

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALESSANDRO TUROSSI DAS CHAGAS

BRUNA CRISTINA PALUDO

CAROLINE TIECHER CECCHET

LETICIA BEGOTTO BURATTI

SABRINA GRAINE MOZENA

BOLO TIPO MUFFIN ADICIONADO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E CHIA

Xanxerê

Novembro de 2022

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALESSANDRO TUROSSI DAS CHAGAS

BRUNA CRISTINA PALUDO

CAROLINE TIECHER CECCHET

LETICIA BEGOTTO BURATTI

SABRINA GRAINE MOZENA

BOLO TIPO MUFFIN ADICIONADO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E CHIA

Trabalho Integrador do curso
Técnico em Alimentos
Integrado ao Ensino Médio do
Instituto Federal de Santa
Catarina para aprovação na
disciplina de Trabalho
Integrador

Orientador: Fernanda Teixeira
Macagnan

Xanxerê

Novembro de 2022

ALESSANDRO TUROSSI DAS CHAGAS,
BRUNA CRISTINA PALUDO
CAROLINE TIECHER CECCHET
LETICIA BEGOTTO BURATTI
SABRINA GRAINE MOZENA

BOLO TIPO MUFFIN ADICIONADO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE E CHIA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Xanxerê, 09, Novembro, 2022

Prof^a. Fernanda Macagnan^a, Dr^a

Orientadora

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof^a Giovana Bianca Darolt Hillesheim., Dr^a

Avaliadora

Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa pesquisa e projeto, especialmente nossa Orientadora Professora Fernanda Macagnan e a Professora Manoela Alano Vieira, que desde o início, foram um exemplo profissional de apoio, confiança e carinho, muito além da orientação e da amizade. Nossos sinceros agradecimentos a vocês.

RESUMO

Os alimentos funcionais vêm sendo cada vez mais procurados no mercado alimentício por fornecer além de nutrientes essenciais, muitos benefícios para a saúde, em especial a fibra alimentar, cujo consumo adequado está relacionado com a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e câncer de cólon. Contudo, o consumo de fibra alimentar ainda é muito baixo pela população, por isso, o desenvolvimento de produtos enriquecidos ou fontes desse composto bioativo torna-se uma alternativa interessante para contribuir com a saúde do consumidor. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde (fonte de fibra alimentar do tipo amido resistente) e chia (fonte de fibras e ácido linolênico), utilizando assim as propriedades funcionais de cada componente a favor de um produto alimentar mais saudável. Após a obtenção da biomassa foram elaboradas três formulações, sendo uma padrão (FP), sem adição dos ingredientes funcionais, e outras duas com 5 gramas de chia e com 30% (BM 30%) e 50% (BM 50%) de biomassa em substituição a farinha de trigo. Os bolos foram submetidos a análises tecnológicas e sensoriais. A adição de biomassa e chia influenciou negativamente ($p < 0,05\%$) no índice de expansão do bolo, principalmente para a formulação BM 50%, devido à diluição do glúten e sua interação química com o material fibroso, inviabilizando essa formulação. A substituição de 30% resultou em *muffins* com boa intenção de compra e índice de aceitabilidade superior a 80% para todos os parâmetros avaliados (cor, aroma, sabor, textura e aceitação global), não diferindo da formulação FP, tornando-se uma ótima alternativa para enriquecimento funcional ao bolo. Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho buscou conhecer e divulgar informações acerca dos benefícios desses compostos bioativos através da realização de um produto funcional e com boas propriedades sensoriais.

Palavras-Chave: Alimentos funcionais, amido resistente, fibra alimentar, análise sensorial.

ABSTRACT

Functional foods have been increasingly sought in the food market, they can provide many benefits to the health in addition to the essential nutrients. The adequate consumption of dietary fiber is associated with the prevention of non-communicable chronic diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases and colon cancer. Nevertheless, the consumption of dietary fiber is still very low by the population, so the development of products enriched or sources of these bioactive components become an interesting alternative to contribute with the health of the consumer. In this way, this article aims to develop a cake of a muffin type based on green banana biomass (source of dietary fiber of resistant starch type), added of chia (source of fiber and linolenic acid), looking for the functional properties of each component to make the product more healthier. After obtaining the biomass, three formulations were elaborated, one being a pattern (PF), without functional ingredients, and two others with 5 grams of chia with 30% (BM 30%) and 50% (BM 50%) of biomass replacing the flour. After that, the muffins were submitted to technological and sensorial analyses. The addition of green banana biomass and chia influenced negatively ($p < 0,05\%$) in the cake expansion factor, mainly for the BM 50% formulation, because of the gluten dilution and his chemical interaction with the fibrous material, making this formulation unviable. The 30% substitution resulted in muffins with good buying intention and acceptability index higher than 80% for all parameters analyzed (color, flavor, taste, texture and overall acceptance), not differing from the FP formulation, becoming a great alternative for functional enrichment of the muffin. Basically, the development of this work sought to know and disseminate information about the benefits of these bioactive compounds, through the production of a functional product with good sensory properties, which had satisfactory results within the analyses performed.

Keywords: Functional foods, resistant starch, dietary fiber, sensorial analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma das etapas envolvidas na elaboração e análises do muffin.....	22
Figura 2: Etapas do processo de obtenção da biomassa de banana verde.....	23
Figura 3: Etapas de elaboração do muffin padrão.....	25
Figura 4: Processamento do muffin com adição de 30% e 50% de biomassa de banana verde.....	26
Figura 5: Caracterização dos muffins padrão, 30% e 50% com adição de biomassa de banana verde.....	27
Figura 6: Ficha de análise sensorial do bolo tipo muffin.....	28
Figura 7: Aspecto de expansão dos muffins padrão, 30% e 50% com adição de biomassa de banana verde.....	31
Figura 8: Faixa etária dos julgadores	32
Figura 9: Porcentagem do índice de aceitabilidade dos parâmetros sensoriais.....	33
Figura 10: Intenção de compra dos julgadores	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de duas fontes com análises físico-químicas da biomassa de banana verde	18
Tabela 2: Formulações de teste do bolo tipo muffin adicionados de biomassa de banana verde e chia	24
Tabela 3: Características tecnológicas das formulações do bolo tipo muffin com e sem adição de biomassa de banana verde e chia	30
Tabela 4: Valores médios de aceitabilidade e intenção de compra referentes aos atributos avaliados nas formulações com e sem adição de biomassa de banana verde e chia	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
	1.1 Objetivos	12
	1.1.1 Objetivo geral.....	12
	1.1.2 Objetivo específico	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
	2.1 Alimentos Funcionais.....	12
	2.2 Fibra Alimentar.....	13
	2.3 Amido Resistente.....	14
	2.4 Biomassa de Banana Verde.....	15
	2.5 Muffin.....	19
	2.6 Chia.....	19
	2.7 Chocolate.....	20
	2.8 Café.....	21
3	METODOLOGIA.....	21
	3.1 Elaboração da biomassa de banana verde.....	22
	3.2 Elaboração do bolo tipo muffin	23
	3.3 Análise tecnológica	26
	3.4 Análise sensorial	27
	3.5 Análise estatística	29
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	29
	4.1 Análises tecnológicas dos bolos e de composição química.....	29
	4.2 Análise sensorial.....	31
5	CONCLUSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação com a saúde, bem-estar e até mesmo aparência física, práticas comprovadas como saudáveis vêm sendo frequentemente adotadas pela população. Muitas dessas práticas dizem respeito à alimentação, e produtos que fornecem grandes quantidades de nutrientes e compostos bioativos estão sendo cada vez mais procurados pelos consumidores. Em meio a esses produtos, destacam-se os alimentos funcionais.

Alimentos funcionais são definidos como alimentos e componentes alimentares que, além da nutrição básica, trazem benefícios à saúde da população. Essas substâncias fornecem nutrientes essenciais muitas vezes além da quantidade necessária para manutenção, crescimento e desenvolvimento normais e outros componentes biologicamente ativos que trazem benefícios de saúde ou têm efeitos fisiológicos desejáveis, segundo o Instituto de Tecnólogos de Alimentos (*Institute of Food Technologist - IFT*) (OLIVEIRA, 2019).

Dentre os principais alimentos ou ingredientes considerados funcionais estão as fibras alimentares. De acordo com uma definição elaborada pela Associação Americana de Químicos de Cereais (*American Association of Cereal Chemists - AACC*) em 1999, a fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra alimentar inclui polissacarídeos vegetais, como celulose, hemiceluloses, pectinas, gomas e mucilagens, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas de plantas (CATALANI et al, 2003; MACAGNAN, SILVA, HECKTHEUER, 2016), e mais recentemente o amido resistente (WALTER, SILVA, EMANUELLI, 2005; FUENTES-ZARAGOZA et al., 2011; MACAGNAN, SILVA, HECKTHEUER, 2016).

O amido resistente é a soma do amido e produtos de sua degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, ou seja, que resistem à digestão. Como não são hidrolisados pelas enzimas digestivas, esse tipo de amido não fornecerá glicose ao organismo, mas será fermentado no cólon, comportamento fisiologicamente semelhante ao da fibra solúvel. Devido a essa semelhança, considera-se que muitos dos efeitos benéficos à saúde relacionados ao consumo do amido resistente sejam similares ao da fibra alimentar, e, por este motivo, normalmente é considerado como um componente desta (WALTER, SILVA, EMANUELLI, 2005; FUENTES-ZARAGOZA et al., 2011).

