bolos.	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parâmetros físico e físico-químicos avaliados ao longo da vida de prateleira.	50
Figura 2 - Teor de água da amostra MT vs MM.	51
Figura 3 - Acidez e pH da amostra MT vs MM.	52
Figura 4 - Aw da amostra MT vs MM.....	53
Figura 5 - Cor da crosta (a) e do miolo (b) das amostras ao longo do tempo.	54
Figura 6 - Curva característica do crescimento de <i>Salmonella</i> spp, <i>Bacillus cereus</i> e <i>Staphylococcus aureus</i> sob atividade de água abaixo de 0,4.	60
Figura 7 - Frequência (%) de consumo de bolos diversos.....	62
Figura 8 - Índice de aceitabilidade das amostras de bolo tipo <i>muffins</i>	63
Figura 9 - Porcentagem de notas atribuídas a cada formulação.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações dos <i>muffins</i>	38
Tabela 2 - Composição centesimal da biomassa de banana verde.	44
Tabela 3 - Composição centesimal das formulações de <i>muffins</i>	45
Tabela 4 - Porcentagem de perda de massa (%) pós-cocção.	46
Tabela 5 - Resultado das análises microbiológicas de ambas as formulações de <i>muffins</i>	47
Tabela 6 - Parâmetros físico e físico-químicos avaliados ao longo da vida de prateleira.	49
Tabela 7 - Parâmetro cor da crosta das amostras MM e MT ao longo do tempo.....	56
Tabela 8 - Parâmetro de cor do miolo das amostras MT e MM ao longo do tempo.	58
Tabela 9 - Escores médios dos atributos sensoriais dos bolos tipo <i>muffins</i>	62
Tabela 10 - Notas para intenção de compra das amostras de bolos tipo <i>muffins</i>	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	14
2.1 A Doença Celíaca	14
2.1.1 <i>Diagnóstico e tratamento</i>	17
2.2 Desenvolvimento de novos produtos	18
2.3 A mandioca.....	21
2.4 Biomassa de banana verde.....	25
2.5 Vida de prateleira	26
2.5.1 <i>Alterações sofridas durante a estocagem</i>	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 Delineamento Experimental	31
3.2 Produção e caracterização físico-química da biomassa de banana verde.....	32
3.2.1 <i>Produção</i>	32
3.2.2 <i>Análises Físico-Químicas</i>	33
3.2.3. <i>Análise física</i>	37
3.2.4. <i>Análise de Rendimento</i>	38
3.3 Produção e análises das amostras de muffins	38
3.3.1 <i>Produção</i>	38
3.3.2 <i>Análises Físico-Químicas</i>	40
3.3.3 <i>Análises físicas</i>	40
3.3.4 <i>Valor Energético Total</i>	40
3.3.5 <i>Análises Microbiológica.....</i>	41
3.3.6 <i>Vida de Prateleira</i>	41

3.3.7 <i>Análise sensorial</i>	41
3.4 Análise estatística dos dados	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Rendimento e caracterização física e físico-química da biomassa de banana verde	43
4.1.1 <i>Rendimento</i>	43
4.1.2 <i>caracterização física e físico-química</i>	43
4.2 Caracterização físico-química dos <i>muffins</i>.	45
4.3 Análise física	46
4.4 Análises microbiológicas	47
4.5 Vida de prateleira	48
4.5.1 <i>Avaliação dos parâmetros físicos e físico-químicos ao longo do tempo</i>	48
4.5.2 <i>Microbiologia preditiva</i>	59
4.5.3 <i>Tempo de vida útil</i>	60
4.6 Análise sensorial	60
5. CONCLUSÃO	66
6. REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

A ingestão de alimentos ou aditivos alimentares podem ocasionar várias reações adversas no organismo de alguns indivíduos. A exemplo do consumo de elevadas cargas de proteínas durante a vida, que pode estar relacionado ao desenvolvimento de alergias ou intolerâncias, pois ambas são geralmente causadas por proteínas (SANTOS; BOÊNO, 2016). Além disso, o aumento dos casos de não aceitação do organismo humano a alguns alimentos ou substâncias, gera preocupação e impulsiona o desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades desse público.

O glúten é um componente presente em vários alimentos e também pode causar reações adversas a saúde humana. Necessariamente, o glúten é uma porção proteica formada por glutenina e gliadina (proteínas das classes das glutelinas e prolaminas, respectivamente), após hidratação (SANTOS; BOÊNO, 2016). Estas proteínas são encontradas principalmente no trigo, mas também no centeio, na cevada, no malte, e em vários cereais em geral. A intolerância ao glúten é especificamente proveniente da intolerância à gliadina; ocorre em indivíduos predispostos geneticamente e é chamada de doença celíaca (indisposição ao glúten) (SILVA; BELLANI; FERREIRA, 2017).

Aquele que tem a doença celíaca, apresenta um processo inflamatório na mucosa do intestino delgado que inviabiliza a absorção de nutrientes pelo organismo, possuindo apenas uma forma de tratamento, que é através de dieta isenta de glúten (QUEIROZ et al., 2017). Desta forma, o bem estar alimentício destas pessoas também depende do desenvolvimento de alimentos específicos, ampliando o uso de matérias-primas diversas em substituição de trigo e outros cereais, como a biomassa de banana verde, raízes e tubérculos.

Derivados de mandioca, por exemplo, apresentam dentre as suas características, a inexistência de glúten (MENEZES, 2013). A fécula de mandioca é definida como o produto amiláceo extraído das raízes de mandioca, não fermentada, obtida por decantação, centrifugação ou outros processos tecnológicos adequados (BRASIL, 2005). Por se tratar de um produto amiláceo, é composta majoritariamente de carboidratos, que confere boa parte do conteúdo calórico de seus derivados.

Outro substituto para glúten é a biomassa de banana verde, utilizada na elaboração de alimentos, que além de apresentarem benefícios à saúde, devido à presença de nutrientes, minerais e amido resistente, incorpora-se bem aos produtos,

funcionando ou agindo também como substituto de gordura. O amido resistente apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar, estando relacionada a efeitos benéficos locais e sistêmicos, através de uma série de mecanismos. Seu papel no intestino apresenta-se como aliado das pessoas que pretendem manter o peso saudável e prevenir a obesidade (MENDONÇA et al., 2017).

Vale destacar que a polpa da banana verde apresenta sabor neutro e tem propriedade espessante, permitindo assim a elaboração de vários tipos de alimentos como: pães, massas, maionese e patês, conferindo-lhes maior valor nutricional (RANIERI; DELANI, 2014).

Assim, tendo em vista diversificar a oferta de produtos alimentícios disponíveis aos celíacos, o objetivo deste trabalho foi elaborar bolos tipo *muffins*, à base de massa puba de mandioca, com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde, para obtenção de um produto sem glúten e com menor teor lipídico que o convencional.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A Doença Celíaca

A Doença Celíaca (DC) é uma enteropatia autoimune manifesta pela ingestão de proteínas presentes no glúten. Decorre de uma combinação multifatorial de fatores ambientais e genéticos, podendo ser imuno inata ou imuno adquirida. O indivíduo celíaco apresenta inflamação na mucosa do intestino delgado que inviabiliza a absorção de nutrientes pelo organismo (ALLEN, 2015; QUEIROZ et al., 2017).

Foi em 1950, que o holandês Dike descobriu o glúten como o agente causador da doença celíaca, fazendo com que os portadores da doença limitassem o consumo de cereais e demais alimentos que o contivesse. Em 2010, estudos constataram uma incidência de celíacos de aproximadamente 1:300 habitantes, podendo ser maior ou menor de acordo com a localização geográfica (1:100 ou 1:5000) (GALLARDO et al., 2013).

Essa enteropatia pode atingir pessoas de qualquer idade e sexo, tendo demonstrado alta prevalência em indivíduos de países ocidentais e em crianças e adultos, sendo as mulheres mais atingidas (2:1) (PIEDRAFITA; LAZÁRO, 2016; QUEIROZ et al., 2017).

As manifestações clínicas desta doença envolvem o glúten, anticorpos específicos, haplótipos HLA-DQ2 ou DQ8 e a própria enteropatia (PIEDRAFITA; LAZÁRO, 2016). Os quadros sintomáticos apresentados pelos indivíduos podem incluir diarreia crônica, anorexia, vômitos, comprometimento variável do estado nutricional, irritabilidade, dor e distensão abdominal (SANTOS; PEIXOTO; BRITO, 2015).

Existem mais de 57 polimorfismos de um único nucleotídeo associado a DC, este, é encarregado de regular a expressão de outros genes e assim influencia diretamente na resposta imune. Em caso de indivíduos portadores da DC que apresentam o haplótipo HLA-DQ2 em seu organismo, o contato com alguns tipos de gliadinas presentes tanto no trigo quanto em outros cereais (cevada e centeio), acarreta em danos tóxicos diretos ao intestino (respostas imuno inatas) (PIEDRAFITA; LAZÁRO, 2016).

A resposta imuno adaptativa provém da não proteólise de prolaminas ingeridas pelo indivíduo celíaco. A luz do intestino, as cadeias de aminoácidos permanecem intactas levando a uma resposta imuno mediada por linfócitos T. Etiologicamente a DC apresenta um espectro que inclui manifestações de origem claramente imune, alérgica (mediada por Imunoglobulina E) e adquirida (sensibilidade ao glúten não celíaco) (PIEDRAFITA; LAZÁRO, 2016), apresentando vários padrões clínicos (Quadro 1). A única forma de tratamento existente é a exclusão do glúten da dieta, por toda vida (QUEIROZ et al., 2017).

Quadro 1 - Padrões de apresentação clínica da Doença Celíaca.

<i>Padrão</i>	<i>Características</i>
<i>Clássico</i>	Pacientes com sinais e sintomas de má absorção (diarréia crônica, esteatorreia, retardo no crescimento, perda de massa).
<i>Não clássico</i>	Pacientes sem sinais e sintomas de má absorção.
<i>Sintomático</i>	Pacientes com sintomas digestivos inespecíficos e/ou manifestações extraintestinais.
<i>Subclínico</i>	Pacientes com sintomas inespecíficos que não justificam uma consulta médica ou um estudo diagnóstico específico.
<i>Assintomático</i>	Pacientes com ausência de sintomas mesmo depois de passar por uma pesquisa clínica dirigida. Geralmente são diagnosticados por meio de programas de triagem.
<i>Potencial</i>	Pacientes com sorologia positiva sem dano na biópsia do duodeno.
<i>Refratária</i>	Pacientes com má absorção clínica e atrofia vilosa persistente, mesmo seguindo uma dieta isenta de glúten.

Fonte: Adaptado de PIEDRAFITA; LAZÁRO, 2016.

2.1.1 Diagnóstico e tratamento

Para casos que com sintomatologia clássica a anamnese detalhada associada ao exame físico cuidadoso permite estabelecer o diagnóstico definitivo, no entanto, observando os diferentes padrões associados a DC, sugere-se que o diagnóstico seja baseado em exame clínico, por meio de exame físico e anamnese detalhada; análise histopatológica do intestino delgado e investigação dos marcadores séricos (ALLEN, 2015; SILVA et al., 2006).

O diagnóstico pode ser auxiliado por fatos como, ocorrência de sinais e sintomas bucais (hipoplasia do esmalte dentário, úlceras na mucosa bucal, dor ou ardência na língua) e por marcadores sorológicos como os anticorpos antigliadina (AGA), anti-reticulina (ARA) e antiendomísio (EmA). Os anticorpos EmA apresentam alto grau de especificidade e sensibilidade nas várias fases da doença. Além disto, é fundamental a realização do exame histopatológico do intestino delgado, preferencialmente da junção duodeno-jejunal (SILVA et al., 2006). Alguns critérios para diagnóstico da doença celíaca estão expostos no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios fundamentais no diagnóstico da doença celíaca estipulados pela European Society of Paediatric Gastroenterology and Nutrition.

1º	Presença de atrofia vilositária com hiperplasia críptica e superfície anormal do epitélio, quando há ingestão de quantidades normais de glúten;
2º	Recuperação clínica total após a retirada do glúten da dieta;
3º	Presença de anticorpos antigliadina, anti-reticulina e antiendomísio da classe IgA no momento do diagnóstico, e seu desaparecimento com dieta livre de glúten.

Fonte: Adaptado de SILVA et al., 2006.

A DC pode alterar o estado emocional, as relações sociais, a autonomia e a percepção de saúde, afetando a qualidade de vida, sobretudo antes do diagnóstico e tratamento. Após confirmado o porte da doença, o paciente deve fazer acompanhamento médico e nutricional e manter uma dieta totalmente isenta de glúten (DSG). Tal dieta se caracteriza por ser restritiva e cara, impossibilitando que toda a população celíaca a cumpra regularmente. Estudos mostram que a DSG é cumprida

estritamente por 17% a 80% dos celíacos (QUEIROZ et al., 2017; REAL-DELOR; CENTURIÓN-MEDINA, 2018).

A dificuldade do cumprimento da dieta e a geração de insegurança alimentar e nutricional ao indivíduo celíaco são problemas que relacionam-se, ao acesso e a disponibilidade de produtos sem glúten. Estes apresentam pequena oferta, alto custo e são inacessíveis às classes sociais menos favorecidas. Acrescenta-se a isto, as prováveis contaminações de produtos por traços de glúten, deficiências nutricionais em relação aos macros e micronutrientes e pouca oferta de produtos diferenciados (QUEIROZ et al., 2017).

O cumprimento irregular do tratamento afeta diretamente a qualidade de vida do paciente. Para avaliar a eficácia da DSG, utiliza-se o bem estar do paciente em suas atividades diárias como um dos principais parâmetros. Geralmente os celíacos apresentam danos emocionais, devido restrições alimentares em ambiente social, sentem medo de contaminar-se com glúten e ainda sofrem com os demais constrangimentos e desconfortos de um tratamento irregular, acarretando em pior índice de qualidade de vida (REAL-DELOR; CENTURIÓN-MEDINA, 2018).

2.2 Desenvolvimento de novos produtos

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios é fomentado pela necessidade do homem. Mais praticidade, saúde, sabor, segurança, melhor qualidade de vida e etc, são alguns dos pilares para criação de novas formulações alimentícias.

No tocante à saúde e melhor qualidade de vida, nota-se uma grande quantidade de estudos e inovações. Para pessoas com alergias e intolerâncias, que as impedem de terem uma vida normal em sociedade, o número de pesquisas tem sido cada dia maior e a gama de produtos já disponíveis cresceu nos últimos anos.

Sabe-se que as alergias ou intolerâncias, são geralmente causadas por proteínas. As principais responsáveis pela maioria dos casos de alergia alimentar estão contidas em alimentos como: o leite de vaca, o trigo, o amendoim, a soja, os frutos do mar e as nozes (SANTOS; BOÊNO, 2016).