Um alimento fonte importante de amido resistente é a banana verde. A polpa da banana verde, em si, não apresenta sabor, assim não interfere no sabor dos alimentos. Quando verde e

cozida, a banana perde tanino, responsável pela adstringência, tornando-se um alimento funcional do tipo prebiótico, composta por amido resistente possuindo propriedade análoga à fibra alimentar. Os componentes biológicos presentes em sua composição são primordiais para promoção dos efeitos metabólicos e fisiológicos que auxiliam na prevenção de doenças, com isso, evidencia-se que esse alimento pode ser direcionado a benefícios específicos que vão desde o bem estar físico e mental à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (ORMENESE, 2010).

O amido resistente presente na banana possui também como uma de suas características a sensação de maior saciedade, prevenindo substancialmente o acúmulo de gordura que provoca o sobrepeso e a obesidade (FREITAS, 2002). Da mesma forma vale ressaltar, que o amido resistente favorece o aumento do volume fecal, modifica a microflora do cólon, aumenta a excreção fecal de nitrogênio e, conseqüentemente, reduz o risco de câncer de cólon (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

Outro alimento rico em fibras que merece destaque na atualidade pelas suas propriedades funcionais é a semente de chia, uma planta herbácea anual que pertence à família Lamiaceae. Recente avaliação de suas propriedades e possíveis utilizações mostrou que essa planta possui um elevado valor nutricional, sendo uma fonte importante de α -linolênico (ômega-3) (PEIRETTI; GAI, 2009). A presença desses ácidos graxos na dieta garante uma diminuição da ocorrência de doenças cardiovasculares, visto que doenças crônicas continuam sendo a principal causa de morte e de incapacidade nos países industrializados e que também estão crescendo rapidamente nos países não industrializados (COELHO, 2014). A chia também apresenta alto conteúdo de proteína e compostos antioxidantes (PEIRETTI; GAI, 2009), tornando-se um ingrediente interessante para ser adicionado aos alimentos para melhorar o seu potencial funcional.

A semente de chia pode ser consumida sozinha (in natura) ou adicionada a iogurtes, saladas, sopas, frutas e sucos além de estar sendo muito utilizada na elaboração de preparações complexas, como pães, bolos, biscoitos, geleias, bebidas e embutidos (COSTA, et al, 2016).

Nesse sentido, o presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde (fonte de amido resistente) e chia (fonte de fibras, ômega 3, proteína e antioxidantes), a fim de obter um produto que possua propriedades funcionais e boas características sensoriais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde e de chia.

1.1.2 Objetivo específico

- Estudar as propriedades funcionais da biomassa de banana verde e da chia;
- Produzir a biomassa de banana verde, a partir do estudo de metodologias disponíveis na literatura científica;
- Testar diferentes concentrações de biomassa na formulação de bolos tipo muffin em substituição a farinha de trigo;
- Avaliar tecnologicamente as formulações propostas com diferentes teores de biomassa;
- Analisar a formulação que apresentar melhores propriedades tecnológicas quanto à aceitabilidade e intenção de compra em comparação a uma formulação padrão (sem biomassa e chia).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos funcionais

Alimento é definido como qualquer substância transformada, semi-processada ou crua, que se destina ao consumo humano, ou que tenha sido utilizada em sua fabricação, preparo ou tratamento. Os alimentos têm como função básica fornecer os nutrientes para o corpo, essa função é provavelmente reconhecida em qualquer parte do mundo e em qualquer período da história. O adequado fornecimento de nutrientes é definido como função primária. Já a função secundária é considerada a satisfação sensorial do consumidor, como gosto e sabor. Uma nova função dos alimentos, envolvida na prevenção de doenças pela modulação de sistemas como imunológico, endócrino, nervoso, circulatório e digestório vem sendo estudada o que trás a sugestão de uma função terciária, que seria desempenhada pelos alimentos funcionais. (PEDROSA, 2015)

Podemos considerar um alimento funcional quando o mesmo possui funções benéficas para o corpo humano, além de ser benéfico para a saúde e nutricionalmente adequado, proporciona bem-estar à saúde e auxilia para a redução do risco de doenças. Os alimentos funcionais são alimentos que podem ser combinados a outros produtos comestíveis de alta flexibilidade com moléculas biologicamente ativas, com objetivo de corrigir distúrbios

metabólicos, resultando em redução dos riscos de doenças e manutenção da saúde (MORAES, 2006).

Esse termo, “alimentos funcionais” e seu conceito, foi proposto pela primeira vez em 1984 no Japão, quando se investigou uma nova função para os alimentos sob o patrocínio do Ministério da Educação, Ciência e Cultura. Na década de 80, com o envelhecimento da população japonesa e os possíveis problemas de saúde decorrentes dele, a atenção pública voltou-se para a prevenção de doenças relacionadas à idade e sua relação com a dieta, com o intuito de diminuir os custos dos cuidados com a saúde naquele país. Os alimentos funcionais não possuem uma definição universalmente aceita. O conceito varia de acordo com o país e é influenciado por vários fatores como diferenças culturais, abordagem da ciência nutricional, hábitos alimentares, situação da saúde pública e as diferenças na relação “mercado e consumidor” (PEDROSA, 2015).

No Brasil, as resoluções que regulamentam diretamente os alimentos funcionais são emitidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde: Resolução da ANVISA/MS 18/99 – Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos (ANVISA, 1999).

2.2 Fibra alimentar

Dentre os alimentos funcionais, encontram-se as fibras alimentares, as quais vêm ganhando grande destaque nas áreas de nutrição e saúde por diversos especialistas. As fibras alimentares formam um conjunto de substâncias derivadas predominantemente de vegetais, as quais são resistentes à ação das enzimas digestivas humanas (MATTOS et al, 2000). De acordo com a *American Association of Cereal Chemists (AACC)* a fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Na sua composição inclui-se polissacarídeos vegetais (como celulose, hemiceluloses, pectinas, gomas e mucilagens, oligossacarídeos), lignina e substâncias associadas de plantas, como os compostos antioxidantes (CATALANI et al, 2003; MACAGNAN, SILVA, HECKTHEUER, 2016), e mais recentemente o amido resistente (WALTER, SILVA, EMANUELLI, 2005; FUENTES-ZARAGOZA et al., 2011; MACAGNAN, SILVA, HECKTHEUER, 2016).

As fibras alimentares podem ser classificadas de acordo com a solubilidade em água de seus componentes, sendo agrupadas em duas grandes categorias: fibras solúveis e insolúveis.

As fibras alimentares podem ser classificadas de acordo com a solubilidade em água de seus componentes, sendo agrupadas em duas grandes categorias: fibras solúveis e insolúveis. As fibras solúveis incluem a maioria das pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. São encontradas em frutas, farelo de aveia, cevada e leguminosas. As fibras solúveis quando dissolvem-se em água formam géis viscosos, sendo capaz de aumentar o tempo de trânsito intestinal, reduzir a velocidade do esvaziamento gástrico, atrasar a absorção de glicose, reduzir a glicemia pós-prandial e o colesterol sanguíneo. Além disso, a fibra solúvel é altamente fermentável, contribuindo para o equilíbrio da microbiota intestinal e para a produção de ácidos graxos de cadeia curta, fundamentais para a saúde intestinal (CATALANI et al, 2003).

Já as fibras insolúveis são compostas por celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina e taninos, sendo encontradas predominantemente em vegetais folhosos e grãos. Essa fração da fibra não forma géis por não se dissolver em água, e tem fermentação limitada (BERNAUD, RODRIGUES, 2009), estando mais relacionadas à melhora da motilidade intestinal, diminuição do risco de aparecimento de hemorróidas, diverticulites, infecções intestinais e câncer de cólon, além de promover o aumento do bolo fecal e do estímulo do movimento peristáltico, acelerando o trânsito intestinal (SECCO, 2021).

O consumo de fibras alimentares proporciona inúmeros benefícios, como na fisiologia do cólon, alterando as características físico-químicas do bolo alimentar, estimulando o peristaltismo intestinal e aumentando a frequência de evacuações, beneficiando quem sofre com problemas de constipação intestinal. Além disso, as fibras auxiliam no combate à obesidade por proporcionarem uma sensação de saciedade, aumento na oxidação de lipídios e na diminuição das reservas corporais de gordura (CATALANI et al, 2003).

2.3 Amido resistente

O amido resistente é altamente resistente à digestão pelas enzimas digestivas humanas, podendo ser definido como a soma do amido e produtos de sua degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis. Dessa forma, esse amido não fornecerá glicose ao organismo, mas será fermentado no intestino grosso. Por apresentar efeitos fisiológicos muito semelhantes ao da fibra alimentar, pode ser considerado um componente desta (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

O amido resistente pode ser classificado em quatro tipos: AR1, AR2, AR3, AR4 e AR5. O tipo AR1 é verdadeiramente inacessível, pois se encontra presente em grãos e sementes que

são em parte trituráveis devido à presença de paredes celulares rígidas. O tipo AR2 encontra-se presente em batatas cruas e bananas verdes. Já o AR3, que corresponde a maioria do amido ingerido pelo homem, surge a partir do processo de retrogradação do amido, geralmente presente em alimentos processados, cozidos e resfriados. E o tipo AR4 consiste no amido quimicamente modificado(WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005). Enquanto que o tipo AR5 é classificado como aquele que forma complexos de helicoidais com os ácidos graxos, com isso, ocorre uma dificuldade da ação da alfa-amilase, e o complexo da amilose-lipídios englobaria moléculas de amilopectina. Além disso, as estruturas apresentam capacidade de se recomplexarem após o aquecimento. Existe uma segunda possível proposta para esse tipo de amido resistente, na qual consiste que as maltodextrinas poderiam ser classificadas como AR5 (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019).

Com isso, é possível concluir que alimentos crus e processados contêm quantidades relativas boas de amido resistente, porém, este fator depende da fonte botânica e do tipo de processamento, como moagem, cozimento e resfriamento (MUIR & O'DEA, 1993; GOÑI et al., 1996).

A digestibilidade do amido poderá ser afetada por fatores intrínsecos, como a presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores da a-amilase e de polissacarídeos não amiláceos (GOÑI et al. 1996; THARANATHAN, 2002); e também por fatores extrínsecos, como tempo de mastigação (determina a acessibilidade física do amido contido em estruturas rígidas), tempo de trânsito do alimento da boca até o íleo terminal, concentração de amilase no intestino, quantidade de amido presente no alimento e a presença de outros componentes que são capazes de retardar a hidrólise enzimática (ENGLYST et al., 1992; THARANATHAN, 2002).

O amido resistente compartilha muitas das características físico-químicas e benefícios atribuídos à fibra alimentar no trato gastrointestinal. O amido resistente presente na banana, por exemplo, possui como uma de suas características a sensação de maior saciedade, prevenindo substancialmente o acúmulo de gordura que provoca o sobrepeso e a obesidade (FREITAS, 2002). Da mesma forma vale ressaltar que o amido resistente favorece o aumento do volume fecal, modifica a microflora do cólon, aumenta a excreção fecal de nitrogênio e, conseqüentemente, reduz o risco de câncer de cólon (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

2.4 Biomassa de banana verde

A fruta tropical mais consumida no mundo é a banana (*Musa spp.*), que apresenta cerca de 30 espécies e mais de 700 variedades. Além de conter elevados valores nutricionais, ela é acessível e disponível a grande parte da população durante todo o ano. No mundo, chega a ser o 4º alimento mais consumido, tendo uma produção de 7,1 milhões de toneladas de banana (EMBRAPA, 2016).

Na dieta dos brasileiros, a banana é um alimento bastante presente devido ao seu sabor e ao seu alto valor nutritivo. 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, em pequena quantidades, como a albumina e a globulina, e fonte de aminoácidos como a asparagina, glutamina e histidina, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo (ADÃO, GLÓRIA, 2005). Seu papel no organismo dá-se por regular a pressão sanguínea, depressão, câibras (pela grande quantidade de potássio que mantém o equilíbrio eletrolítico do organismo), tabagismo, estresse e úlcera (ALMEIDA, 2014).

A melhor aceitação da banana é ela madura por apresentar aspectos sensoriais e nutricionais, sendo uma boa fonte de energia por oferecer carboidratos e minerais como o potássio e vitaminas (SILVA et al, 2016). Contudo, a utilização da banana verde está cada vez mais difundida devido aos benefícios à saúde relacionados ao seu consumo na forma de farinha ou biomassa.

A polpa da banana verde apresenta-se como uma massa com elevado teor de amido resistente e baixo teor de açúcares e compostos, onde o amido irá resistir à digestão no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentado no intestino grosso pelas bactérias da flora intestinal, portanto terão um comportamento similar ao das fibras alimentares (ORMENESE, 2010).

A polpa da banana verde, em si, não apresenta sabor, assim não interfere no sabor dos alimentos. Quando a banana verde é cozida, perde tanino, elemento antinutricional responsável pela sua adstringência, tornando-se um alimento funcional do tipo prebiótico, composta por amido resistente. Os componentes biológicos presentes em sua composição são primordiais para promoção dos efeitos metabólicos e fisiológicos que auxiliam na prevenção de doenças, com isso, evidencia-se que esse alimento pode ser direcionado a benefícios específicos que vão desde o bem estar físico e mental à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (ORMENESE, 2010).

A biomassa consiste, de modo geral, em uma pasta da banana verde que atua como um excelente espessante, e por ser destituída de sabor, pode ser empregada em muitos pratos, não alterando o gosto dos alimentos. A biomassa também contribui para o aumento do volume do alimento, além de incorporar vitaminas, minerais, e fibras (RANIERI et al, 2014). Existem três tipos de processamento da biomassa: a biomassa da polpa de banana verde, da casca de banana verde e a biomassa integral na qual se utiliza casca e a polpa. (VALLE; CAMARGOS, 2004).

No método convencional, onde se utiliza a polpa da banana verde, as bananas com a casca devem ser lavadas com água e uso de esponjas, em seguida devem ser colocadas numa panela de pressão adicionando água até cobrir toda a fruta, deixando-a cozinhar por cerca de 20 minutos. Após o cozimento devem ser retiradas as cascas e a polpa deve ser processada por meio de moagem ainda quente, até que se obtenha uma pasta homogênea. Um dos componentes essenciais presente na biomassa é o amido resistente (AR), que se encontra presente quando a fruta ainda está verde, pois à medida que ocorre o amadurecimento este é convertido em açúcares como dissacarídeos (RANIERI et al, 2014).

A composição da biomassa pode variar em função da matéria-prima (variedades e grau de maturação) utilizada, formas de processamento e armazenamento. As características físico-químicas e composição centesimal da biomassa de banana verde submetida à esterilização em autoclave (SENA et al., 2020) e a média de amostras submetidas a diferentes formas de processamento (cozimento sob pressão 5 ou 10 minutos) e armazenamento sob refrigeração ou congelamento, (RIQUETTE et al., 2019) estão representadas na Tabela 1.

Caso não se utilize imediatamente a massa, é adequado guardar a polpa em saco plástico hermeticamente fechado na geladeira, onde se conservará por no máximo oito dias. Ela também pode ser guardada por três a quatro meses no congelador, mas necessitará de um reprocessamento (VALLE; CAMARGOS, 2004).

Na área de alimentos, a biomassa de banana verde apresentou diversos resultados positivos, como por exemplo, na substituição parcial da gordura (MARTINS, 2017) e na substituição parcial da farinha de trigo (WATANABE, 2014). Estudos mostram que a banana verde, como farinha ou purê (biomassa), já foi aplicada a diversos alimentos, como massas de brigadeiros (LEON, 2010), pães (DO NASCIMENTO MONTEIRO, 2019), bolos (DA CRUZ, 2016) e, até mesmo, no enriquecimento de produtos cárneos como empanados de frango (SILVA; DINIZ, 2016), hambúrgueres (DOS ANJOS, 2021), almôndegas de frango (GONÇALVEZ, 2020), mostrando-se uma alternativa tecnológica aplicável para a produção de alimentos com uma boa qualidade sensorial.

Dessa forma, apesar do consumo da banana verde ser baixo devido a sua adstringência, apresenta uma variedade rica de nutrientes e vitaminas, que ajudam em seu alto valor energético e faz com que o alimento se constitua em uma excelente alternativa de consumo na forma de biomassa para melhorar a funcionalidade da dieta (DE OLIVEIRA, 2016).

Tabela 1: Características físico-químicas e de composição centesimal da biomassa de banana verde.

Características	Valores médios	
	RIQUETTE et al. (2019) ¹	SENA et al. (2020) ²
Amido Resistente (%)	8,25	3,40
Carboidratos (%)	17,12	21,06
Cinzas (%)	0,55	0,65
Compostos fenólicos (mg ácido gálico/100g)	274,06	77,37
Fibras (%)	2,30	2,55
Lipídeos (%)	0,33	0,13
Proteínas (%)	1,44	0,81
Umidade (%)	78,30	75,37
Valor calórico total/100g	-	88,52
Vitamina C (mg/100g)	32,20	-
Atividade de água	-	0,95
pH	-	4,00
Rendimento	-	84,00

1 - Valores médios de composição química da biomassa de banana verde *Musa* spp. cozida sob pressão (5 e 10 min) logo após cozimento, ou após armazenamento sob refrigeração ou congelamento.

2 - Características físico-químicas e de composição centesimal da biomassa de banana verde Terra Maranhão submetida à esterilização em autoclave.

2.5 Muffin

O mercado de bolos prontos tem apresentado tendências de crescimento. Nos últimos anos, empresas que trabalham com pães, biscoitos e torradas ingressaram no mercado de bolos, a fim de diversificar sua linha de produtos. Outra forte tendência no mercado de bolos industrializados é a linha de “merendas”, ou seja, pequenos bolos em embalagens individuais (PAVANELLI, CHIELLO, PALMA, 2000).

Muffin é uma espécie de bolo, produto de panificação, de preparo rápido, geralmente de sabor doce, servido acompanhando refeições ou como snack. A massa de muffin é composta de mistura complexa de ingredientes; basicamente, a fórmula padrão é composta por elevado nível de açúcar e níveis variáveis de óleo, farinha, ovos e fermento em pó. Apresenta estrutura porosa típica e alto volume (BAIXAULI et al., 2008). A inclusão de ingredientes alimentícios com alto teor de fibra em produtos de panificação, pode contribuir para uma maior funcionalidade do produto e no aumento do consumo de fibras pela população brasileira. Assim, o bolo tipo muffin se torna uma alternativa interessante para isso, já que é um alimento prático, atrativo e que pode ser incorporado na alimentação diária.