Os problemas de saúde mais comuns entre a população são a doença celíaca e a intolerância à lactose. A primeira é causada pela intolerância à ingestão ao glúten em

indivíduos predispostos, causando atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e diversas manifestações clínicas (RODRIGUES et al., 2017). O glúten pode ser definido como uma porção proteica formada por glutenina e gliadina, após hidratação. Geralmente estas proteínas são encontradas em maior quantidade no trigo, no entanto, podem estar na aveia, no centeio, na cevada, no malte, e em vários cereais em geral (SANTOS; BOÊNO, 2016). Pode ser substituído pelo milho (farinha de milho, amido de milho, fubá), arroz (farinha de arroz), batata (fécula de batata), e mandioca (farinha de mandioca e polvilho).

Já a segunda é caracterizada pela má absorção da lactose em vista a deficiência na produção da enzima lactase. A atrofia das vilosidades intestinais pode afetar a atividade da enzima lactase, desencadeando a intolerância à lactose (RODRIGUES et al., 2017). Tendo em vista atender esse tipo de público e propicia-los maior variedade de opções, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos.

Demirkesen et al. (2010), elaboraram diferentes formulações de pão sem glúten usando farinhas de castanha e arroz em diferentes proporções (0/100, 10 /90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50 e 100/0), avaliando ainda, a influência da mistura hidrocolóide (goma xantana – alfarroba (LBG), xantana – goma de guar) e o emulsificante DATEM, nos parâmetros reológicos de cada formulação. Os autores observaram que níveis elevados de farinha de castanha levaram a alguma deterioração dos parâmetros de qualidade (baixo volume, textura mais dura e cor mais escura), independentemente da mistura de goma e adição de emulsionante, sendo o melhor resultado encontrado na proporção de farinha de castanha / arroz de 30/70.

Gomes et al. (2014), avaliaram a estabilidade microbiológica e físico-química de misturas para bolo sem glúten armazenadas por 240 dias, bem como a qualidade dos respectivos bolos prontos. As formulações sem glúten continham farinha de quirera de arroz crua e farinha de bandinha de feijão extrusada em substituição total à farinha de trigo. Os resultados mostraram que todos os bolos foram aceitos (escores > 6) em todos os atributos analisados durante todo o período de armazenamento das misturas. Foi comprovado pelos autores que as farinhas e misturas para bolo com farinha de bandinha de feijão extrusada, podem ser armazenadas até oito meses à temperatura ambiente sem sofrer alterações microbiológicas e físico-químicas que afetem a

qualidade dos produtos, inclusive as características tecnológicas e sensoriais dos bolos que são, portanto, mais uma opção para pacientes celíacos.

Santos e Boêno (2016), desenvolveram *muffins* isentos de glúten e lactose, utilizando farinha de arroz e resíduo da polpa de graviola, e avaliaram a influência da adição do resíduo da polpa de graviola nas características da massa através de análises físicas e químicas. Os autores observaram que os *muffins* produzidos com o resíduo de graviola obtiveram uma maior expansão da massa e menor rompimento da crosta do que na formulação sem a adição do mesmo. Além disso, houve redução do valor calórico e de carboidratos, principalmente nas amostras com maior nível de substituição. Concluindo que é perfeitamente possível utilizar o resíduo da polpa de graviola em processos tecnológicos industriais como a panificação e ainda oferecer um produto isento de lactose e glúten.

A fim de possibilitar o estímulo ao desenvolvimento de novos produtos, Rodrigues et al. (2017), desenvolveram bolos de biomassa de banana verde sem glúten e sem lactose e analisaram o perfil de textura dos produtos processados. Seus resultados constataram que a biomassa de banana verde apresentou potencial para participar como ingrediente em formulação de bolos, sendo uma alternativa para indivíduos intolerantes a glúten e/ou lactose, visto que seus valores de textura apresentam-se em faixa encontrada na literatura.

Queiroz et al. (2017), visando agregar valor nutricional a *cookies* e ainda atender à necessidade dos celíacos por produtos diversificados, elaborou e caracterizou *cookies* sem glúten enriquecidos com farinha de coco. Nesse estudo os *cookies* desenvolvidos apresentam, boa aceitação sensorial e intenção de compra satisfatória, evidenciando que os níveis de substituições de farinhas e o enriquecimento com farinha de coco, que foram trabalhadas, constituíram uma alternativa de alimentos isentos de glúten destinados para pessoas portadoras de doença celíaca, mas também para quem busca produtos diferenciados e saudáveis no mercado.

Silva, Bellani e Ferreira (2017), produziram um macarrão feito à base de farinha de arroz e determinaram seu valor nutricional a partir de análises de umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos. Constataram ao fim, que a massa sem glúten é uma alternativa viável à alimentação de indivíduos portadores de doença celíaca, apresentando ainda qualidade nutricional semelhante a literatura.

Com base nos trabalhos citados, pode-se afirmar que os estudos acerca do desenvolvimento de novos produtos destinados a pessoas com intolerâncias e alergias, decorrem ao passar dos anos e evoluem tanto em tecnologias aplicadas como em especificações de qualidade. Assim, o mercado, com auxílio de pesquisas, tem aumentado a diversidade de produtos disponíveis e, portanto, beneficiado um vasto leque da população.

2.3 A mandioca

Cultivada em vários países do mundo, a mandioca é utilizada tanto na ração animal como na alimentação humana. Por ocasião da descoberta do Brasil os índios já a cultivavam, sendo provavelmente originária do continente americano, especialmente do Brasil (OLIVEIRA, 2016; PASCOAL-FILHO; SILVEIRA, 2012).

Segundo Oliveira (2016),

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas. A parte mais importante da planta é a raiz rica em amido, sendo utilizada na alimentação humana e animal ou como matéria prima para diversas indústrias. (OLIVEIRA, 2016, p. 39).

A mandioca é um tubérculo que pode se desenvolver em solos degradados, sem necessidade de fertilizantes, inseticidas e água adicional. É colhida entre 8 e 24 meses de desenvolvimento, alcançando entre 5 e 10 centímetros de diâmetro e entre 15 e 35 centímetros de comprimento. Esse tubérculo, além dessas características, apresenta valor biológico no campo, elevado conteúdo calórico e disponibilidade em qualquer época do ano. Fatores que atribuem a mandioca um papel de grande importância no auxílio a escassez alimentar (FERNANDES, 2017).

Existem diversas variedades incluídas em basicamente duas classificações:

1 - Doces, mansas ou de “mesa”, também conhecidas como aipim ou macaxeiras, com baixos teores de ácido cianídrico.

2 - Amargas ou bravas, com maiores teores de ácido cianídrico.

Qualquer uma das classificações pode ser adaptada ao consumo humano e animal. No primeiro caso, os animais consomem o tubérculo *in natura* ou processado, enquanto o homem se utiliza do cozimento. Para mandiocas amargas o consumo é restringido para apenas após processamento nas indústrias de farinha e de fécula ou goma (FERREIRA FILHO et al., 2013)

A nível mundial, o continente africano é líder em produção de mandioca, seguido pela Ásia e América do Sul. Os destaques vão para Nigéria (país africano), Indonésia e Tailândia (países asiáticos) e Brasil com 24 milhões de toneladas de raízes produzidas no ano de 2015, sendo ainda o segundo maior produtor mundial no ano de 2017 (IBGE, 2017).

Com produção equivalente a 170 milhões de toneladas, a mandioca é a uma das principais produções agrícolas do mundo, chegando a render cerca de 20 a 40 toneladas por hectare e muito explorada por ser fonte abundante e barata de amido e produção de farinha (FERNANDES, 2017; PASCOAL-FILHO, 2012; SUPPAKUL et al., 2013). Na África, cerca de 60% da população utiliza esse tubérculo como principal fonte alimentícia, enquanto na Ásia os destinos mais comuns são as grandes indústrias de fécula e transformação em “pellets”(CEPEA, 2016)

A cultura da mandioca no Brasil é dividida em duas modalidades: 1) subsistência e consumo animal (pequenas lavouras) 2) e lavouras comerciais com grandes extensões, cujo os maiores destinatários são as fecularias ou as farinheiras. No entanto, ainda existem pequenos processos artesanais geralmente localizados próximos as residências com produção de diversos derivados para consumo local. Desta forma essa cultura desempenha um importante papel sociocultural e econômico para o país (GROXKO, 2011).

Os produtos derivados da mandioca, aipim ou macaxeira, são diversos, destacando-se as farinhas, a fécula ou goma, os produtos de panificação (biscoitos, pães e bolos), as massas, o beiju e o carimã (Quadro 3) (FERREIRA-FILHO et al., 2013).

Segundo a Resolução - nº 263 de 2005, amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes), já a fécula é o produto amiláceo

extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). Desta forma a mandioca tem em sua composição a fécula como fonte de carboidratos, que por vezes é chamada de amido.

Quadro 3 - Derivados de mandioca e sua forma de produção.

<i>Produto</i>	<i>Definição</i>	<i>Produção</i>
<i>Farinha seca</i>	É o produto obtido pelo processamento das partes comestíveis das raízes da mandioca.	Raiz da mandioca --> Lavagem e descascamento --> Ralação --> Esfarelamento --> peneiragem (opcional) --> Torração --> Peneiragem --> Acondicionamento --> Armazenamento.
<i>Fécula ou goma</i>	É o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais.	Raiz da mandioca --> Lavagem e descascamento --> Ralação --> Adição de água --> Extração da fécula --> Decantação --> Secagem --> Moagem --> Acondicionamento --> Armazenamento.
<i>Polvilho azedo</i>	Obtido por meio da fermentação da fécula ou goma.	Fermentação feita em tanques abertos ou fechados --> esfarelamento da massa fermentada --> secagem até teor de água de 14% --> embalagem e armazenato.
<i>Carimã ou massa puba</i>	É o produto obtido por fermentação espontânea das raízes frescas da mandioca inteiras ou partidas.	Imersão dos tubérculos em água por cinco dias ou até que amoleçam e comecem a soltar a casca --> Esmagamento em peneiras e Lavagem (até que sobrem somente as fibras) --> Lavagens da massa separada --> Secagem ao sol ou em secadores até uma teor de água de 50%, para a puba úmida, e 13% para a puba seca.
<i>Beijus</i>	Iguarias obtidas pela secagem em fornos.	Ralagem das raízes da mandioca (acrescida ou não de fécula úmida) --> prensagem --> esfarelamento --> secagem em forno.

Fonte: Adaptada de FERREIRA-FILHO et al., 2013.

2.4 Biomassa de banana verde

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de banana do mundo. Com sua grande extensão territorial e área plantada, sua produção em 2015, atingiu 6.844.491 mil cachos. As principais regiões produtoras foram Nordeste, Sudeste e Sul, sendo o estado de maior produção São Paulo (EMBRAPA, 2016).

No entanto, cerca de 60% desta produção é perdida antes de alcançar o consumidor final. As principais causas são falhas oriundas da utilização de técnicas inapropriadas de colheita e pós-colheita, assim como falha nos sistemas de transporte, distribuição e armazenamento (GOMES et al., 2016). Devido a isto, tem se considerado o uso da banana verde como opção para industrialização, reduzindo perdas e incrementando a qualidade de diversos produtos alimentícios.

Devido ao seu sabor e ao seu alto valor nutritivo, a banana é uma das frutas mais consumidas no mundo. A fruta apresenta variável fonte de minerais como potássio, o fósforo, o cálcio, o sódio e o magnésio, apresentando ainda ferro, manganês, iodo, cobre, alumínio e zinco, também é fonte de vitaminas A, C e complexo B (B1, B2 e niacina), fonte de proteínas, como a albumina e a globulina (em pequena quantidade), e fonte de aminoácidos como a asparagina, glutamina e histidina (CARMO, 2015).

A banana pode apresentar vários estágios de maturação e enquanto verde, tem uma vida útil mais longa. Seus principais componentes são o amido resistente (55 a 93% do teor de sólidos totais) e as fibras (cerca de 14,5 %), podendo ser utilizada tanto como biomassa, como em forma de farinha. A biomassa de banana verde possui propriedade espessante, não apresenta sabor e por isso apenas aumenta o volume dos alimentos com a particularidade de acrescentar vitaminas e sais minerais. Geralmente não é a base das formulações, mas atua como coadjuvante essencial (GOMES et al., 2016).

De acordo com a forma de produção, Existem três tipos de biomassa, a biomassa da polpa, a biomassa utilizando a casca verde e a biomassa integral na qual se utiliza casca e a polpa. A maior diferença entre esses tipos é a quantidade de fibras, que é maior na biomassa integral que nas demais (RANIERI; DELANI, 2014).

Além das características tecnológicas de sabor inerte e propriedade espessante, (importantes para formulações de alimentos), a biomassa de banana verde é considerada um alimento com propriedades funcionais, justamente, devido à grande

quantidade de amido resistente em sua composição. Os efeitos da presença do amido resistente estão associados à prevenção de doenças crônicas como o câncer, diabetes, dislipidemias, doenças coronárias e obesidade (MEDONÇA et al., 2017).

O amido resistente atua no intestino do hospedeiro, semelhante as fibras dietéticas. É considerado um prebiótico por ser constituída de componentes não digeríveis que afetam benéficamente a saúde do colón. A não digestão desses componentes promove a seletividade na proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis e redução da proliferação de patógenos, garantindo maior sensação de bem estar ao indivíduo (GOMES et al., 2016).

2.5 Vida de prateleira

O aumento do anseio da população por uma alimentação saudável, segura e com frescor, conduz os profissionais da área a desenvolverem técnicas de mantimento das características de qualidade dos alimentos pelo maior período de tempo possível, sem danos ao consumidor (SOUZA, 2015). Dentre as diversas ferramentas existentes, o estudo de vida de prateleira é de fundamental aplicação por envolver fatores químicos, físicos e microbiológicos que afetam diretamente a qualidade do produto em função do tempo.

A vida útil pode ser entendida como o tempo durante o qual o produto apresenta consumo seguro, preservando as suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas, quando armazenado sob as condições recomendadas de temperatura. Isto dependendo de quatro fatores principais, nomeadamente a formulação, o processamento, a embalagem e as condições de armazenamento (COELHO, 2015).

Cada tipo de alimento apresenta condições deteriorativas próprias que são utilizadas como base na condução do estudo e determinação da durabilidade dos mesmos (ALMEIDA et al. 2015). De acordo com sua estabilidade, os alimentos podem ser classificados em perecíveis, semiperecíveis e não perecíveis (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação da estabilidade dos alimentos.

Perecíveis	Alimentos que sofrem rápidas alterações, principalmente microbiológicas. Geralmente requerem baixas temperaturas de estocagem, para maior estabilidade.
Semiperecíveis	Sofrem processos e/ou são submetidos a condições que estendem sua durabilidade, como defumação em carnes, cura em queijos e refrigeração para ambos.
Não perecíveis	Não se deterioram com facilidade mesmo expostos a temperatura ambiente.

Fonte: Adaptado de Azevedo, 2012.

2.5.1 Alterações sofridas durante a estocagem

Durante o período de estocagem o alimento sofre alterações químicas, físicas e microbiológicas de diferentes intensidades e relevantes para qualidade final do mesmo. Essas alterações se refletem através de mudanças no aspecto, sabor e odor dos produtos, tornando-os impróprios para consumo (PINTO, 2015).