2.6 Chia

Outro alimento rico em fibras é a semente de chia, uma planta herbácea anual que pertence à família Lamiaceae. Recente avaliação de suas propriedades e possíveis utilizações mostrou que essa planta possui um elevado valor nutricional com alto conteúdo de ácido α -linolênico (ω -3) e linoléico (ω -6), antioxidantes, fibra dietética e proteína (PEIRETTI, GAI, 2009). A presença desses ácidos graxos na dieta garante uma diminuição da ocorrência de doenças cardiovasculares, visto que doenças crônicas continuam sendo a principal causa de morte e de incapacidade nos países industrializados e que também estão crescendo rapidamente nos países não industrializados (COELHO, 2014).

As sementes de chia são utilizadas como suplementos nutricionais, bem como na fabricação de barras, cereais matinais e biscoitos nos Estados Unidos, América Latina e Austrália (COELHO, 2014). A semente de chia pode ser consumida sozinha (in natura) ou

adicionada a iogurtes, saladas, sopas, frutas e sucos além de estar sendo muito utilizada na elaboração de preparações complexas, como pães, bolos, biscoitos, geleias, bebidas e embutidos (COSTA, ROSA, 2016),

As sementes de chia possuem uma quantidade significativa de lipídios (cerca de 40% do peso total da semente, sendo quase 60% como ômega-3) e também fibra dietética (mais de 30% do peso total), ambos componentes importantes da dieta humana, e proteínas de elevado valor biológico (cerca de 19% do peso total). Além disso, contém minerais, vitaminas e antioxidantes naturais como tocoferóis (238-427 mg.kg⁻¹) e polifenóis, sendo os principais compostos fenólicos o ácido clorogênico, ácido cafeico, quercetina e kaempferol (IXTAINA et al., 2011), que protegem os consumidores contra algumas condições adversas, tais como doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (COELHO, 2014).

A alta quantidade de fibras da semente de chia pode aumentar a saciedade e diminuir o consumo de energia (COELHO, 2014). A sua ingestão também tem efeitos benéficos para a superação de fatores de risco associados ao aparecimento de várias doenças crônicas e de importância para a saúde pública como a obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes do tipo 2 (OLIVOS-LUGO et al., 2010). A partir disso, a semente de chia torna-se um ingrediente interessante para ser incorporada em produtos alimentícios a fim de enriquecê-los nutricionalmente.

2.7 Chocolate e cacau

O chocolate é um produto descendente do processamento das sementes do cacau. Atualmente é considerado uma das grandes fontes alimentares de polifenóis, contribuindo na dieta para a ingestão destes potentes compostos antioxidantes. De acordo com um estudo publicado em 2003, o chocolate é um dos produtos mais consumidos no Brasil e no mundo (D'EL-REI, MEDEIROS, 2011).

As sementes de cacau já eram utilizadas desde a antiguidade de forma terapêutica pelos maias e astecas, como estimulante, pomada analgésica, bebida energética, consumida pelos guerreiros antes das batalhas. Os incas consideravam a bebida à base de cacau, como uma bebida dos deuses, uma associação que deu origem ao nome científico do cacauzeiro, *theobroma cacao*, das palavras gregas *theo* (Deus) e *broma* (bebida). O cacau, um dos alimentos ricos em polifenóis, apresenta grande capacidade antioxidante e teor de flavonoide. (D'EL-REI, MEDEIROS, 2011).

O perfil de polifenóis do cacau assegura que ele tenha uma capacidade antioxidante de grande importância. Os flavonoides mais presentes nestes grãos são a epicatequinas, catequinas e procianidinas. Os compostos fenólicos do cacau apresentam efeitos antioxidantes e antiaterogênicos, também possuem atividade anti inflamatória que previne a ocorrência de vários eventos cardiovasculares, com o aumento do colesterol-HDL, diminuição da oxidação do colesterol-LDL, inibição da agregação plaquetária e redução da adesão das células vasculares, melhorando função endotelial e reduzindo a pressão arterial. Também age diretamente no óxido nítrico estimulando uma maior vasodilatação (HENZ, et al, 2021). No corpo humano, os flavonóides apresentam boa estabilidade e tolerância ao pH ácido do estômago, alcançando o intestino delgado (D'EL-REI, MEDEIROS, 2011).

2.8 Café

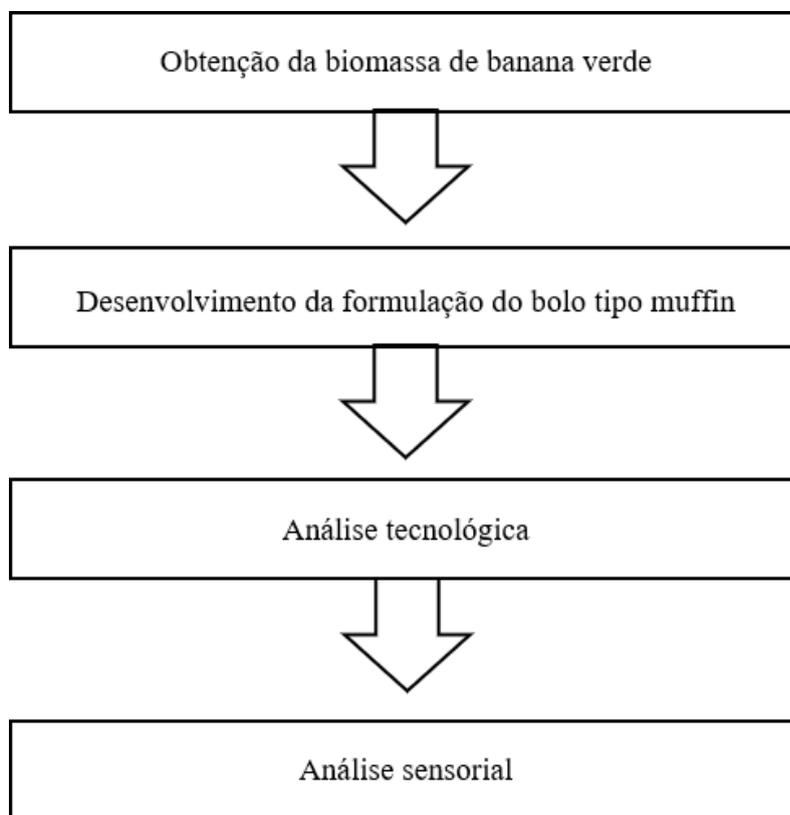
O café é uma das matérias-primas com maior importância no comércio internacional (ALVES et al., 2009). Na maioria das vezes ele é preferencialmente consumido como bebida, mas também pode ser atribuído a outros produtos, principalmente nos de panificação, como bolos, cookies e muffins.

Alguns estudos epidemiológicos recentes apontam para um papel neuroprotetor do café/cafeína em relação ao desenvolvimento de Alzheimer, independentemente de outros fatores. Além da cafeína, outras substâncias existentes no café como os compostos fenólicos, que apresentam ação antioxidante, poderão ter um papel essencial na proteção contra esta doença, reduzindo o *stress* oxidativo celular, através da neutralização de radicais livres (ALVES et al., 2009). Doses moderadas de cafeína interferem positivamente no humor, na disposição, e na performance cognitiva devido ao seu efeito psicoestimulante, por esse motivo, ele pode ser muito importante como antidepressivo (ALVES et al., 2009). A partir disso, torna-se interessante a implementação desse ingrediente em produtos alimentícios, com a finalidade de atribuir a eles uma maior funcionalidade e também contribuindo no aroma e sabor agradáveis.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde e chia foram necessárias algumas etapas, pode-se analisar o plano de etapas no Fluxograma apresentado abaixo (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma das etapas envolvidas na elaboração e análises do muffin.



Fonte: Autores, 2022

3.1 Elaboração da biomassa de banana verde

As bananas da variedade prata foram adquiridas em seu estágio de maturação verde, no comércio local de Xanxerê/SC, sendo transportadas para o laboratório do Câmpus logo em seguida, onde foram retiradas do cacho, sem exposição da polpa. Após, foram submetidas a lavagem, uma a uma, utilizando esponja com água e sabão, enxaguadas em água corrente e emergidas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos. Após, utilizando uma panela de pressão com água fervente, as bananas verdes com casca foram submetidas à cocção, por 20 minutos a 120°C. Ao término do cozimento, foram descascadas e a polpa, submetida ainda quente à trituração em processador até formar uma pasta homogênea (VIEIRA et al., 2022). Após, a biomassa de banana verde foi armazenada em potes de polipropileno e congelada em freezer a -18°C. As etapas do processo de obtenção da banana verde estão representadas no fluxograma abaixo (Figura 2) .

Figura 2: Etapas do processo de obtenção da biomassa de banana verde.



1. Separação das bananas do engaço; 2. Limpeza, sanitização (hipoclorito de sódio 200 ppm/15 min) 3. Cocção à 120°C por 20 min; 4,5. Homogeneização em processador; 6,7. Armazenamento e congelamento.

Fonte: Autores, 2022.