Alterações de caráter microbiológico acarretam na degradação da estrutura química do alimento. Os micro-organismos utilizam os carboidratos presentes como fonte de energia para seu desenvolvimento, principalmente os de estrutura simples. Após hidrolisarem as proteínas, os mesmos descarboxilam os aminoácidos, formando compostos de odor desagradável (putrefação), enquanto os lipídios são hidrolisados por ação de lipases bacterianas, gerando odor de ranço, característico de rancidez hidrolítica (AZEVEDO et al., 2012).

Bactérias, bolores e leveduras atuam na deterioração dos alimentos tendo seu crescimento favorecido ou inibido por fatores intrínsecos como atividade de água (a_w), teor de água e pH. a_w abaixo de 0,6, torna nulo o crescimento de qualquer micro-organismo, porém valores entre 0,6 e 0,85, possibilitam crescimento de leveduras e bolores osmofílicos e em produtos com teor de água elevada, com valores de a_w entre 0,94 e 0,99, praticamente todas as bactérias, leveduras e bolores têm possibilidade de desenvolver (BÁNKUTI et al., 2015).

As bactérias geralmente causam degradação das proteínas e do amido, modificando a textura dos produtos. Leveduras atuam em meios com teor de água

intermediária ou elevada, provocando aparecimento visível de manchas brancas ou rosadas na superfície dos produtos e a deterioração fermentativa de uma grande variedade de ingredientes, provocando odores a álcool, ésteres ou outros relacionados com a produção visível de gás. Já os bolores desenvolvem-se maioritariamente em alimentos com a_w superior a 0,8, comumente em produtos de pastelaria e panificação. A contaminação se dá através do ar, das superfícies de trabalho, dos equipamentos, dos manipuladores ou do contato com outras matérias-primas (COELHO, 2015).

Em se tratando de alterações químicas, Pinto (2015) destaca como as mais comuns e indesejáveis, as degradações de sabor, cor e textura. Estas são causadas, em sua maioria, por oxidação lipídica, degradação de pigmentos e escurecimento enzimático. Ainda segundo o mesmo autor, as mudanças físicas em alimentos decorrem usualmente da migração de teor e água. Ao perderem ou ganharem teor de água, os alimentos perdem a característica de textura desejada. Com o aumento, a textura se torna mais flácida e ainda possibilita o desenvolvimento microbiano e com a perda, o alimento apresenta maior força de ruptura. Ambos os tipos de alterações podem ser prevenidas com uso de aditivos, filmes plásticos e embalagens.

A determinação da vida útil de um produto implica no monitoramento da segurança e da qualidade alimentar, respeitando sempre o modo de conservação (COELHO, 2015). Este monitoramento abrange análises físicas (massa, a_w e cor), físico-químicas (composição química, acidez, teor de água, pH e dentre outros), sensoriais (odor, sabor, aroma e textura) e microbiológicas (contagem de micro-organismos). Devido à complexidade presente no acompanhamento microbiológico utiliza-se como uma das ferramentas de estipulação de crescimento microbiano, a microbiologia preditiva.

Em se tratando de alterações químicas, Pinto (2015) destaca como as mais comuns e indesejáveis, as degradações de sabor, cor e textura. Estas são causadas, em sua maioria, por oxidação lipídica, degradação de pigmentos e escurecimento enzimático. Ainda segundo o mesmo autor, as mudanças físicas em alimentos decorrem usualmente da migração de teor e água. Ao perderem ou ganharem teor de água, os alimentos perdem a característica de textura desejada. Com o aumento, a textura se torna mais flácida e ainda possibilita o desenvolvimento microbiano e com

a perda, o alimento apresenta maior força de ruptura. Ambos os tipos de alterações podem ser prevenidas com uso de aditivos, filmes plásticos e embalagens.

Quadro 5 - Vantagens e limitações da microbiologia preditiva.

<i>Vantagens</i>	<i>Limitações</i>
É possível estimar a vida útil dos produtos alimentares.	Nem sempre é possível considerar todas as variáveis que afetam o sistema microbiano.
É possível identificar os pontos críticos de controlo durante o processamento e distribuição.	Não é possível efetuar extrapolações dos resultados obtidos, uma vez que os parâmetros biológicos, apenas resultam dentro dos intervalos observados em cada fator.
Prevê quando e em que situações a quantidade de microrganismos atinge um nível considerado de risco para a saúde humana.	A falta de dados tanto na indústria como na literatura resulta numa das lacunas dos modelos.
	Necessidade de agrupar os modelos preditivos, a termodinâmica dos produtos alimentares e os modelos de massa e transferência de calor, de modo a assegurar de forma mais eficaz a segurança microbiológica dos alimentos.

Fonte: Adaptada de COELHO, 2015.

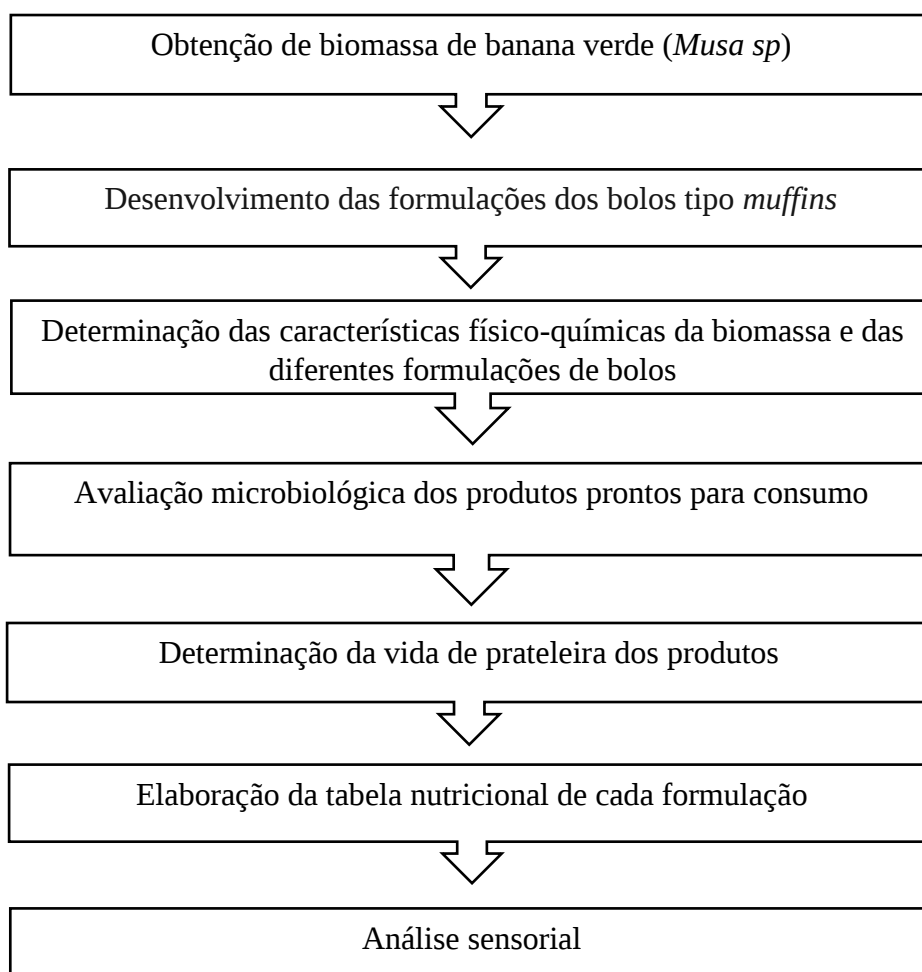
A aplicação desses modelos pode abranger a análise de perigos e controlo de pontos críticos (HACCP), as análises preliminares de riscos, identificação de pontos críticos de controlo, ações corretivas, avaliação de riscos, estimativa das alterações no número de microrganismos numa cadeia de produção, avaliação da exposição a um agente patogénico específico e estudos de vida útil microbiológica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

A produção dos *muffins*, bem como as análises dos mesmos e da biomassa de banana verde foram realizadas nos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LACTAL), Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG) e Laboratório de Biologia Animal (LEBA), na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG). Os ingredientes das formulações foram adquiridos no comércio local de Garanhuns - PE e os experimentos seguiram a sequência descrita no fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Sequência experimental.



Fonte: Autoria própria, 2018.

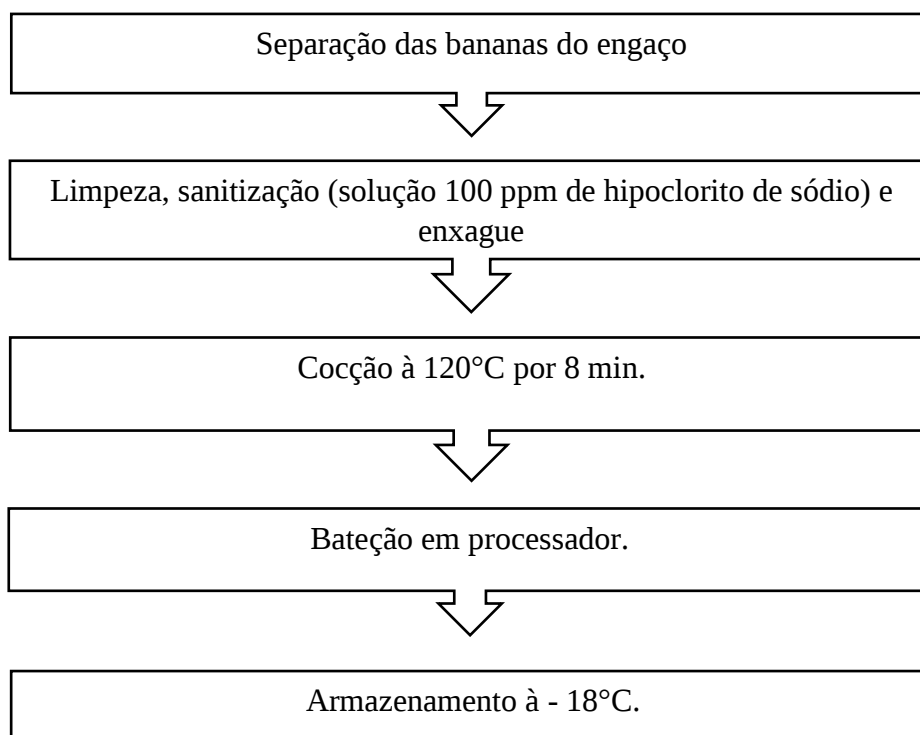
3.2 Produção e caracterização físico-química da biomassa de banana verde

3.2.1 Produção

As bananas (*Musa sp.*), cultivar nanica, foram adquiridas em seu estágio de maturação verde, no comércio local de Garanhuns e transportadas para o laboratório, onde tiveram o engaço removido (um único engaço com 16 unidades), sem exposição da polpa. Foram submetidas a lavagem, uma a uma, utilizando esponja com água e sabão. Em seguida, enxaguadas em água corrente e imergidas em solução de hipoclorito de sódio à 100 ppm por 10 minutos. Utilizando uma panela de pressão com água fervente, as bananas verdes com casca foram cozidas, por 08 minutos a 120°C. Ao término do cozimento, aos poucos, foram separadas a casca da polpa, que foi submetida ainda quente a trituração (Fluxograma 2) (LEON, 2010).

Em processador, as bananas foram trituradas lentamente (para preservação do equipamento), utilizando aproximadamente uma unidade de banana por batelada e acrescentando volume próximo a 20 mL de água, para padronizar a cremosidade da pasta final. O produto que saiu do processador foi a biomassa bruta da polpa.

Fluxograma 2 - Produção de biomassa de banana verde.



Fonte: Adaptado de LEON, 2010.

3.2.2 Análises Físico-Químicas

Com o intuito de conhecer sua composição centesimal a biomassa de banana verde foi analisada quanto ao teor de água, cinzas, atividade de água (aw), pH, Acidez, fibras, proteínas, lipídeos e carboidratos. Para as análises, a biomassa foi descongelada sob refrigeração e utilizada conforme necessário.

✓ **teor de água**

O teor de água foi determinada pela perda da massa por dessecação seguindo o método de secagem direta em estufa a 105 °C conforme o IAL (2008), em triplicata. Foi pesado 10g da amostra de biomassa, em cápsulas de porcelana, previamente taradas. Posteriormente, as cápsulas foram levadas para estufa a 105 °C por 3 horas, após retirada das amostras, as mesmas foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e, em seguida verifica-se a massa. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até massa constante e os resultados expressos em porcentagens, a partir da fórmula:

$$\frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: N= peso da amostra após estufa (g); e P= peso inicial da amostra (g).

✓ **Resíduo mineral fixo (Cinzas)**

De acordo com procedimentos do IAL (2008), o resíduo mineral fixo é obtido por aquecimento da amostra em temperatura próxima a (550-570)°C, até a obtenção de massa constante. foram utilizadas cápsulas de porcelana aquecidas em mufla à 550°C por 01h:00 e resfriadas em dessecador. Nas mesmas, previamente taradas, foram pesados 10 g das amostras úmidas, em triplicata, que seguiram para incineração em mufla a 550 °C por 4 horas, até alcançar cinzas brancas ou ligeiramente acinzentadas. Logo após as amostras foram colocadas em dessecador para esfriar, até temperatura ambiente e posteriormente pesadas. O teor de cinzas foi obtido a partir da fórmula abaixo e os resultados foram expressos em porcentagem:

$$\frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde: N= peso da amostra após a mufla (g); P= peso inicial da amostra (g).

✓ **pH**

O pH foi obtido pelo método potenciométrico. Foram pesadas 10 g da amostra em um béquer e diluída com auxílio de 100 mL de água. A solução foi agitada com auxílio de agitador magnético por 15 minutos, até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Em seguida, com o aparelho calibrado, foi determinado pH (IAL, 2008).

✓ **Acidez**

A acidez titulável foi determinada segundo a metodologia adotada por IAL (2008), a partir da titulação potenciométrica. Foi pesado aproximadamente, 10g de cada amostra em um béquer, com o auxílio de uma balança analítica, acrescenta-se 50 mL de água destilada, agitando por cerca 10 minutos e em seguida foi mergulhado o eletrodo na solução. Titulou-se com hidróxido de sódio (NaOH) 0,9 M até uma faixa de pH (8,2-8,4), sob agitação constante. Ressaltando que o potenciômetro foi calibrado com duas soluções tampão (7 e 4).

A partir da equação abaixo a acidez total titulável foi obtida:

$$\frac{V \times f \times M \times 100}{p} = \text{Acidez em mL de solução \%} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

V = nº de mL da solução de NaOH que foi gasta na titulação

f = fator de correção do hidróxido de sódio (1,00)

M= molaridade da solução de NaOH

p= massa da amostra

✓ **Análise de Fibras Alimentares Total**

Para determinação do teor de fibra alimentar total foi utilizado o método de fibra detergente neutra (FDN), de acordo com a metodologia dos cadinhos filtrantes. A princípio foi pesada 1 g da amostra em um béquer e adicionado 100 mL de solução de detergente neutro e em seguida levado para a auto-clave à 121 °C, com pressão de

0,5 atm por 40 minutos. Após esse período, os cadinhos filtrantes que foram previamente colocados em estufa por 20 horas, resfriados em dessecador e pesados, foram colocados em equipamento que disponha de bomba à vácuo. As amostras foram transferidas para os cadinhos com auxílio de água quente e foram lavadas com amônia.

Os cadinhos com os resíduos obtidos na etapa anterior foram colocados em estufa por 18 horas, depois resfriados em dessecador e pesados novamente. O teor (%) de FDN foi calculado a partir da Equação 4:

$$\text{Fibra bruta (\%)} = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. 4}$$

N = [peso do cadinho + resíduo de fibra] – peso cadinho (g);

P = peso da amostra (g).

✓ Quantificação de proteínas

A fração proteica foi determinada a partir da concentração de nitrogênio total pela técnica de Kjeldahl modificado (IAL, 2008). Foi pesado 1g da amostra em papel de seda e transfere-se (papel + amostra) para o balão de Kjeldahl, adicionando 25 mL de ácido sulfúrico concentrado e 6g da mistura catalítica (4% sulfato de potássio, 96% sulfato de cobre).

Para a etapa de digestão foi transferido o balão de Kjeldahl para o tubo digestor, na capela, a temperatura de 300°C durante 4 horas. O final da digestão foi indicado quando o material no fundo do tubo estava transparente e límpido (azul ou verde claro), ficando na capela para o resfriamento e exaustão de vapores tóxicos.

Após resfriada, a amostra sofreu o processo de destilação sendo acrescentado 50 mL de água destilada e 50 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% para neutralizar o meio e promover o arraste de amônia usando uma solução indicadora mista de vermelho de metila 0,1% e verde de bromocresol 0,1%. Em um Erlenmeyer de 250 mL foi adicionado 30mL de solução de ácido bórico e 3 gotas do indicador misto, o qual posteriormente foi acoplado ao equipamento de destilação para recuperar o nitrogênio destilado até obter um volume de 2/3 do volume inicial, em que a cor no Erlenmeyer mudou de rosa para azulada.

Foi recolhido 75 mL de destilado o qual foi titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,1M, onde a diferença entre o volume de HCl utilizado na titulação da amostra e o volume de HCl utilizado inicialmente, foi utilizada para determinar a quantidade de nitrogênio da amostra. O teor proteico (%) será obtido pela fórmula:

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad \text{Eq. 5}$$

V= volume de ácido clorídrico 0,1 M gasto na titulação

f = fator de conversão (6,25)

P = nº de g da amostra

✓ **Quantificação de Lipídeos ou Extrato Etéreo**

A fração de extrato etéreo foi determinada diretamente no aparelho ANKOM XT-15, utilizando hexano como solvente. Inicialmente saquinhos XT4 foram enumerados, pesados e colocados em estufa a 105°C por 12 horas, depois foram resfriados no dessecador e novamente pesados. Em seguida foi acrescentado 1,5 gramas das amostras, e os saquinhos foram selados e postos novamente em estufa a 105°C por 12 horas, posteriormente foram resfriados no dessecador, pesados e colocados no extrator ANKOM por 60 min a 90°C. Depois da extração, os saquinhos foram colocados em estufa a 105°C por 3 horas, logo após dessecador para posterior mensuração do peso.

O teor de lipídeos foi obtido pela fórmula abaixo e os resultados expressos em porcentagem:

$$EE (\%) = \frac{(P2-P3) \times 100}{P1} \quad \text{Eq. 6}$$

P1= peso da amostra (g)

P2 = peso após estufa (g)

P3= peso após extração (g)

✓ **Quantificação de Carboidratos**

Os teores de carboidratos das amostras foram calculados a partir da diferença entre as massas iniciais, subtraindo de 100% do valor total de proteínas, lipídios, cinzas, teor de água e fibra alimentar total (DETMAN, 2012). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.3. Análise física

✓ **Atividade de água (Aw)**

A Atividade de Água (Aw) foi medida em equipamento medidor de atividade de água - Aqualab PRE – Decagon Device, em triplicata. Neste equipamento aproximadamente 2g de amostra, por análise, foram colocadas em recipientes

adequados e submetidas a leitura. O valor fornecido representa a quantidade de água livre disponível para diversas reações químicas, físicas e biológicas no alimento.

3.2.4. Análise de Rendimento

Foi mensurado a massa total de biomassa produzida, com bananas em estágio de maturação verde, pertencentes a um mesmo cultivar e engaço. A massa total foi dividida pela quantidade de unidades do fruto, de modo a obter o resultado em gramas de biomassa por banana.

3.3 Produção e análises das amostras de *muffins*

3.3.1 Produção

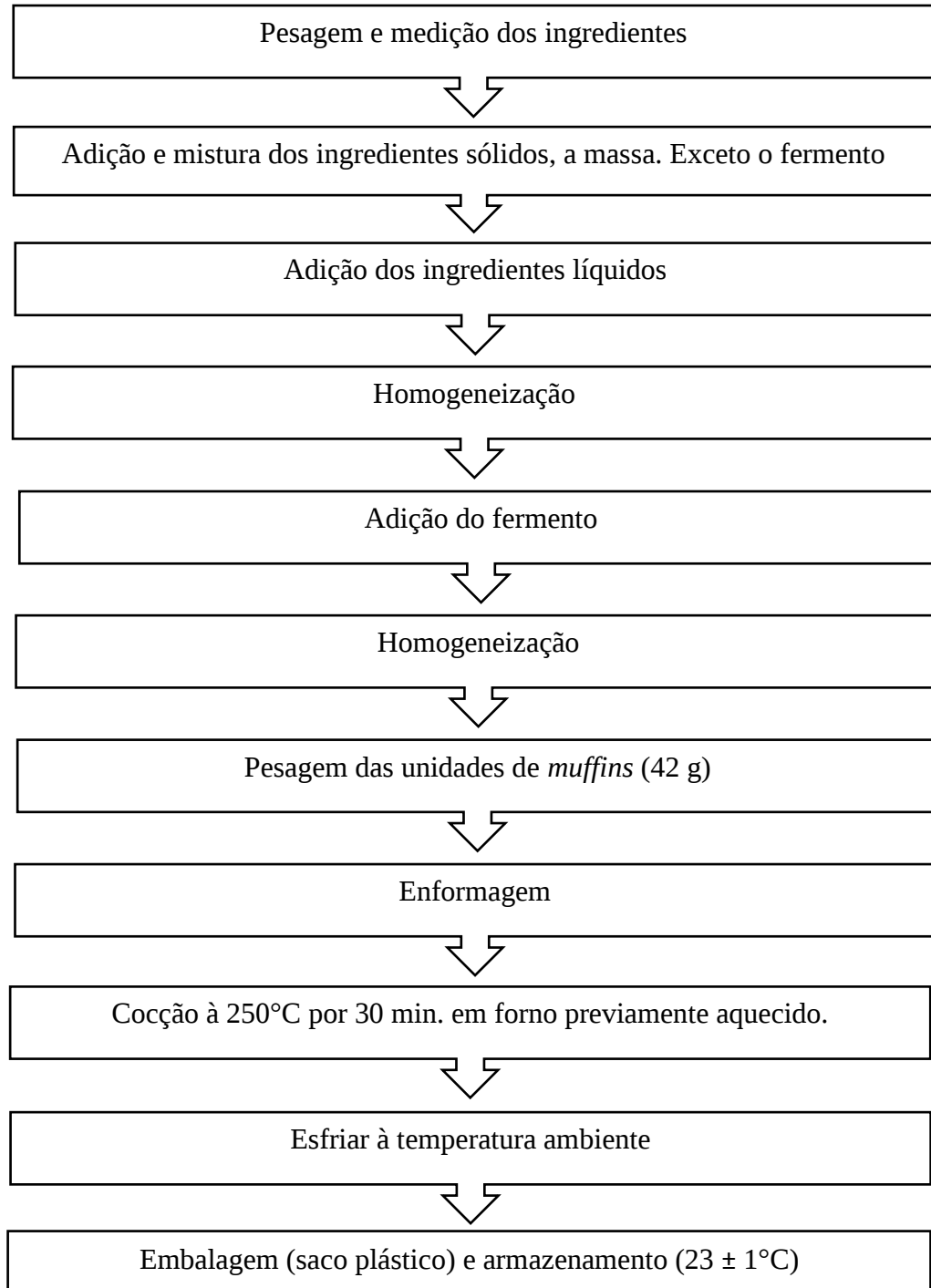
Com base em alguns testes, foram desenvolvidas duas formulações de *muffins*, uma controle (*muffin* de trigo - MT), sem adição de biomassa de banana verde, e uma com substituição da margarina por biomassa de banana verde, feita a base de massa puba de mandioca (*muffin* de mandioca - MM). Os ingredientes foram pesados de acordo com cada formulação (Tabela 1), misturados, forneados em formas de alumínio apropriadas para o produto e levados ao forno por 30 ± 5 minutos à 250 °C. A produção seguiu o esquema da Figura 3.

Tabela 1 - Formulações dos *muffins*.

Ingredientes		Tratamentos	
Ingredientes sólidos		MT (%)	MM (%)
Trigo		36,36	0
Massa puba		0	42,55
Açúcar demerara		15,27	17,87
Margarina		3,64	0
Fermento		1,02	1,19
Sal		0,14	0,17
Biomassa		0	4,25
Canela		0,073	0,085
Ingredientes líquidos			
Leite de coco		18,18	21,28
Água		21,82	8,51
Suco de limão		0,58	0,68

Fonte: Autoria própria, 2018.

Fluxograma 3 - Produção dos bolos.



Fonte: Autoria própria, 2018.

3.3.2 Análises Físico-Químicas

Com intuito de conhecer suas composições centesimais, os *muffins* foram avaliados quanto ao teor de água, cinzas, pH, Acidez, fibras, proteínas, lipídeos e carboidratos. Para cada análise, os bolos foram antes homogeneizados/triturados em liquidificador. Foi seguida a metodologia mencionada no item 3.2.2..

3.3.3 Análises físicas

Para avaliar atributos do produto final, as formulações também foram analisadas quanto a *aw* (item 3.2.3.), massa e cor da crosta e miolo. Sendo *aw* e cor, realizadas ao longo da vida de prateleira.

Massa: Com o objetivo de avaliar a perda de massa durante a cocção, a pesagem dos *muffins* foi feita antes e após o forneamento. Em balança de precisão, foi efetuada a pesagem da mesma quantidade de massa em todas as unidades, com as forminhas previamente taradas. Depois de prontos, os *muffins* foram resfriados a temperatura ambiente e desenformados, para então serem novamente pesados (Santos *et al.*, 2016).

Cor: A análise de cor foi feita tanto na superfície como no interior dos *muffins*, através de Colorímetro manual, Color Reader CR-10 Konica Minolta, em triplicata. Foram avaliados os parâmetros de Luminosidade (L^*), coordenada a^* (conteúdo de vermelho a verde) e coordenada b^* (conteúdo de amarelo a azul), para as duas formulações de bolos.

3.3.4 Valor Energético Total

O Valor Energético foi calculado, a partir da soma das calorias (kcal) fornecidas por carboidratos, lipídios e proteínas, e multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater 4 Kcal, 9 Kcal e 4 Kcal, respectivamente (IAL, 2008).

3.3.5 Análises Microbiológica

Segundo a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 regulamentada pela ANVISA, bolos, tortas e similares prontos para consumo, devem ser análises microbiologicamente quanto a *coliformes* a 45 °C, *Bacillus cereus*, *Estaf. coag. positiva/g* e *Salmonella* sp.. Para garantir maior segurança aos avaliadores, foram realizadas análises microbiológicas dos *muffins*, sendo possível verificar a segurança sanitária do alimento, dos insumos utilizados e do processamento, antes deste ser encaminhado para avaliação sensorial. As análises foram realizadas no LEBA da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/UAG), seguindo as metodologias descritas por Silva et al., (2007).

3.3.6 Vida de Prateleira

Visando avaliar a deterioração da qualidade global dos *muffins* ao longo de 25 dias, os mesmos foram produzidos e armazenados a $23\pm1^{\circ}\text{C}$. Durante este período, amostras foram coletadas e analisadas, quanto ao pH, Acidez, A_w , teor de água e Cor, conforme descrito nos itens anteriores e monitoradas por meio de *software Combase predictor*.

O *software ComBase* apresenta uma base de dados com mais de 50.000 registros relacionados com as condições de processamento e de armazenamento dos alimentos, de modo a prever o crescimento ou o desenvolvimento de microrganismos. Ele é dividido entre *ComBase Browser* e *ComBase Predictor*, tendo sido apenas utilizado o *Predictor*.

Por se tratar de um produto de média duração as análises ocorreram nos dias 0, 5, 9, 14, 19, 21 e 25, semelhante ao recomendado por Pinto (2015) e todos os resultados foram avaliados segundo a literatura.

3.3.7 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, *Campus Garanhuns*, através do teste de aceitação com cerca de 70 provadores não treinados, composto por professores, alunos e funcionários da UFRPE - UAG de sexo feminino e masculino. Os mesmos receberam um termo de consentimento livre e

esclarecido, o qual foi assinado por ambas as partes, pesquisadores e participante (julgador), visando informá-los em relação à pesquisa.

Cada julgador recebeu um *muffin* de cada formulação, dispostos em bandejas e codificadas com números aleatórios de três dígitos e um copo com água para limpar o paladar entre uma amostra e outra. Os atributos avaliados por meio de uma ficha sensorial foram aparência, sabor, textura, aroma e impressão global, utilizando-se a escala hedônica estruturada de nove pontos, que variou entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”, além de intenção de compra em que as opções variaram entre “certamente compraria” e “certamente não compraria”.

Os resultados de aceitação foram submetidos ao cálculo do índice de aceitabilidade segundo descrito por Oliveira et al., 2017, que utilizou a equação abaixo.

$$IA = (A \times 100) / B$$

Onde:

A: Nota média obtida pelo produto;

B: Nota máxima dada ao produto.

3.4 Análise estatística dos dados

Os resultados obtidos foram analisados por meio dos cálculos da análise de variância (ANOVA), aplicação do teste de Tukey e teste t, onde foi adotado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Foi utilizado para isto o *software Minitab*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento e caracterização física e físico-química da biomassa de banana verde

4.1.1 Rendimento

A quantidade de bananas utilizadas (16 unidades), após processadas, renderam 1729,27g de pasta correspondente a, aproximadamente, 108g de biomassa por unidade de banana verde utilizada. Com tal rendimento cada banana foi suficiente para produzir aproximadamente 2500g de massa para bolo sem glúten a base de massa puba de mandioca.

4.1.2 caracterização física e físico-química

Na tabela 2 estão apresentados os valores percentuais obtidos para a composição centesimal da biomassa de banana verde. No tocante aos componentes: lipídios, proteínas, carboidratos e cinzas, os resultados estão, significativamente, acima dos obtidos por Carmo (2015), quando estudou as propriedades e aplicações da biomassa e farinha de banana verde como ingredientes para a confecção de alimentos funcionais, e também dos dados relatados por Gomes et al. (2016), em contextualização dos benefícios da biomassa de banana verde na saúde humana. Estes autores apresentaram iguais valores médios de 0,13%, 0,28%, 10,17% e 0,37% para estes parâmetros, respectivamente.