3.2 Elaboração do bolo tipo muffin

Após a obtenção da biomassa de banana verde e a aquisição dos demais ingredientes (farinha de trigo, ovos, açúcar, óleo de soja, leite, chocolate meio amargo, café, cacau, chia e fermento) no comércio local de Xanxerê/SC, foi dado início à produção do bolo tipo muffin no laboratório de processamento de alimentos do Câmpus.

Foram realizados testes preliminares com a substituição de 30% (BM 30%) e 50% (BM 50%) da farinha de trigo de uma formulação padrão (FP) pela biomassa de banana verde. Primeiramente, foi realizada a pesagem de todos os ingredientes utilizados na produção do bolo tipo muffin conforme formulações (Tabela 2).

Tabela 2: Formulações testes do bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde e chia.

Ingredientes	Formulações		
	FP	BM 30%	BM 50%
<i>Farinha de trigo</i>	100g	70g	50g
<i>Biomassa de banana verde</i>	-	30g	50g
Gema de ovo	30g	30g	30g
Clara de ovo	50g	50g	50g
Açúcar	50g	50g	50g
Óleo de milho	35g	35g	35g
Leite	50g	50g	50g
Chocolate	40g	40g	40g
Café	5g	5g	5g
Fermento	2g	2g	2g
Chia	-	5g	5g
Cacau	4g	4g	4g

Fonte: Autores, 2022.

FP = formulação padrão, sem a adição da biomassa de banana verde e chia; BM 30% e BM 50% = formulação com 30% e 50% de biomassa de banana verde em substituição a farinha de trigo, respectivamente.

O café foi solubilizado previamente no leite para obtenção de uma mistura mais homogênea quando incorporada na massa. As claras do ovo foram batidas em batedeira por 3 minutos em velocidade máxima e após, adicionado metade do açúcar, batendo por mais 3 minutos. Em outro recipiente foram adicionados os seguintes ingredientes: gema de ovo,

restante do açúcar, óleo de soja, leite com café e o cacau, os quais foram homogeneizados em batedeira por 5 minutos. Em seguida foi adicionada a biomassa de banana verde e a chia, homogeneizando por mais 5 minutos. Após, a farinha de trigo foi adicionada lentamente a essa mistura com auxílio de uma peneira e a massa final obtida misturada manualmente. Por último, foi incorporado a massa, a clara em neve, pedaços de chocolate meio amargo e o fermento químico, misturando manualmente para obtenção de uma massa uniforme.

Em seguida, foi realizada a pesagem das unidades do bolo tipo muffin (22g) nas formas de papel, e logo após levados ao forno previamente aquecido, na temperatura de 160°C por 10 minutos. Em seguida, os muffins foram retirados do forno e resfriados em temperatura ambiente.

Figura 3: Etapas de elaboração do muffin padrão



1. Separação dos insumos para elaboração do muffin padrão; 2. Homogeneização das claras em batedeira; 3. Homogeneização dos ingredientes; 4. Massa devidamente pronta e enformada; 5. Formulação padrão pós-cocção.
Fonte: Autores, 2022.

Figura 4: Processamento do muffin com adição de 30% e 50% de biomassa de banana verde



Formulação 50% devidamente pronta e enformada; 2. Formulação 50% pronta; 3. Formulação 30% pronta.

Fonte: Autores, 2022.

3.3 Análises tecnológicas

Para caracterização física dos muffins foram realizadas as análises tecnológicas de 10 amostras de cada formulação, tanto da padrão (FP) quanto das formulações experimentais (BM 30% e BM 50%). As medidas avaliadas foram: peso, altura e diâmetro antes e após a cocção. Esses parâmetros foram utilizados posteriormente para calcular a perda de massa (%), volume aparente (cm^3) e o índice de expansão (%).

Com o objetivo de avaliar a perda de massa durante a cocção, a pesagem dos muffins foi feita antes e após o forneamento. Para isso, foi efetuada a pesagem de quantidade de massa semelhante em todas as unidades (22g), com as forminhas previamente taradas. Depois de prontos, os muffins foram resfriados à temperatura ambiente e desinformados, para então serem novamente pesados (SANTOS et al., 2016).

As medidas de altura e diâmetro foram determinadas com o auxílio de paquímetro digital de 150 mm de medição linear (Digimess[®]). O volume aparente foi calculado através da expressão (AACC, 1995):

Onde: π é igual a 3,14; D é o diâmetro; e A é a altura, utilizando-se a média aritmética das medidas das amostras (AACC, 1995):

$$V = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times A$$

Foram também calculados os índices de expansão aparente dos *muffins* de acordo com a expressão descrita abaixo:

$$\% \text{ Índice de Expansão} = \frac{(\text{Volume pós cocção} - \text{Volume pré cocção})}{\text{Volume pré cocção}} \times 100$$

Figura 5: Caracterização dos muffins padrão, 30% e 50% com adição de biomassa de banana verde



Medição com o paquímetro das formulações padrão, e 30% de adição de biomassa de banana verde.
Fonte: Autores, 2022.

3. 4 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Campus Xanxerê, seguindo as metodologias estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL,2008). O objetivo da análise sensorial é o de conferir a aceitação de potenciais consumidores em relação às duas formulações de bolo desenvolvidas. Para isso, foram selecionados de forma aleatória 73 julgadores apreciadores do produto da comunidade acadêmica do IFSC, de ambos os sexos, não treinados, cuja faixa etária variou de 15 a 59 anos para avaliarem cada uma das formulações.

As amostras, com aproximadamente 20g cada uma, foram oferecidas de forma aleatória e monádica para serem avaliadas, codificadas com números de três dígitos correspondentes ao código de cada formulação. A análise sensorial foi realizada, em relação aos parâmetros de aroma, cor, sabor, textura e aceitação global, através de uma escala de 7 pontos variando de “gostei muitíssimo (7)” a “desgostei muitíssimo (1)” (Figura 6). Em seguida, o julgador avaliou

a amostra em relação a sua intenção de compra caso encontrasse ela à venda, utilizando-se uma escala de 5 pontos que vai de de “certamente compraria o produto (5)” a “certamente não compraria (1)” .

Os resultados de aceitação foram submetidos ao cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) descrito por Teixeira et al. (1987) conforme a equação abaixo:

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

Sendo:

A = Nota média obtida pela formulação

B = Nota máxima dada à formulação

Figura 6: Ficha de análise sensorial do bolo tipo muffin adicionado de biomassa de banana verde e chia:

FICHA AVALIATIVA	
Nome: _____	Idade: _____
	Amostra: _____
<p>Você está recebendo uma amostra de bolo tipo muffin com adição de biomassa de banana verde. Por favor, avalie a amostra servida, utilizando a escala abaixo, para dizer o quanto você gostou ou desgostou do produto elaborado.</p> <p>Obs: A aceitação global corresponde a quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral.</p>	
(1) desgostei muitíssimo	Aroma: _____
(2) desgostei muito	Aceitação global: _____
(3) desgostei moderadamente	
(4) indiferente	
(5) gostei moderadamente	
(6) gostei muito	
Comentários: _____	

<p>Com base em sua avaliação da amostra, indique na escala abaixo, sua intenção de compra, caso encontrasse o produto à venda.</p> <p>Intenção de compra: _____</p>	
(1) certamente não compraria	
(2) possivelmente não compraria	
(3) talvez compraria, talvez não compraria	
(4) possivelmente compraria o produto	
(5) certamente compraria o produto	

3.5 Análise estatística

Os resultados obtidos nas análises tecnológicas foram submetidos à análise estatística, utilizando de análise de variância (ANOVA) onde as médias obtidas foram comparadas através de teste de *Tukey* com nível de confiança de 95%. Os resultados dos testes de aceitação das formulações de muffin foram submetidos ao teste t-Student a um nível de significância de 5% usando o programa de estatística *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Já os dados da intenção de compra serão submetidos a análises de frequência e demonstradas através de histogramas elaborados pelo software Excel.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análises tecnológicas dos bolos e de composição química

Com base nos resultados tecnológicos apresentados (Tabela 3), estatisticamente, a diferença entre as três formulações do muffin com relação a perda de peso não foi significativa. A adição de biomassa de banana verde e o da chia não interferiram nesses resultados, graças à capacidade das fibras e da rede de glúten em reter água, o que ajudou na maciez e na retenção de umidade. Contudo, a adição desses ingredientes funcionais influenciou negativamente ($p < 0,05\%$) no volume aparente e conseqüentemente no índice de expansão do bolo, principalmente para a formulação BM 50%, inviabilizando a utilização desse nível mais alto de substituição da farinha de trigo pela biomassa.

Algumas pesquisas indicam que a diminuição do volume aparente em produtos de panificação elaborados com a adição de fibras alimentares pode estar diretamente relacionada com a diluição do glúten e as interações químicas entre o glúten e o material fibroso (SANTANGELO, 2006), algo evidenciado neste trabalho nos bolos adicionados de biomassa em substituição a farinha de trigo (rica em glúten).

Uma vez que o glúten composto pela gliadina e glutenina, possui propriedades de ambas as frações viscoelásticas, sendo responsável pela estrutura de produtos panificados formando uma rede viscoelástica que retém gases formados durante a fermentação da massa pelas leveduras, permitindo a expansão dos alimentos (WATANABE, 2014).