Além disto, também em oposição aos dados apresentados por estes trabalhos o teor de água encontrado foi cerca de 3 vezes menor que os dados apresentados pelos mesmos. Essa divergência dos resultados deu-se, basicamente, devido ao processo produtivo da biomassa (CARMO, 2015), diferentes graus de maturação, possivelmente diferentes cultivares e dentre outros fatores.

Tabela 2 - Composição centesimal da biomassa de banana verde.

Parâmetros	Valores
Lipídeos	0,23 ± 0,053%
Proteína	0,78 ± 0,133%
Carboidratos	40,24 ± 2,420%
Umidade	25,43 ± 5,650%
Cinzas	0,48 ± 0,027%
Fibra	13,78 ± 1,760%
Acidez	19,90 ± 0,058%
Valor Energético	166,15 kcal
Aw	0,347 ± 0,002
pH	5,16 ± 0,15

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Segundo Gomes et al. (2016), a quantidade de nutrientes presentes na polpa da banana verde, é influenciada por vários fatores, como nutrição do solo, cultivo, grau de maturação e as condições às quais a fruta é submetida após a colheita. Devido a isto, os valores para fibras variam de consideravelmente entre as pesquisas. Carmo 2015, relata valores entre 3,5 e 4,0% de fibras, enquanto neste trabalho encontrou-se 13,78%.

Quanto ao processo produtivo, durante a trituração da banana cozida pode-se acrescentar água como forma de acelerar o processo, preservar o equipamento e atingir facilmente a cremosidade desejada. O uso mínimo de água resultou em uma biomassa com baixo teor de água e maiores quantidades de macro-nutrientes, em comparação a literatura citada.

A RDC n° 54 de 2012, que trata de informação nutricional complementar, estabelece como parâmetro de classificação, de fonte e alto conteúdo de fibra, aqueles alimentos que contenham no mínimo 3,0% ou 2,5g por porção e 6,0% ou 5,5g por porção, respectivamente. Também para fonte e alto conteúdo de proteínas, esta resolução estabelece um mínimo de 6,0% ou 6,0g por porção e 12% ou 12g por porção, respectivamente. Os demais componentes como açúcares, gorduras totais e o valor energético do produto são expressos respectivamente: baixo conteúdo (máximo

5%) e não contém (máximo 0,5%); baixo conteúdo (máximo 3%) e não contém (máximo 0,5%); baixo conteúdo (máximo 40 kcal) e não contém (máximo 4,0 kcal) (BRASIL, 2012).

Baseado nestes valores a biomassa pode ser classificada como um produto com alto conteúdo de fibras ($13,78 \pm 1,760\%$), de açúcares ou carboidratos ($40,24 \pm 2,420\%$) e elevado valor energético (166,15 kcal). Contraponto seu baixo conteúdo proteico ($0,78 \pm 0,133\%$) e gorduroso ($0,23 \pm 0,053\%$).

4.2 Caracterização físico-química dos *muffins*.

A RDC nº259 de 2002 (BRASIL, 2002) estabelece todas as normas necessárias para caracterização de rótulos de alimentos e com isso, a composição centesimal de todos os produtos lançados no mercado, deve ser fornecida ao consumidor. Os *muffins* produzidos foram caracterizados quantos aos macronutrientes e os resultados estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3 - Composição centesimal das formulações de *muffins*.

<i>Parâmetros</i>	<i>MT</i>	<i>MM</i>
Lipídeos	$3,34 \pm 0,016^a$	$1,90 \pm 0,109^b$
Proteína	$12,92 \pm 0,292^a$	$1,09 \pm 0,147^b$
Carboidratos	$15,00 \pm 0,169^a$	$31,28 \pm 0,906^b$
Umidade	$65,83 \pm 0,208^a$	$53,26 \pm 1,00^b$
Cinzas	$1,08 \pm 0,080^a$	$1,36 \pm 0,370^a$
Fibra	$1,83 \pm 0,440^a$	$11,11 \pm 2,27^b$
Valor Energético	141,74 kcal	146,58 kcal

Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão; Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si (teste t - pareado, $p < 0,05$).

MT: *Muffin* de Trigo; MM: *Muffin* de Mandioca.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A substituição da margarina por biomassa de banana verde, na formulação MM, gerou uma redução de 1,44% do teor de lipídeos e acréscimo de 9,28% no teor de fibras totais em relação a amostra MT. Como mencionado por Leon (2010), a

biomassa de banana verde apresenta alto teor de amido resistente e baixo conteúdo de ácidos graxos, o que possibilitou estes resultados, trazendo principalmente benefícios ao intestino do consumidor, devido ao conteúdo fibroso.

A diferença no teor de água das formulações, pode ser atribuída ao fato de a formulação MT ter necessitado de cerca de três vezes mais água que a MM. A massa de mandioca ou carimã, segundo Ferreira-Filho et al., (2013), traz um teor de água de cerca de 50%, dispensando o acréscimo de grandes quantidades de água para produzir derivados como o bolo. Já a farinha de trigo apresenta teor de água médio entre 13 e 14%, sendo 15% o máximo permitido pela legislação (BRASIL, 2005).

O conteúdo proteico encontrado na formulação MM foi cerca de 11% menor que na formulação MT. Tal diferença deve-se basicamente a base de cada formulação, tendo em vista que o trigo, que contém as proteínas do glúten, fornece um aporte proteico superior a massa de mandioca. O resultado encontrado na amostra MM foi semelhante ao encontrado por Santos e Boêno, (2016), em bolos sem glúten com adição de polpa de graviola. Estes autores obtiveram valores entre 2,0 e 2,3% de nitrogênio total.

4.3 Análise física

Perda de massa

Todos os *muffins* foram produzidos com aproximadamente 42g de mistura pronta para cocção e ambas as formulações diferiram significativamente, quando a perda de massa (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de perda de massa (%) pós-cocção.

<i>Bolos avaliados</i>	<i>% de perda de massa</i>
<i>MT</i>	25,55 ± 0,502
<i>MM</i>	16,54 ± 0,463

Fonte: Autoria Própria, 2018.

A perda de massa dos bolos ocorre devido a liberação da água durante o período de elevação da temperatura para cocção. Segundo Santos e Boêno, (2016), amostras fibrosas utilizam seu conteúdo fibroso para atuar como uma rede de glúten, retendo

alguns componentes em sua estrutura. Com base nesta afirmação pode-se inferir que as amostras tratamento apresentaram menor porcentagem de perda de massa devido a seu conteúdo de fibras.

Avaliando os resultados deste autor pode se observar que suas amostras apresentaram perda de massa de aproximadamente 5,76% para amostras sem polpa de graviola, que foi a fonte de fibra utilizada pelo mesmo, e 7,36% para amostras com 10% de polpa de graviola. A maior perda de massa encontrados neste trabalho, pode ser atribuída a porcentagem de biomassa de banana verde (4,25%) adicionada a formulação do *muffin* sem glúten, bem como também ao binômio tempo e temperatura utilizados em ambos os casos. Os autores submeteram seus *muffins* a 200°C por 25 minutos, valores menores que os 250°C por 30 minutos, utilizados neste trabalho.

4.4 Análises microbiológicas

Ambas as formulações apresentaram-se ausentes de contaminação pelos micro-organismos considerados mais frequentes neste tipo de produto, segundo a RDC Nº 12/2001, (BRASIL, 2001). (Tabela 5). O maior contribuinte para este controle microbiológico foi o binômio tempo e temperatura durante a cocção.

Após terem passado cerca de 30 minutos a 250 °C, os bolos foram deixados dentro do forno até atingirem a temperatura ambiente sem contato externo. Somente depois de frias, as amostras foram retiradas e armazenadas em recipiente estéril sob refrigeração, até o momento das análises.

Tabela 5 - Resultado das análises microbiológicas de ambas as formulações de *muffins*.

Micro-organismo	Contagem encontrada	Tolerância (BRASIL, 2002)
<i>Coliformes</i> a 45 °C	< 3 NMP	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	<10	10 ³
<i>Staphylococcus. coag. positiva/g</i>	<10	10 ³
<i>Salmonella</i> sp	Ausente	Ausente

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados microbiológicos dos *muffins* garantiram a segurança dos provadores que se submeteram voluntariamente a análise sensorial das amostras e ainda demonstrou a qualidade do processo produtivo, quanto ao quesito higiene.

4.5 Vida de prateleira

4.5.1 Avaliação dos parâmetros físicos e físico-químicos ao longo do tempo

A Tabela 6 mostra as mudanças ocorridas nos parâmetros físico-químicos, teor de água, acidez e pH, junto com parâmetros físico, a_w das duas formulações de *muffins* ao longo do tempo (representado na Figura 1). Enquanto as Tabelas 7 e 8 mostram as alterações de cor da crosta e do miolo dos *muffins*, representadas pela Figura 5.

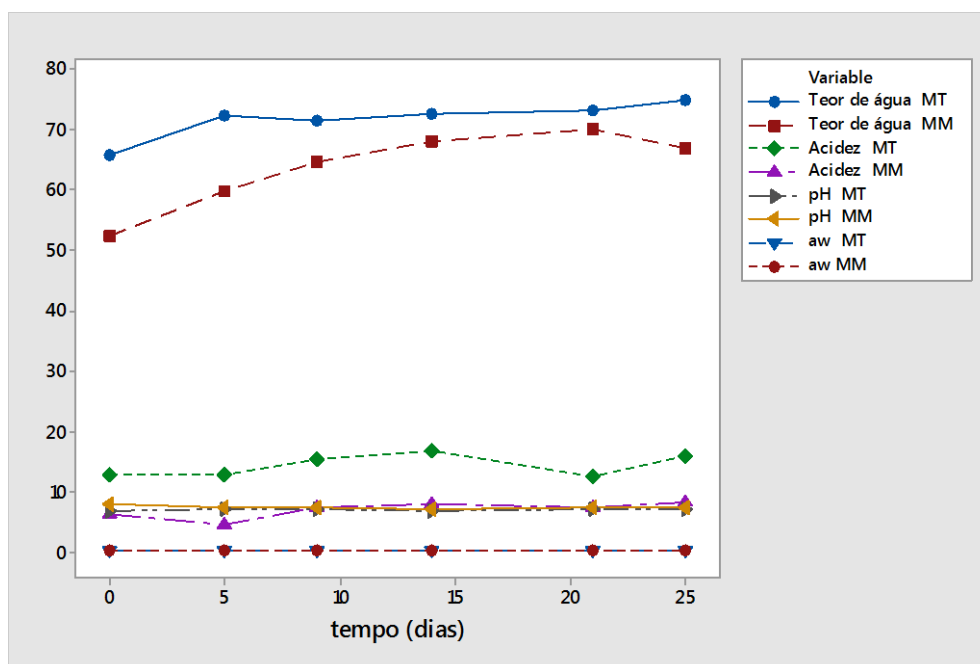
Tabela 6 - Parâmetros físico e físico-químicos avaliados ao longo da vida de prateleira.

Tempo (dias)	0	5	9	14	19	21	25
Umidade/ MT	65,83±0,208 ^{gG}	72,34± 0,166 ^{bcBC}	71,51± 0,461 ^{cC}	72,73± 0,252 ^{bcBC}	66,46±0,057 ^{gG}	73,09 ± 0,328 ^{bB}	74,95± 0,153 ^{aA}
Umidade/ MM	52,30± 1,002 ^{jJ}	59,76 ± 0,230 ^{iI}	64,70± 0,175 ^{hH}	68,23±0,153 ^{efEF}	69,10± 0,057 ^{deDE}	70,06 ± 0,251 ^{dD}	67,06±0,942 ^{fgFG}
Acidez/ MT	12,77 ± 1,097 ^{bB}	12,77 ± 1,096 ^{bB}	15,4 ± 2,078 ^{abAB}	16,9 ± 1,55 ^{aA}	15,13± 0,850 ^{abAB}	12,57 ± 1,785 ^{bB}	16 ± 0,000 ^{abAB}
Acidez/ MM	6,20 ± 1,559 ^{cC}	4,70 ± 0,490 ^{cC}	7,40 ± 0,520 ^{cC}	8,00 ± 0,900 ^{cC}	7,43 ± 2,055 ^{cC}	7,43 ± 0,513 ^{cC}	8,32 ± 2,055 ^{cC}
pH/ MT	6,98 ± 0,058 ^{bB}	7,06 ± 0,045 ^{bB}	7,09 ± 0,056 ^{bB}	6,98 ± 0,006 ^{bB}	6,91 ± 0,076 ^{bB}	7,2 ± 0,096 ^{bB}	7,15 ± 0,054 ^{bB}
pH/ MM	7,95 ± 0,115 ^{aA}	7,42 ± 0,108 ^{abAB}	7,55 ± 0,098 ^{abAB}	7,18 ± 0,056 ^{bB}	7,26 ± 0,045 ^{abAB}	7,40 ± 0,068 ^{abAB}	7,38 ± 0,079 ^{abAB}
Aw / MT	0,293 ± 0,004 ^{bB}	0,278 ± 0,004 ^{deDE}	0,278 0,001 ^{cdefCDEF}	± 0,266± 0,003 ^{fgFG}	0,288± 0,002 ^{cdCD}	0,278 ± 0,002 ^{deDE}	0,214 ± 0,004 ^{bH}
Aw / MM	0,330 ± 0,004 ^{aA}	0,304 ± 0,004 ^{bB}	0,295 ± 0,001 ^{bcBC}	0,260± 0,003 ^{gG}	0,256± 0,002 ^{gG}	0,267 ± 0,002 ^{efgEFG}	0,235 ± 0,0045 ^{iI}

Valores expressos como média ± desvio padrão; Letras minúsculas e diferentes na mesma linha, apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$); Letras maiúsculas diferentes, entre os mesmos parâmetros (diferentes colunas) apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Figura 1 - Parâmetros físico e físico-químicos avaliados ao longo da vida de prateleira.



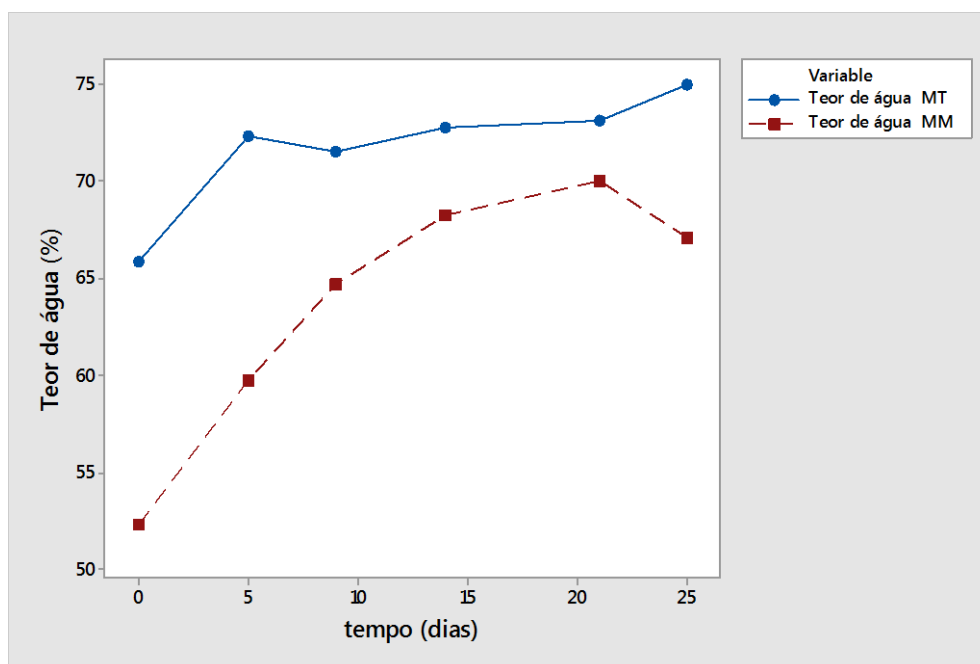
Fonte: Autoria Própria, 2018.

✓ Teor de água

Pode se observar que a teor de água e acidez (Figuras 2 e 3) de ambas as formulações aumentaram ao longo do armazenamento. A formulação MT apresentou um aumento de 9,2% de teor de água após 25 dias, enquanto a MM aumentaram em 13,80%. Alterações estruturais no próprio alimento ao longo do tempo, como absorção ou perda de líquidos, liberação de vapores entre outros, acarretam em mudanças na estabilidade dos mesmos.

Rinaldi et al. (2017), em avaliação dos efeitos da adição de um fermento em combinação com farinha de castanha, em propriedades físico-químicas, térmicas e nutricionais de uma formulação comercial de pão sem glúten durante 5 dias, observaram que a teor de água de suas amostras aumentou com o tempo, sendo a amostra mais fibrosa a que sofreu maior aumento. Os autores alegaram que a presença de fibras contribuiu para o aumento da capacidade de reter água no produto, o que pode ser também associado ao maior aumento de teor de água nas amostras com biomassa de banana verde observadas neste trabalho.

Figura 2 - Teor de água da amostra MT vs MM.

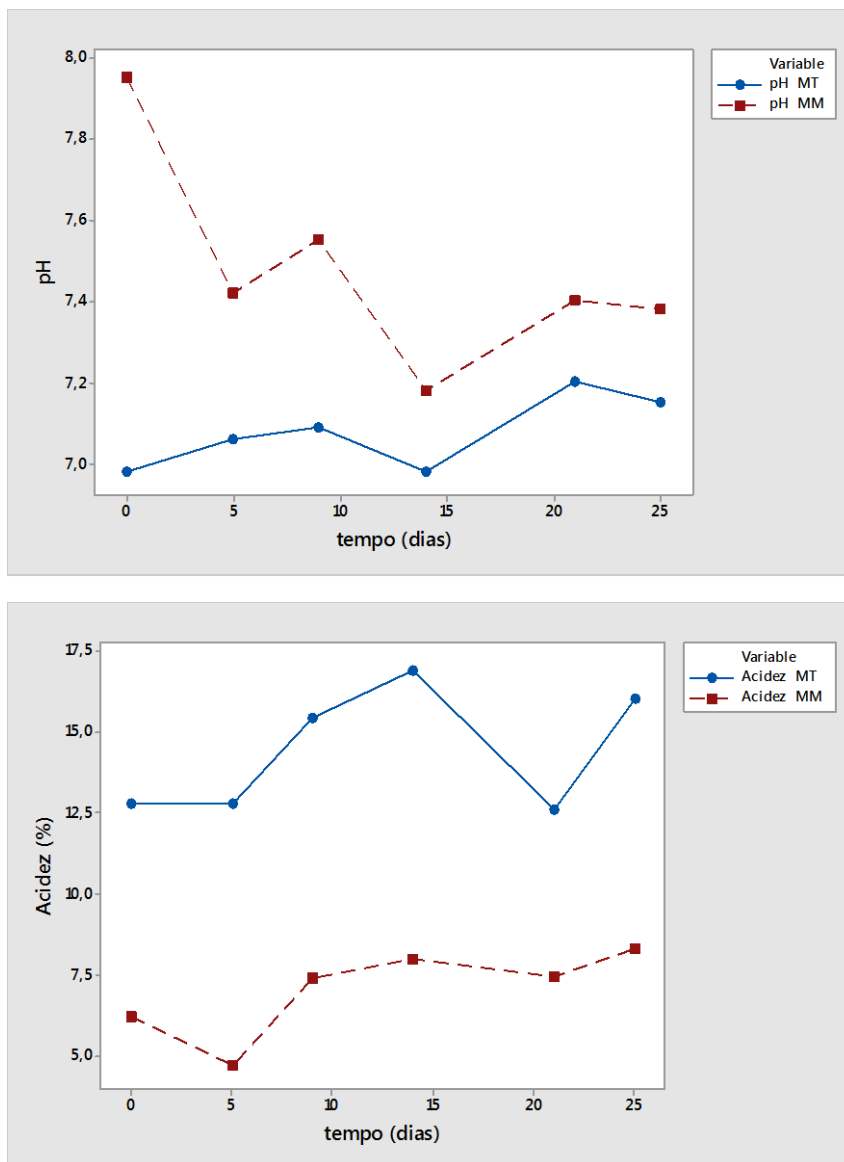


Fonte: Autoria Própria, 2018.

✓ Acidez e pH

Quanto a acidificação do meio, a perda de nutrientes, a oxidação lipídica e demais reações internas ao produto, são possíveis causas de seu aumento ao longo do armazenamento. A amostra MM, apresentou valores de acidez sempre abaixo da amostra MT. A remoção da margarina pode ser a causa desta diferença de valores, visto que a mesma é composta por cerca de 95% de conteúdo gorduroso correspondente a diversos ácidos graxos (CAVENDISH, et al., 2008). Durante a estocagem as amostras MM e MT elevaram sua acidez em 2,12% e 3,27%, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Acidez e pH da amostra MT vs MM.



Fonte: Autoria Própria, 2018.

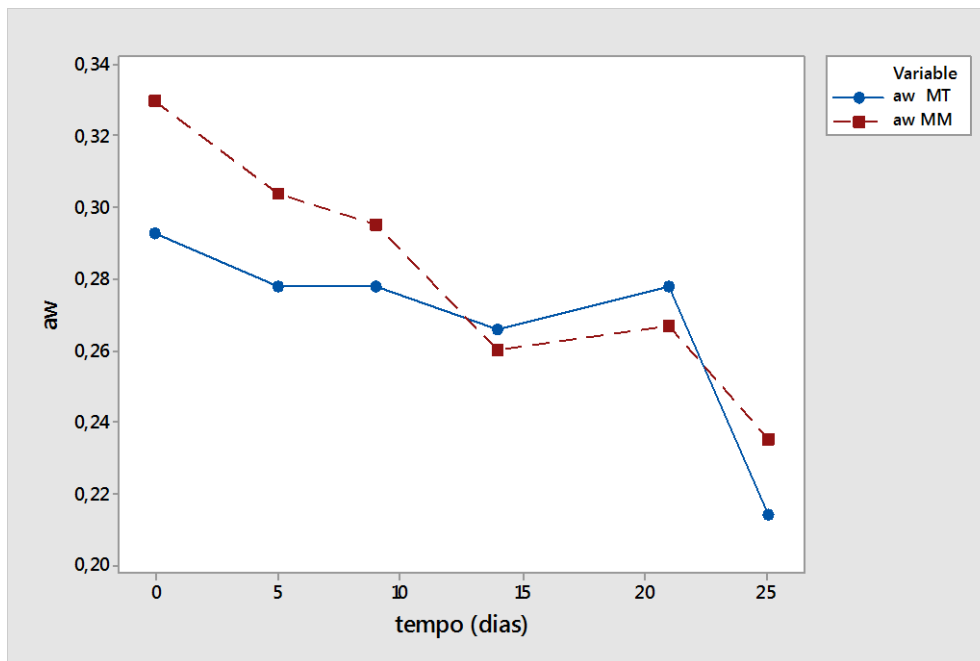
O pH de ambas as amostras não sofreu alterações significativas ao longo do tempo, exceto no dia 0 de análise, no qual as amostras MM e MT apresentaram pH de 7,95 e 6,98, respectivamente. Ao decorrer da vida de prateleira, os valores permaneceram próximos a neutralidade variando entre 6,98 e 7,5. Santos e Bueno (2016) e suas formulações de *muffins* com substituição parcial da farinha de arroz por resíduo da polpa de graviola, alcançaram pH iniciais entre 8,0 e 9,7, enquanto Rinaldi et al. (2017) em estudo de pães fermentados sem glúten obtiveram pH entre 4,8 a 5,17.

Os valores deste parâmetro físico-químico, depende da composição de cada produto, sendo algo intrínseco do alimento.

✓ *Atividade de água (aw)*

A combinação de fatores extrínsecos e intrínseco de um alimento garantem um maior período de conservação do mesmo. Um dos fatores de maior influência na garantia de durabilidade de alimentos é a atividade de água. Durante todo o período de estocagem houve um decréscimo nos valores deste parâmetro constatado para as duas amostras (Figura 4).

Figura 4 - Aw da amostra MT vs MM.



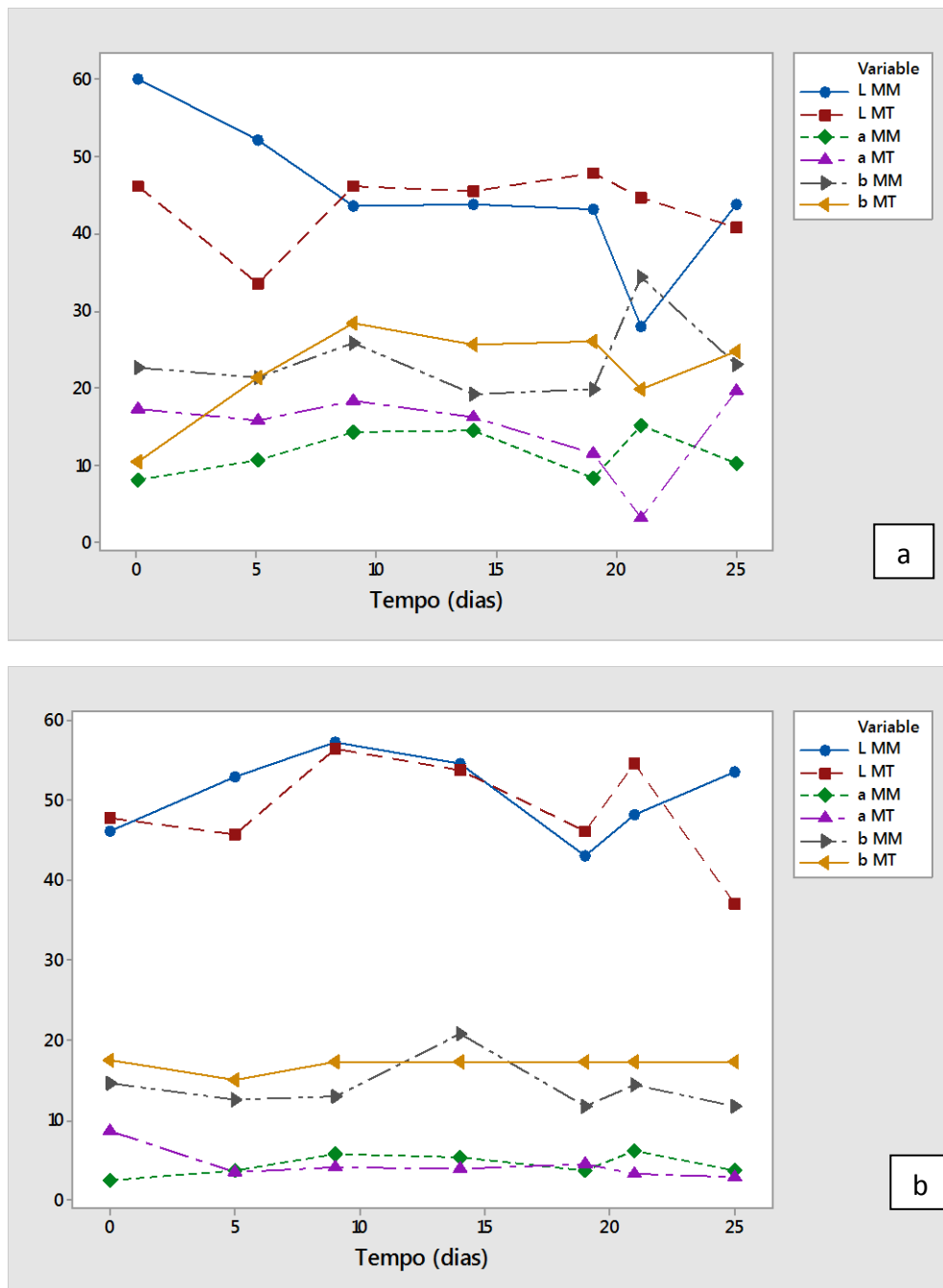
Fonte: Autória Própria, 2018.

A redução da atividade de água decorre da migração de líquidos intracelulares ao longo do tempo de armazenamento (RINALDI et al., 2017). Com isso, a qualidade sensorial e a textura do alimento se tornam indesejáveis, todavia quão menor a Aw menor a possibilidade de desenvolvimento microbiano (AZEREDO et al., 2012).

✓ *Cor*

A aceitabilidade visual de um alimento é influenciada diretamente pela cor e a uniformidade desta no alimento. Analisando a estabilidade da cor da crosta e do miolo dos *muffins* ao longo de seu armazenamento, foi montada a Figura 5.

Figura 5 - Cor da crosta (a) e do miolo (b) das amostras ao longo do tempo.



Fonte: Autoria Própria, 2018.

O parâmetro Luminosidade da crosta, não apresentou diferença significativa entre os dias 9 e 21 para a amostra MT e 9 e 19 para amostra MM (Tabela 7). Dias antecedentes e posteriores a estes, apresentaram instabilidade devido a mudanças decorrentes da absorção de teor de água e conseguinte envelhecimento das amostras. No período estável, a amostra MT apresentou luminosidade variando entre 46,06 e 44,67, enquanto a amostra MM variou este mesmo parâmetro entre 43,63 e 43,13 e ambas não diferiram significativamente nos dias 9 e 14º de análise. Valores semelhantes foram encontrados por Turkut et al. (2016) em formulações de pães sem glúten com e sem adição de farinha de quinoa. Estes autores apresentaram 42,9 de luminosidade para amostra sem farinha e 47,9 para amostra com farinha.

Tabela 7 - Parâmetro cor da crosta das amostras MM e MT ao longo do tempo.