Estudos mostram que quando utilizada a biomassa de banana verde em forma de farinhas e purês, obtêm-se bons resultados tecnológicos, sendo bem incorporada no desenvolvimento de produtos alimentícios, tornando-se uma forma alternativa de substituição

a ingredientes convencionais, como a farinha de trigo no desenvolvimento de massas e produtos de panificação como bolos e pães.

Outro produto com resultado satisfatório no conceito estudado, foi realizado por Da Cruz et al., (2016), que da mesma semelhante, substituiu parcialmente o ingrediente farinha de trigo pela farinha de banana verde em bolos de caneca, obtendo alimentos com composição química adequada e boa aceitação pelos consumidores além de um maior valor nutricional e de forma contraditória ao observado neste trabalho, menor quantidade de água, superando a farinha de trigo tradicional. A explicação para a perda e o ganho de umidade que ocorrem continuamente de uma região para outra, é ocasionada devido ao equilíbrio dinâmico entre os componentes e o meio (LABUZA; HYMAN; 1998).

Ambos produtos alimentícios enriquecidos garantiram a suas composições um acréscimo de valor nutricional, isso devido a riqueza da biomassa de banana verde em potássio e minerais, tais como fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, nitrogênio, boro, cobre, manganês, zinco e ferro, como já discutidos anteriormente. Além das pesquisas nos mostrarem que na panificação, o elevado teor de umidade, por exemplo em pães, com farinha de banana verde, pode ser relacionado com o elevado teor de proteínas, composição de amido e baixo nível de lipídios, uma vez que esses componentes são hidrofílicos e possuem a capacidade de juntar mais moléculas de água (JUAREZ-GARCIA et al., 2006).

Tabela 3: Características tecnológicas das formulações de bolo tipo muffins com e sem adição de biomassa de banana verde e chia.

Parâmetros	Formulações		
	FP	BM 30%	BM 50%
Perda de peso (%)	5,11 ± 1,44 ^a	5,88 ± 1,03 ^a	6,67 ± 1,64 ^a
Volume aparente antes da cocção (cm ³)	7,14 ± 0,36 ^b	9,00 ± 0,41 ^a	4,49 ± 0,45 ^c
Volume aparente depois da cocção (cm ³)	44,00 ± 3,91 ^a	18,86 ± 0,98 ^b	6,92 ± 0,71 ^c
Índice de expansão aparente (%)	5,16 ± 0,48 ^a	1,05 ± 0,08 ^b	0,55 ± 0,20

Figura 7: Aspecto de expansão dos muffins padrão, 30% e 50% com adição de biomassa de banana verde

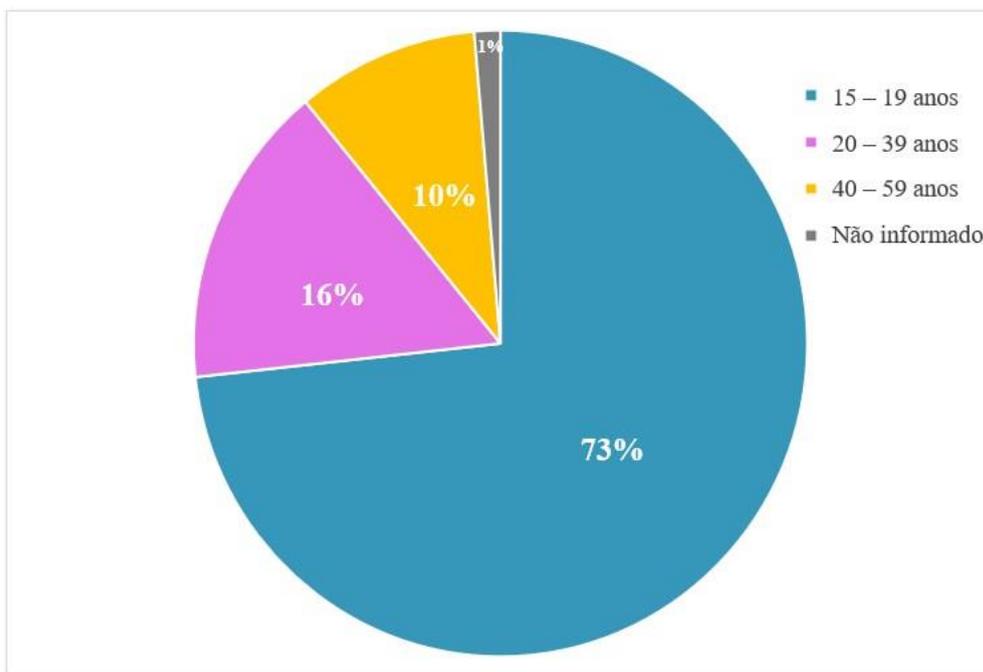


1, 2, 3. Formulação padrão, 30% e 50% de biomassa de banana verde.
Fonte: Autores, 2022.

4.2 Análise Sensorial

Devido ao resultado da análise tecnológica, foi selecionada a formulação BM 30% para ser avaliada sensorialmente em comparação à formulação FP (sem adição de biomassa e chia). Assim, para a análise sensorial foram avaliadas as respostas de 73 julgadores para cada formulação, totalizando 146 julgadores. Tendo em vista o levantamento da faixa etária dos julgadores foi possível analisar, que 73% (107 julgadores), são adolescentes entre 15 e 19 anos, 16% (23 julgadores) de 20 a 39 anos, 10% (14 julgadores) entre 40 e 59 anos e 1% (2 julgadores) que não informaram a idade (Figura 7).

Figura 8: Faixa etária dos julgadores



Fonte: Autores, 2022

Com base na média dos resultados para cada atributo (Tabela 4), conclui-se que a aceitabilidade dos aspectos sensoriais não tiveram diferenças significativas entre as amostras de muffin (FP e BM 30%). Embora as formulações tenham se diferenciado apenas em dois ingredientes, o percentual de substituição da farinha de trigo pela biomassa foi alto (30%), trazendo enriquecimento funcional sem afetar a aceitabilidade do produto. Levando em consideração o índice de aceitabilidade (%) dos parâmetros sensoriais (Figura 8), pode-se perceber que a formulação padrão p teve maiores resultados que a formulação BM 30%. Contudo, ambas estão com altos níveis de aceitabilidade, maiores que 80% de satisfação em todos os atributos sensoriais, superando o mínimo recomendado de 70% por Teixeira et. al (1987).

A textura da formulação adicionada de biomassa de banana verde em especial, ultrapassou 90% de aceitação, isso devido às características físico-químicas da biomassa e da chia dentro da estrutura do muffin, contribuindo para a maciez do produto.

Dessa forma, esses resultados obtidos na análise sensorial inferem que por mais que tecnologicamente adição da biomassa tenha afetado a expansão do bolo, sensorialmente não houve uma diferença significativa entre as amostras e, assim, o muffin BM 30% torna-se uma melhor alternativa para consumo por trazer benefícios adicionais à saúde.

Tabela 4: Valores médios de aceitabilidade e intenção de compra referentes aos atributos avaliados nas formulações de bolo tipo muffins com e sem adição de biomassa de banana verde e chia.

Atributos	Formulações	
	FP	BM 30%
Aroma	6,03 ± 1,03 ^a	5,79 ± 1,07 ^a
Cor	6,14 ± 0,90 ^a	5,97 ± 0,98 ^a
Sabor	6,47 ± 0,75 ^a	6,16 ± 0,94 ^a
Textura	6,48 ± 0,77 ^a	6,38 ± 0,79 ^a
Aceitação global	6,40 ± 0,79 ^a	6,14 ± 0,73 ^a
Intenção de compra	4,52 ± 0,69 ^a	4,16 ± 0,82 ^a

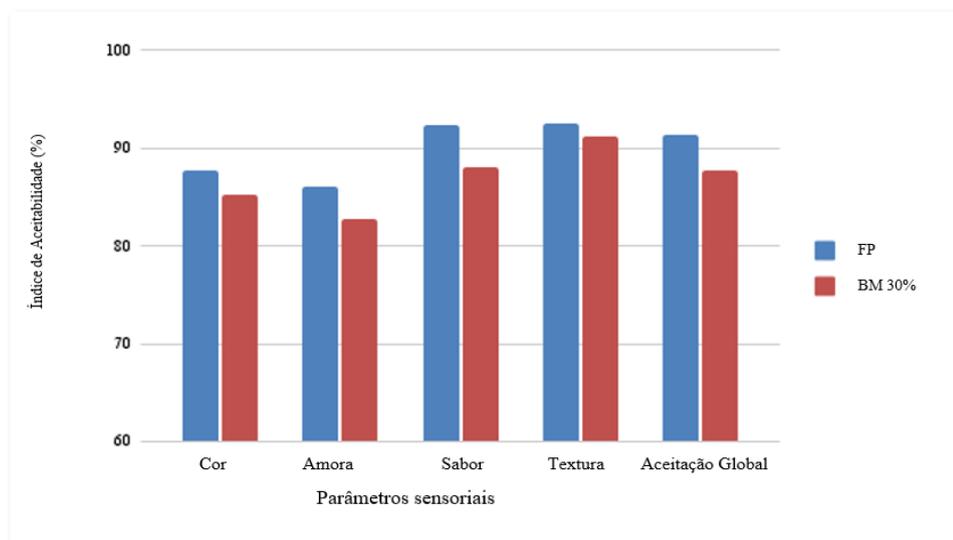
Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si (pL 0,05) pelo teste t-Student.

FP= Formulação Padrão (sem biomassa de banana verde e chia), BM 30%= Formulação adicionada de biomassa de banana verde (30%) e chia (50%)

Aroma, cor, sabor, textura e aceitação global: 1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= indiferente, 5= gostei moderadamente, 6= gostei muito, 7= gostei muitíssimo. Intenção de compra: 1= certamente não compraria, 2= possivelmente não compraria, 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse, 4= possivelmente compraria, 5 = certamente compraria.

Fonte: Autores, 2022.

Figura 9: Índice de Aceitabilidade dos parâmetros sensoriais das formulações de bolo tipo *muffin.0*

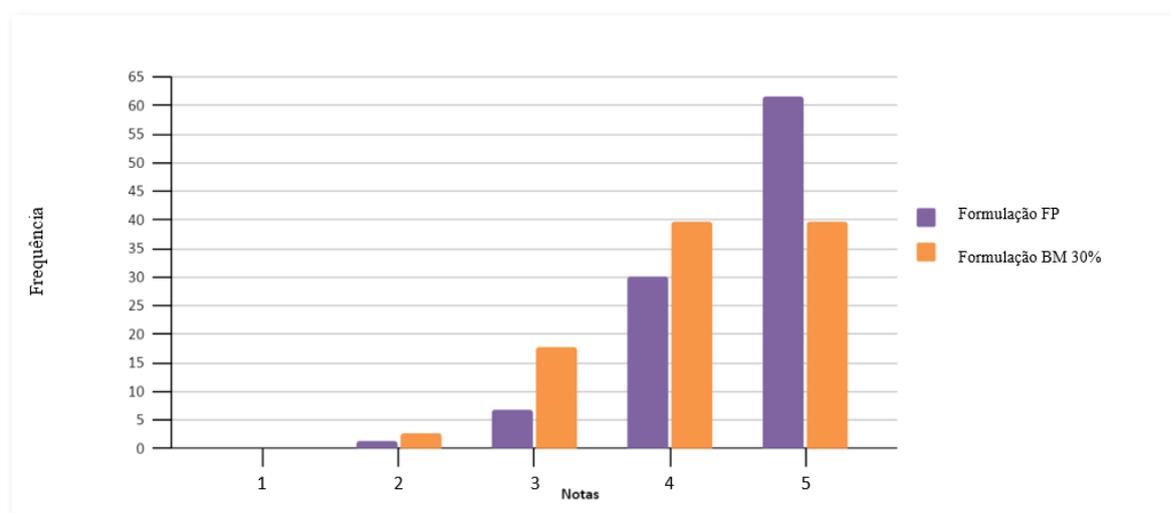


FP = Formulação Padrão (sem biomassa de banana verde e chia), BM 30% = Formulação adicionada de biomassa de banana verde (30%) e chia (5%).

Fonte: Autores, 2022.

Foi analisada também a intenção de compra (IC) dos julgadores para as duas formulações de bolo levadas para teste sensorial (FP e BM 30%), em uma escala de cinco pontos, de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria), cuja nota média está representada na Tabela 4 e o resultado da análise de frequência das notas representada na Figura 9 na forma de histogramas.

Figura 10: Frequência das notas atribuídas às formulações de bolo tipo *muffin*.



FP = Formulação Padrão (sem biomassa de banana verde e chia), BM 30% = Formulação adicionada de biomassa de banana verde (30%) e chia (50%).

Onde: 1= certamente não compraria, 2= possivelmente não compraria, 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse, 4= possivelmente compraria, 5 = certamente compraria.

Fonte: Autores, 2022

Nota-se que a formulação adicionada de biomassa de banana verde e chia não diferiu significativamente da formulação padrão em relação às notas médias de IC (Tabela 4), sendo a maioria das notas (79,46%) concentradas nas escalas 4 (possivelmente compraria) e 5 (certamente compraria) ambas com 39,73%, indicando boa intenção de compra para a formulação proposta do bolo adicionada de ingredientes funcionais.

Os resultados positivos obtidos no teste de intenção de compra para ambas amostras pode decorrer do gosto habitual dos adolescentes por alimentos mais doces, já que a maior parte dos julgadores tem em torno de 15-19 anos (Figura 7), tornando o bolo um produto interessante para incorporação desses ingredientes funcionais quando se quer atingir também esse público de consumidores.

Castelo-Branco et al. (2017) elaboraram uma massa de macarrão, onde a farinha de trigo foi substituída por diferentes concentrações (15% e 30%) de uma farinha com mistura de polpa

e casca de banana verde. Os resultados sugerem que a substituição da farinha de trigo por 30% de farinha com polpa e casca de banana verde forneceu massa com boa aceitação sensorial com quarenta julgadores e poderia representar um ingrediente funcional alternativo para a massa.

Giuntini, Lajolo e Menezes (2003), afirma que produtos com altos teores de fibras, entre eles a farinha de banana verde e conseqüentemente a própria biomassa, podem não ser aceitos pelos consumidores graças às alterações na textura, sabor e cor dos produtos aos quais foi adicionada, sendo necessário avaliar a sua aplicabilidade nas diversas categorias de produtos alimentícios. Contudo, no presente trabalho a utilização da biomassa como substituto da farinha de trigo na elaboração de muffin, possibilitou agregar valor funcional ao produto sem interferir nas suas características sensoriais.

Outros trabalhos que utilizaram a biomassa também obtiveram resultados positivos, como Da Cruz et al. (2016), com bolos de caneca adicionados de farinha de banana verde e casca, Fasolin et al. (2007) que obtiveram boa aceitação (valores hedônicos próximos a 7) na avaliação sensorial de biscoitos formulados com 10 a 30% de farinha de banana verde como substituto parcial da farinha de trigo, bem como, Ormenese (2010) obteve valores hedônicos entre 6 e 7 em pães com até 20% de farinha de banana verde como substituto parcial da farinha de trigo.

5 CONCLUSÃO

Através do desenvolvimento deste trabalho, pode-se concluir que a biomassa de banana verde e a chia são excelentes opções de fonte de fibra para melhorar a funcionalidade de alimentos, como é o caso do *muffin* desenvolvido, devido a presença de amido resistente e demais nutrientes e compostos bioativos advindos dos ingredientes propostos na formulação do bolo, os quais contribuem para a saúde do consumidor. Assim, diversos produtos alimentícios podem ser enriquecidos nutricionalmente com a incorporação desses ingredientes funcionais.

Um dos objetivos do trabalho era adicionar o máximo de biomassa de banana verde sem interferir nas características tecnológicas e sensoriais do bolo. Dos dois níveis de substituição da farinha de trigo pela biomassa testados (30% e 50%), concluiu-se que o de 30% seria o ideal. A adição de biomassa e chia influenciou negativamente ($p < 0,05\%$) no índice de expansão do bolo, principalmente para a formulação BM 50%, devido a diluição do glúten e sua interação química com o material fibroso, inviabilizando essa formulação. Já a substituição de 30%

resultou em *muffins* com boa intenção de compra e índice de aceitabilidade superior a 80% para todos os parâmetros avaliados (cor, aroma, sabor, textura e aceitação global), não diferindo da formulação padrão (sem biomassa e chia), tornando-se uma ótima alternativa para enriquecimento funcional do bolo.

A realização do trabalho contribuiu também com a formação profissional e pessoal, sendo que foram realizados estudos aprofundados na área de alimentos funcionais, reconhecendo as características dos componentes, desenvolvendo a biomassa de banana verde e o muffin na prática, além da realização de análises tecnológicas e sensoriais. Por fim, pode-se dizer que o desenvolvimento deste trabalho possibilitou a integração do conhecimento de diversas áreas do curso, além de oportunizar o trabalho em equipe, o que foi fundamental para atingirmos nosso objetivo.

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 8ª. ed. Saint Paul: AACC, v.1-2, 1995.

ADÃO, RC E GLÓRIA, MBA. **Aminas Bioativas e Alterações de Carboidratos durante o Amadurecimento da Banana Prata (Musa acuminado x M. balbisiana)**. Food Chemistry, 90, 705-711, 2005.

ALVES, Rita C.; CASAL, Susana; OLIVEIRA, Beatriz. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade?. **Química Nova**, v. 32, p. 2169-2180, 2009.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Portaria nº 398, de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. 1999. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html, 1999. Acesso em: 17 de Agosto de 2022.

BAIXAULI, R. et al. Muffins com amido resistente: desempenho de panificação em relação às propriedades reológicas da massa. **Journal of Cereal Science** , v. 47, n. 3, pág. 502-509, 2008.

BENDER, Ana Betine Beutinger et al. Fibra alimentar a partir de casca de uva: desenvolvimento e incorporação em bolos tipo muffin. 2015.

BERNAUD, Fernanda Sarmiento Rolla; RODRIGUES, Ticiania C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, p. 397-405, 2013.

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

CASTELO-BRANCO, V.N., Guimarães, J.N., Sousa, L., Guedes, M.R., Silva, P.M., Ferrão, L.L., Miyahira, R.F., Guimarães, R.R., Freitas, S.M.L., dos Reis, M.C., Zago, L. (2017). **O uso de polpa de banana verde (Musa balbisiana) e farinha de casca como ingrediente para massa de tagliatelle**. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos, 20(1), 1-8.