<i>Vida de prateleira</i>								
Tempo (dias)		0	5	9	14	19	21	25
Cor da Crosta / MT	L	46,16 ± 0,2 acdACD	33,43 ± 1,1 bfBF	46,06 ± 1,90 ^{cdCD}	45,60 ± 1,27 bcdBCD	47,90 ± 0,804 ^{bcBC}	44,67 ± 0,403 ^{cdeCDE}	40,80 ± 1,13 geGE
	a	17,23 ± 0,99 ^{abAB}	15,8 ± 1,06 ^{abcABC}	18,33 ± 1,372 ^{aA}	16,26 ± 1,184 ^{abcABC}	11,40 ± 1,219 ^{bcdBCDE}	3,20 ± 1,416 ^{abcABC}	19,63 ± 1,06 ^{aA}
	b	10,33 ± 3,03 ^{cC}	21,23 ± 1,44 bB	28,3 ± 2,04 ^{abAB}	25,56 ± 1,27 ^{abAB}	26,13 ± 0,13 ^{abAB}	19,8 ± 2,255 ^{bB}	24,76 ± 2,58 ^{abAB}
	L	60,06 ± 1,778 ^{aA}	52,10 ± 1,49 ^{bB}	43,63 ± 2,21 ^{cdeCDE}	43,76 ± 2,25 ^{cdeCDE}	43,13 ± 0,86 ^{deDE}	28,03 ± 1,90 ^{gG}	43,83 ± 0,21 ^{cdeCDE}
	a	10,53 ± 2,75 ^{efEF}	10,56 ± 1,78 ^{cdeCDE}	14,20 ± 0,26 ^{abcdeABCDE}	14,53 ± 0,87 ^{abcdABCD}	8,30 ± 0,35 ^{abcdeABCDE}	15,17 ± 2,06 ^{defDEF}	10,30 ± 0,82 ^{cdeCDE}
	b	22,67 ± 7,84 ^{bB}	21,40 ± 0,62 ^{bB}	25,80 ± 1,04 ^{abAB}	19,23 ± 5,35 ^{bcBC}	19,86 ± 0,40 ^{bcBC}	34,30 ± 4,83 ^{acAC}	23,06 ± 0,60 ^{bB}

Valores expressos como média ± desvio padrão; Letras minúsculas e diferentes na mesma linha, apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$); Letras maiúsculas diferentes, entre os mesmos parâmetros (diferentes colunas) apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Fonte: Autoria Própria, 2018

Também em produção de pães isentos de glúten, porém adicionados ou não de farinha de castanha, Rinaldi et al. (2017) monitoraram a cor da crosta de suas amostras durante 5 dias, obtendo variação de luminosidade de 87,90 a 90,0 para pães sem farinha de castanha e de 73,7 a 74,4 para pães com a farinha. Neste caso, pode-se inferir que, assim como a adição da farinha de castanha, a adição da biomassa de banana verde reduziu a luminosidade da superfície dos produtos ao qual foram adicionados.

A luminosidade do miolo das amostras MT e MM não diferiram significativamente entre o 9º e 14º dia de análise, apresentando valores entre 53,63 e 57,23 (Tabela 8).

Tabela 8 - Parâmetro de cor do miolo das amostras MT e MM ao longo do tempo.

<i>Vida de prateleira</i>									
Tempo (dias)		0	5	9	14	19	21	25	
Cor do Miolo / MM	L	46,10 ± 2,10 ^{dd}	52,80 ± 0,92 ^{cdCD}	57,23 ± 0,40 ^{aA}	54,56 ± 2,11 ^{aA}	42,90 ± 0,82 ^{dd}	48,20 ± 0,52 ^{bcdB}	53,53 ± 0,21 ^{eE}	
	a	2,33 ± 1,21 ^{bB}	3,56 ± 0,78 ^{bB}	5,60 ± 0,87 ^{abAB}	5,23 ± 1,58 ^{abAB}	3,66 ± 0,55 ^{bB}	6,17 ± 2,40 ^{abAB}	3,66 ± 0,60 ^{bB}	
	b	14,53 ± 3,8 ^{bB}	12,47 ± 0,40 ^{bB}	12,86 ± 0,25 ^{bB}	20,78 ± 3,2 ^{abAB}	11,76 ± 0,74 ^{bB}	14,37 ± 1,80 ^{bB}	11,76 ± 0,66 ^{bB}	
Cor do Miolo /MT	L	47,63 ± 1,80 ^{cdCD}	45,73 ± 0,82 ^{dd}	56,3 ± 1,55 ^{aA}	53,63 ± 3,04 ^{abAB}	46,03 ± 0,45 ^{dd}	54,60 ± 0,71 ^{aA}	36,90 ± 2,05 ^{eE}	
	a	8,6 ± 0,49 ^{aA}	3,4 ± 0,54 ^{bB}	3,96 ± 0,54 ^{bB}	3,76 ± 2,45 ^{bB}	4,50 ± 0,91 ^{bB}	3,13 ± 1,06 ^{bB}	2,86 ± 0,82 ^{bB}	
	b	17,46 ± 6,25 ^{abAB}	14,96 ± 0,37 ^{bB}	17,3 ± 0,65 ^{bB}	17,30 ± 5,44 ^{bB}	17,30 ± 0,05 ^{bB}	17,30 ± 1,52 ^{bB}	17,30 ± 2,46 ^{aA}	

Valores expressos como média ± desvio padrão; Letras minúsculas e diferentes na mesma linha, apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$); Letras maiúsculas diferentes, entre os mesmos parâmetros (diferentes colunas) apresentam diferença estatística entre si (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Fonte: Autoria Própria, 2018.

A tendência de cores, estimada pelos parâmetros cromáticos ‘a e b’, resultaram em tendência a vermelho e a amarelo, tanto para superfície, quanto para o miolo de ambas as formulações. A cor resultante é característica do produto, porém a estabilidade da mesma, no interior das amostras, é maior que na superfície. A amostra MM se manteve estável ao longo dos 25 dias de armazenamento, com os valores de a e b sem diferença significativa com o tempo e a amostra MT apresentou diferença significativa em apenas um dia de análise, tanto para o parâmetro a, quanto para o b.

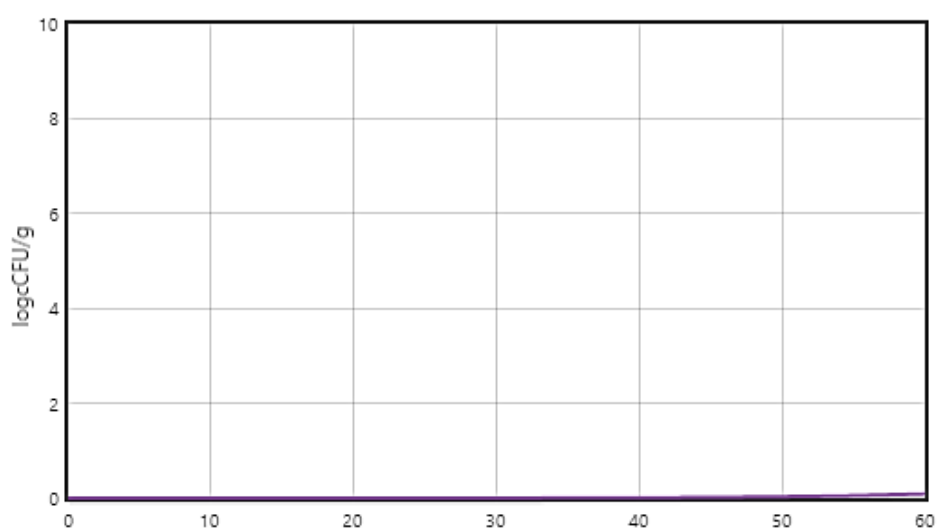
4.5.2 Microbiologia preditiva

Para efetuar esta análise, foi necessário utilizar os resultados obtidos nas análises de pH e aw e a temperatura de armazenamento, tendo sido testados alguns dos microrganismos com maior possibilidade de ocorrência em bolos: *Salmonella spp*, *Bacillus Cereus* e *Staphylococcus aureus*.

Os resultados da predição mostraram que nenhum destes micro-organismos pode se desenvolver nas condições físico-químicas que os *muffins* oferecem. De acordo com a estipulação de crescimento feita por este software, a atividade de água das formulações impede que tais micro-organismos se desenvolvam, mesmo depois dos 25 dias de armazenamento.

As Curvas de crescimento dos micro-organismos: *Salmonella spp*, *Bacillus Cereus* e *Staphylococcus aureus* através do software não apresentaram crescimento, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Curva característica do crescimento de *Salmonella* spp, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus* sob atividade de água abaixo de 0,4.



Fonte: *Combase predictor*, 2018.

4.5.3 Tempo de vida útil

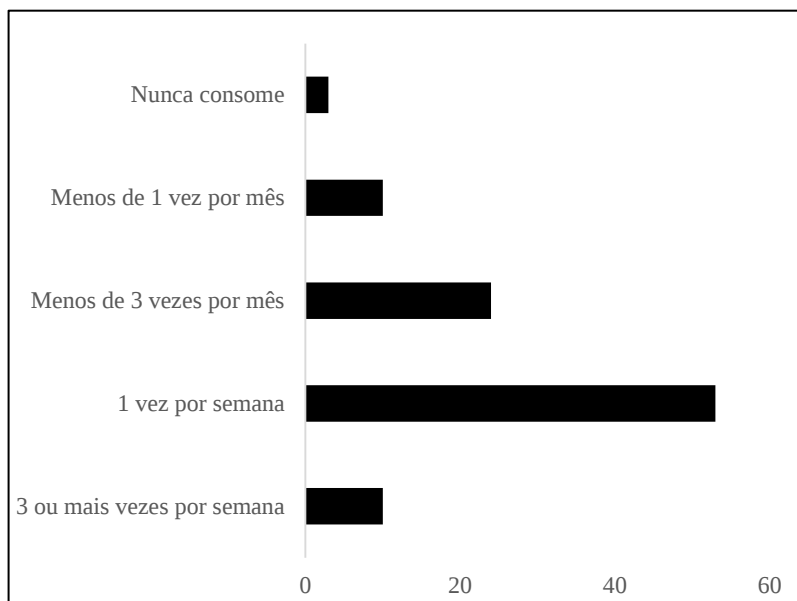
Correlacionando todos os resultados encontrados ao longo dos 25 dias de armazenamento observou-se que a acidez não diferiu significativamente ao longo deste período, para ambas as amostras. O parâmetro pH se manteve estável a partir do 5º dia. A a_w reduziu ao longo do tempo, inibindo o crescimento microbiano visto por predição no *software combase predictor* e o teor de água elevou-se ao longo do tempo contribuindo com uma maior instabilidade no parâmetro Luminosidade da crosta, também influenciado pelo envelhecimento das amostras. Desta maneira, sabendo que a aparência é influenciada pela cor e pode levar ao repúdio do produto pelo consumidor, pode-se atribuir aos *muffins* uma vida útil de 14 dias, pois dias posteriores ao 14º são marcados por frequente instabilidade na luminosidade da crosta dos produtos.

4.6 Análise sensorial

O perfil dos provadores consistiu em 63% mulheres e 37% homens, dos quais cerca de 81% se enquadraram no grupo de 18 a 25 anos de idade. Dos demais, 11% tinham até 18 anos de idade e apenas 8% tinham mais de 50 anos. Todos apresentaram grau de escolaridade igual ou maior que o nível médio, sendo 84%

alunos de graduação, 13% com ensino médio completo e 3% com ensino superior completo.

Quanto à frequência de consumo de bolos em geral, 53% dos participantes afirmaram que consomem moderadamente, 24% consomem pouco, 10% consomem muito, com igual porcentagem para os que quase nunca consomem e os demais 3% declararam que nunca consomem nenhum tipo de bolo (Figura 7). Desta forma, cerca de 63% dos provadores consomem algum tipo de bolo ao menos uma vez por semana, indicando a popularidade deste produto.

Figura 7 - Frequência (%) de consumo de bolos diversos.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

A Tabela 9 apresenta as médias e o desvio padrão das notas atribuídas às amostras quanto aos atributos: impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

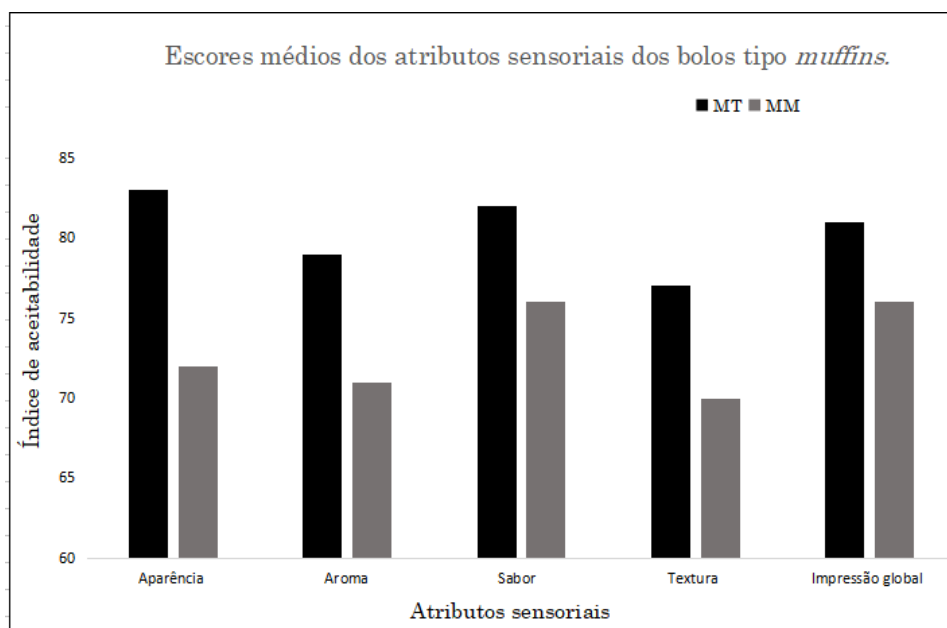
Tabela 9 - Escores médios dos atributos sensoriais dos bolos tipo *muffins*.

<i>Parâmetro</i>	<i>MT</i>	<i>MM</i>
Aparência	7,5 ± 1,25 ^a	6,5 ± 1,52 ^b
Aroma	7,1 ± 1,43 ^a	6,4 ± 1,63 ^b
Sabor	7,4 ± 1,46 ^a	6,9 ± 1,66 ^b
Textura	7,0 ± 1,13 ^a	6,3 ± 1,79 ^b
Impressão global	7,3 ± 1,08 ^a	6,9 ± 1,43 ^b

Valores expressos como média ± desvio padrão; Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si (T-teste, $p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 8 - Índice de aceitabilidade das amostras de bolo tipo *muffins*.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Avaliando o índice de aceitabilidade das amostras, ambas em todos os atributos obtiveram valores iguais ou maiores a 70%, valor mínimo para considerar um produto apto a comercialização (OLIVEIRA, et al. 2017). A amostra MM apresentou aceitabilidade global apenas 4,4% menor que a MT, sendo denotado entre as notas 6 e 7 que correspondem a “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, respectivamente.

Escores semelhantes (maiores que 6), foram obtidas por Gomes et al., (2014) em análise sensorial de bolos sem glúten a base de farinha de quirera de arroz crua e farinha de bandinha de feijão extrusada, em substituição total à farinha de trigo. Os autores obtiveram boa aceitação dos bolos mesmo produzindo-os com farinhas armazenadas a 240 dias. Durante todo esse período as misturas de farinhas se mantiveram sem alterações microbiológicas e físico-químicas que afetem a qualidade dos produtos.