CATALANI, Lidiane Aparecida et al. Fibras alimentares. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 18, n. 4, p. 178-82, 2003

CHAMP M, Kozlowski F, Lecannu G. In vivo and in vitro methods for resistant starch measurement. In: McCleary V, Prosky L. Advanced dietary fibre technology. **Oxford: Blackwell Science**; 2001.p.106-19.

COELHO, Michele Silveira; SALAS-MELLADO, Myriam de Las Mercedes. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 259-268, 2014.

COSTA, Neuza Maria Brunoro; ROSA, Carla de Oliveira Barbosa. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Editora Rubio, 2016.

DA CRUZ, A.C., Pimentel, T.C. & Klososki, S.J. (2016). **Bolo de caneca com farinha de banana verde com casca (*Musa sapientum*) como substituto parcial da farinha de trigo: composição química e aceitação**. Revista de Ciência e Tecnologia, 18(25),42-47.

DA SILVA NASCIMENTO, Ana Juvelina et al. A utilização da biomassa de banana verde na prevenção de doenças. **Tekhne e Logos**, v. 11, n. 2, p. 36-49, 2020.

DE OLIVEIRA, Carlany Rodrigues; DOS SANTOS, Marcela Brito. O potencial funcional da biomassa de banana verde (*musa spp.*) na simbiose intestinal. **Revista ciência e sociedade**, v. 1, n. 1, 2016.

D'EL-REI, Jenifer; MEDEIROS, Fernanda. Chocolate e os benefícios cardiovasculares. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 10, n. 3, 2011.

DO NASCIMENTO MONTEIRO, Nayara Vieira et al. **Biomassa de banana verde: Um panorama de sua aplicabilidade na elaboração de produtos**. Research, Society and Development, v. 8, n. 11, p. 44, 2019.

DOS ANJOS, Rafael Queiroz. Formulação e aceitação de hambúrguer de tambaqui (*Colossoma macropomum*) sabor defumado, enriquecido com biomassa de banana verde e quitosana. 2021.

EMBRAPA. Banana (*Musa spp.*). **Portal EMBRAPA**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20quarto,%2C5%25%20de%20sua%20produ%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 28 de Julho de 2022.

ENGLYST, H.N. et al. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **Eur J Clin Nutr**, v.46, p.S33-S50, 1992.

FASOLIN, L.H., Almeida, G.C.; Castanho, P.S.; Netto-Oliveira, E.R. Chemical, physical, and sensorial evaluation of banana meal cookies. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27(3):787-792, 2007.

FREITAS, M. C. J. **Amido Resistente: propriedades funcionais**. Nutrição Brasil, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.40-48, maio/jun. 2002.

FUENTES-ZARAGOZA, E.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; SENDRA, E.; SAYAS, E.; NAVARRO, C. FERNÁNDEZ LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Resistant starch as prebiotic: a review. **Starch/Stärke**, v. 63, p. 406-415, 2011.

GIUNTINI, E.B.; Lajolo, F.N.; Menezes, E.W. **Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos**. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 53(1):1-7, 2003

GONÇALVES, Jenisson Linike Costa et al. Caracterização de almôndega de frango com biomassa de banana verde em substituição à gordura. In: **Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**. p. 1-8.

GOÑI, I. et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chem**, v.56, p.445-449, 1996.

HENZ, Ivanir; BALBINO, Suzana Battistella, MARQUEZI, Milene. **Consumo do cacau (theobroma cacao) e seus efeitos na saúde**. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico químicos para análise de alimentos. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. **São Paulo: Instituto Adolfo Lutz**, 2008. 1020 p. Primeira edição digital.

IXTAINA, Vanesa Y. et al. **Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 24, n. 2, p. 166-174, 2011.

JUAREZ-GARCIA, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SÁYAGO-AYERDI, S.G.; RODRÍGUEZ-AMBRIZI, S.L.; BELLO-PÉREZ, L.A. **Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour**. **Plant Foods for Human Nutrition**, New York, v.61, p.131-137, 2006.

LABUZA, T.P.; HYMAN, C.R. **Moisture migration and control in multi-domain foods.** *Trends Food Science Technology*, Amsterdam, v.9, p.47-55, 1998.

LEON, Tiane Machado de. *Elaboração e aceitabilidade de receitas com biomassa de banana verde.* 2010.

LIU Q. (2005). *Understanding Starches and Their Role in Food.* In: *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Applications.* Ed. Cui S. **CRC Press Taylor & Francis Group.** New York. USA. Pág. 309-349.

MACAGNAN, F. T., SILVA, L. P., & HECKTHEUER, L. H. *Dietary fibre: the scientific search for an ideal definition and methodology of analysis, and its physiological importance as a carrier of bioactive compounds.* **Food Research International**, 85, 144-154, 2016

MARTINS, Wedja Luana de Souza. *O uso de biomassa de banana verde como um alimento funcional na prevenção da obesidade: uma revisão integrativa.* 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

MATTOS, Lúcia Leal de; MARTINS, Ignez Salas. *Consumo de fibras alimentares em população adulta.* **Revista de Saúde Pública**, v. 34, p. 50-55, 2000.

MORAES, Fernanda P. *Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde.* **Revista eletrônica de farmácia**, v. 3, n. 2, 2006.

MOURA, Rodrigo Leite et al. *Utilização de banana verde como ingrediente na formulação de brigadeiro.* In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.** 2012.

MUIR, J.G.; O'DEA, K. **Validation of an in vitro assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans.** *Am J Clin Nutr*, v.57, p.540-546, 1993.

MUNHOZ, Mariane Daniele. **Composição química e propriedades antioxidantes da erva-mate produzida na região de canoinhas - sc e sua utilização como fonte natural de compostos bioativos no desenvolvimento de chocotone.** Relatório de estágio curricular obrigatório. 2019.

NASCIMENTO, G. C. et al. *Bolinho tipo muffin produzido com farinha integral de abóbora: qualidade tecnológica e sensorial.*

NOAH L, Guillon F, Bouchet B, Buléon A, Molis C, Gratas M, et al. **Digestion of carbohydrate from white beans (*Phaseolus vulgaris* L) in healthy humans.** *J Nutr* 1998; 128:977-85.

OLIVEIRA, DAYSE ALINE SILVA BARTOLOMEU DE et al. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê de banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 699-707, 2015.

OLIVEIRA, Gabrielle Noronha. **Um panorama geral sobre a regulamentação de alimentos funcionais, suas definições e alegações**. 2019.

OLIVOS-LUGO, B.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á; TECANTE, A. **Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (Salvia hispanica L.)**. Food Science and Technology International, 2010.

ORMENESE, R. C. S. C.; QUEIROZ, F. P. C.; VITALI, A. A. Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios. **Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas**, 2010.

PAVANELLI, A. P.; CICHELO, M. S.; PALMA, E. J. Emulsificantes como agentes de aeração em bolos. **Oxiten S/A Indústria e Comércio**, 2000.

PEDROSA, Gabriela Costa et al. Alimentos funcionais: legislação, comparações e um olhar sobre o café. 2015.

PEIRETTI, Pier Giorgio; GAI, Francisco. Ácidos graxos e qualidade nutritiva de sementes e plantas de chia (Salvia hispanica L.) durante o crescimento. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, pág. 267-275, 2009.

PIMENTEL, Carolina Vieira de Mello Barros; ELIAS, Maria Fernanda; PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Alimentos Funcionais e compostos bioativos. Editora Manole. 2019

RANIERI, LUCAS MENEZES; DELANI, TIELES CARINA DE OLIVEIRA. Banana verde (Musa spp): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Uningá Review Journal**, v. 20, n. 3, 2014.

RIQUETTE, Roberta Figueiredo Resende et al. **A produção e o armazenamento afetam a qualidade da biomassa de banana verde?**. LWT, v. 111, p. 190-203, 2019.

SECCO, Maria Luiza Montenegro; DE CAMPOS SONCIN, Rafael; FALSONI, Raiana Maria Prucoli. OS EFEITOS DAS FIBRAS ALIMENTARES NA DIETA DE IDOSOS-ESPÍRITO SANTO. **Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640**, v. 18, n. 2, p. 2751-2764, 2021.

SANTANGELO, S. B. **Utilização de farinha de semente de abóbora (curcubita máxima, L.) em panetone.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

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, 2016.

SENA, L. de O. et al. Produção de biomassa de banana verde. 2020.

SILVA, Adriana Rayana da; DINIZ, Kristiany Moreira. Biomassa da banana verde como ingrediente na elaboração de empanado de frango. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, Vitória Bezerra da. Elaboração de bolos tipo muffins sem glúten com substituição parcial da gordura por biomassa de banana verde. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates Structural complexity and functional diversity. **Crit Rev Biotechnol**, v.22, p.65-84, 2002.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis: UFSC, 1987. 182p.

VALLE, Heloisa de Freitas; CAMARGOS, Marcia. **Yes, nós temos banana.** São Paulo: Editora Senac, 2003.

VIEIRA, Manoela Alano et al. **Doce de leite sem lactose com diferentes concentrações de biomassa de banana verde.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 25, 2022.

WALTER, M.; SILVA, L.P. da; EMANUELLI, T. **Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação.** Ciência Rural, v. 35, n. 4, p. 974-980, 2005.

WATANABE, Érika. **Influência das proteínas formadoras do glúten na qualidade tecnológica da farinha de trigo para panificação.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.