Também desenvolvendo produtos para celíacos, Pereira (2016), elaborou bolos e biscoites sem glúten utilizando farinha de resíduo de caju e avaliou a aceitabilidade e intenção de compra dos mesmos. A impressão global relatada pela autora em sua formulação de bolo sem glúten alcançou 72,57% de aceitabilidade, enquanto o

produto isento de glúten produzido neste trabalho obteve aceitabilidade global de 76,3%.

A maior diferença de aceitabilidade entre as amostras foi quanto ao atributo aparência. Neste caso, a amostra MT foi cerca de 11% mais aceita que a MM, o que pode ser atribuído ao fato de a amostra MM, por conter biomassa de banana verde em sua formulação, apresentar maior conteúdo de fibras que a MT. As fibras presentes deixaram o produto com superfície desuniforme (mais rugosa) e aparentemente menos sedosa que o tradicional, desagradando parte dos provadores.

✓ *Intenção de compra*

A intenção de compra das formulações MT e MM apresentaram diferença significativa ao nível de 95% de confiabilidade, com p-valor = 0,015 (tabela 10). Porém vale ressaltar que mesmo apresentando nota estatisticamente menor que a amostra MT, a amostra MM obteve 50% dos seus provadores declarando que certamente ou provavelmente comprariam a mesma (Figura 9).

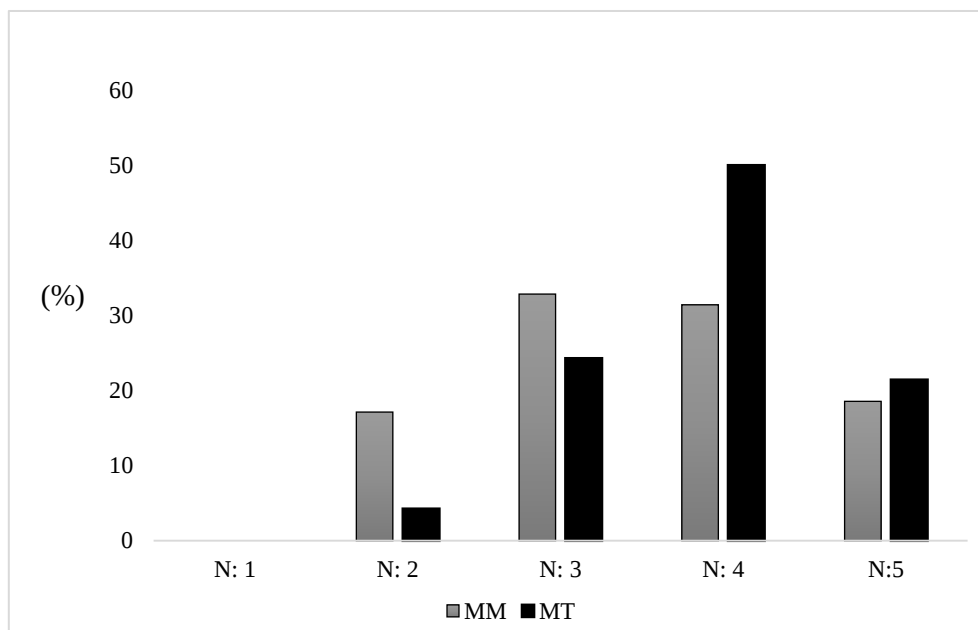
Tabela 10 - Notas para intenção de compra das amostras de bolos tipo *muffins*.

Intenção de compra	
Controle	3,88 ± 0,790 ^a
Tratamento	3,51 ± 0,989 ^b

Valores expressos como média ± desvio padrão; Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença estatística entre si (T-teste, $p < 0,05$).

Fonte: Autória própria, 2018.

Figura 9 - Porcentagem de notas atribuídas a cada formulação.



Legenda: N:1 - Certamente não compraria; N:2 - Provavelmente não Compraria; N:3 - Não sei se compraria ou não; N:4 - Provavelmente compraria; N:5 - Certamente compraria.

Fonte: Autória própria, 2018.

Para esta mesma amostra, ninguém declarou que certamente não compraria e apenas 17% declararam que provavelmente não comprariam. A soma das notas 4 e 5 correspondentes a “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, respectivamente, foi maior que a soma encontrada por Pereira (2016), com 34% dos avaliadores atribuindo notas 4 e 5 para uma formulação de bolo a base e farinha de resíduo de caju. Este autor, em sua formulação sem glúten, alcançou 27% de notas 1 e 2 que correspondiam a “jamais compraria” e “possivelmente não compraria”, respectivamente. Desta forma, este trabalho, apresentou além de maior soma de aceitação, menor soma de rejeição que o autor mencionado.

5. CONCLUSÃO

A produção de bolos tipo *muffins* a base de massa puba de mandioca com substituição de gordura por biomassa de banana verde, mostrou vantagem diante da formulação de trigo, tendo em vista que apresentou maior teor de fibras que a mesma, além de menor conteúdo gorduroso. Microbiologicamente os *muffins* apresentaram-se livres de contaminação e aptos a serem consumidos, apresentando ainda satisfatório potencial de aceitação e intenção de compra. Quanto a vida de prateleira, os parâmetros avaliados demonstraram que até o 14º dia de análise todos os produtos mantiveram comportamento estável. A partir deste momento, o parâmetro cor da superfície começou a demonstrar instabilidade, levando a alterações relevantes na aparência visual do produto. Assim, pôde-se concluir que o *muffin* sem glúten elaborado pelo presente estudo trouxe mais uma opção de produto que poderá atender tanto aos celíacos, quanto ao público em geral, tendo em vista a sua qualidade nutricional e sensorial.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. O.; SANTOS, E. D. S.; FERNANDES, A. C. C. F. Desenvolvimento, aceitabilidade e valor nutricional de brigadeiro com biomassa de banana verde. **Revista Interdisciplinar**, Teresina, v. 7, n. 4, p. 91-98, out.- dez. 2014.

ALLEN, P. J.; Gluten-Related Disorders: Celiac Disease, Gluten Allergy, Non-Celiac Gluten Sensitivity. **Pediatric Nursing**, New Haven, v. 41, n. 3, May-June 2015.

ALMEIDA, D. M.; PRESTES, R. A.; RIBEIRO, M. C. O.; PIETROWSKI, G. A. M.; Determinação do Tempo de Vida de Prateleira de Iogurte com de Polpa de Fruta por Meio da População de Bactérias Láticas Totais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 1671-1681, 2015.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; ROSA, M. F.; SILVA, W.; **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed., Revisada e ampliada: Embrapa, Brasília, 2012. 326 p.

BÁNKUTI, F. I.; MADRONA, G. S.; POZZA, M. S. S. ; SANDRA MARA SCHIAVI BÁNKUTI, S. M. S.; SANTOS, S. S.; RESSUTTE, J.; Potencialidades tecnológicas e qualidade da cadeia produtiva do queijo colonial na região Sul do Brasil: uma revisão. **FTT Journal of Engineering and Business**. São Bernardo do Campo, p. 50 - 64. 2017.

BRASIL. Instrução Normativa nº 23, de dezembro de 2005. Regulamento Técnico De Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos Derivados da Raiz De Mandioca. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, poder executivo, Brasília, DF. 15 dez. 2005. Seção 1, p.5, 2005.

BRASIL. Resolução Da Diretoria Colegiada nº 54, de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, poder executivo, Brasília, DF. 01 nov. 2012.

BRASIL. Resolução Da Diretoria Colegiada nº 263, de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, poder executivo, DF. 23 set. 2005.

CARMO, A. F. S.; **Propriedades funcionais da biomassa e farinha de banana verde**. 2015. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

CAVENDISH, T. A.; LEMOS, P. B.; YOKOTA, R. T.; VASCONCELOS, T. F.; COELHO, P. F.; BUZZI, M.; ITO, M. K.; Composição de ácidos graxos de margarinas à base de gordura hidrogenada ou interesterificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2008.

COELHO, S. A. S.; **Determinação da vida útil de diversos produtos de pastelaria utilizando a microbiologia preditiva**. 2015. 90f. Relatório de Estágio - Universidade Católica Portuguesa, Espinho, 2015.

DEMIRKESEN, I.; MERT, B.; SUMNU, G.; SAHIN, S.; Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, Ankara, v. 101, p. 329–336. 2010.

DETMANN, E; VALADARES-FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; AZEVEDO, J. A. G.; **Métodos para Análise de Alimentos**. 22. ed.; Visconde do Rio Branco, 2012. 214p.

EMBRAPA, Mandioca e Fruticultura. **Base de Dados dos Produtos**. 2016. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>>. Acesso em: 14 Agosto 2018.

FERNANDES, R. O. C.; **Desenvolvimento de massa alimentícia à base de mandioca (Manihot esculenta Cranz)**: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. 2017, 70f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campo Grande. 2017.

FERREIRA-FILHO, J. R.; SILVERA, H. F.; MACEDO, J. J. D.; LIMA, M. B.; CARDOSO, C. E. L.; **Cultivo, Processamento e Uso da mandioca**. 1. ed.; Brasília, 2013. 34 p.

GALLARDO, IRENIA; BOFFILL, YANET; OZUNA, YOANDRY; GÓMEZ, ORTELIO; PÉREZ, MARGARITA; SAUCEDO, ORLANDO; Producción de Bebidas Usando Sorgo Malteado Como Materia Prima Para Enfermos Celiacos. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, Santa Clara, v. 4, n. 1, p. 61-74. enero-marzo, 2013.

GOMES, L. O. F.; SANTIAGO, R. A. C.; Selma Nakamoto KOAKUZU, S. N.; Priscila Zaczuk BASSINELLO, P. Z.; Estabilidade microbiológica e físico-química de misturas para bolo sem glúten e qualidade dos bolos prontos para consumo. **Food Technology**. Campinas, v. 17, n. 4, p. 283-295, out. - dez. 2014.

GOMES, V. T. S.; GOMES, R. N. S.; GOMES, M. S.; VIANA, L. V. M.; CONCEIÇÃO, F. R.; AMORIM, L. M. M.; SOARES, L. E.; Benefícios da Biomassa de Banana Verde à Saúde Humana. In: XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência, 2016, Paraíba.

--- GROXKO, M.; Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2011/12 Mandiocultura. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008, 1020p.

LEON, T.M.; **Elaboração e Aceitabilidade de Receitas com Biomassa de Banana Verde**. 2018. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

MENDONÇA, C. D.; CIABOTTI, S.; MAGALHÃES, M. L.; CARLOS, F. G.; VITAL, A. R.; Interferência da adição de biomassa e farinha de banana verde (*musa* spp.) e farinha da casca de jabuticaba (*myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado *light*. **ForScience**: revista científica do IFMG, Formiga, v. 5, n. 2, out. 2017.

MENEZES, S. S. M.; **Sabores da Mandioca**: A Tradição do Consumo das Iguarias no Estado de Sergipe. Ponta de Lança, São Cristóvão, v.6, n. 12, 2013.

OLIVEIRA, D. C.; **Efeito da Secagem Solar e em Estufa Convectiva Sobre as Características Físico-Químicas e Reológicas do Polvilho Azedo**. 2017, 336f. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos - Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis. 2017.

OLIVEIRA, D. L.; KOLAKOWSKI, A. P.; SIMÕES, D. R. S.; LOS, P. R.; DEMIATE, I. M.; Biscoitos tipo *cookie* sem glúten formulados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca. **Revista brasileira de Tecnologia e Agroindústria**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 2502-2522, jul. - dez. 2017.

PASCOAL-FILHO, W.; SILVEIRA, G. S. R.; **Cultura da Mandioca** (*Manihot esculenta* subsp. *esculenta*), 2012, p. 6.

PEREIRA, A. D.; **Desenvolvimento e Avaliação Sensorial de Bolos e Biscoitos Utilizando como Ingrediente a Farinha de Resíduo do Caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2016, 67f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, 2016.

PIEDRAFITA, Y. A.; LAZÁRO, S. S.; Enfermedad celíaca; **Medicine**. v.12, n.4, p.168-77. 2016.

PINTO, J. V.; **Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios**. 2015, 66f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

QUEIROZ, A. M.; ROCHA, R. F. J.; GARRUTI, D. S.; SILVA, A. P. V.; ARAÚJO, Í. M. S.; Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 20, p. 1-11, 2017.

RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. O. Banana verde (*Musa* spp): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Revista UNINGÁ**, Maringá, v. 20, n.3, p. 43-49, out-dez, 2014.

REAL-DELOR, R. E.; CENTURIÓN-MEDINA, I. C.; Calidad de Vida en Adultos de Paraguay Con Enfermedad Celiaca; **Revista Internacional de Ciencias de la Salud**., Paraguay, v. 15, n. 1, p. 61-70, enero - abril. 2018.

RINALDI, M.; PACIULLI, M.; CALIGIANI, A.; SCAZZINA, F.; CHIAVARO, E.; Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelflife evaluation. **Food Chemistry**. Parma, v. 224, p. 144–152. 2017.

RODRIGUES, L. M. S.; VIEIRA, A. F.; CONSTANTINO, J. S. F.; SILVA, L. P. F. R.; ALMEIDA, R. D.; Elaboração e Avaliação da Textura Instrumental de Bolos sem Glúten e sem Lactose de Biomassa de Banana Verde Durante Armazenamento. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 402 - 406. 2017.

SANTOS, I. M. S.; PEIXOTO, D. G. ; BRITO, E. P. O.; Percepção dos indivíduos celíacos acerca da contaminação dos cosméticos com glúten. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, Maceió, v. 36, n.2, p.173-179. 2015.

SANTOS, J. R.; BOÊNO, J. A. Muffins isentos de glúten e lactose desenvolvidos com resíduo de polpa de graviola. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 3, p. 42-51, jul./set. 2016.

SCHLEI, K. P.; REITER, M. G. R. ;BERTOLI, S. L.; LICODIEDOFF, S.; CARVALHO, L. F.; SOUZA, C. K.; Microbiologia Preditiva: Aspectos Gerais e Tendências. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**. Blumenau, v.10, p.52-68, 2018.

SILVA, A.P.F.; BELLANI, F.O.; FERREIRA, M. C. M.; Desenvolvimento e Avaliação da Composição Centesimal do Macarrão sem Glúten. **Revista Iniciare**. Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 70-81, jan. /jun. 2017.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007 a. 552p.

SILVA, P. C.; ALMEIDA, P. D. V.; AZEVEDO, L. R. A.; GRÉGIO, A. M. T.; MACHADO, M. A. N.; LIMA, A. A. S.; Doença Celíaca: Revisão. **Clin. Pesq. Odontol.**, Curitiba, v.2, n.5/6, p. 401-406, jul.- dez. 2006.

SOUZA, R. G.; Mandioca: Raiz, Fécula e Farinha. Conab. **Conjunturas da Agropecuária**. 2015, p. 5.

TURKUT, G. M.; CAKMAK, H.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S.; Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. **Journal of Cereal Science**, Bornova Izmir, v.69. p.174-181. 2016.

VASCONCELOS, A. C. M.; **Modelagem Determinística do Crescimento de Bacillus Cereus em Função do Ph e Temperatura**. 2017, 50f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2017.