

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN  
*CAMPUS LAGOA DO SINO*

Sabrina de Castro Penteado de Almeida

**BISCOITOS ELABORADOS A PARTIR DE FORMULAÇÕES  
ALTERNATIVAS**

Buri

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN  
*CAMPUS LAGOA DO SINO*

Sabrina de Castro Penteado de Almeida

**BISCOITOS ELABORADOS A PARTIR DE FORMULAÇÕES  
ALTERNATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para a  
obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Alimentos na Universidade  
Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Dr. Natan de Jesus  
Pimentel Filho

Coorientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mária Herminia  
Ferrari Felisberto

Buri

2023

Almeida, Sabrina de Castro Penteado de

Biscoitos elaborados a partir de formulações alternativas  
/ Sabrina de Castro Penteado de Almeida -- 2023.  
47f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,  
campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Natan de Jesus Pimentel Filho

Banca Examinadora: Mária Herminia Ferrari Felisberto,  
Moysés Neves de Moraes

Bibliografia

1. Formulações Alternativas. 2. Biscoitos. 3. Panificação.  
I. Almeida, Sabrina de Castro Penteado de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**SABRINA DE CASTRO PENTEADO DE ALMEIDA**

**BISCOITOS ELABORADOS A PARTIR DE FORMULAÇÕES ALTERNATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 09/03/2023.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Natan de Jesus Pimentel Filho (Orientador)  
Universidade Federal de São Carlos

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mária Herminia Ferrari Felisberto (Co-orientadora)  
Universidade Federal de Viçosa

---

Prof. Dr. Moisés Neves de Moraes  
Universidade Federal de Viçosa

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais e aos meus orientadores.

## AGRADECIMENTO

Quero agradecer à Deus, que me concedeu a vida e minha saúde, e sempre colocou pessoas de luz no meu caminho.

À minha mãe e meu pai, as pessoas mais importantes da minha vida, Vânia e Sebastião, que sempre fizeram tudo para que eu tivesse o melhor e realizasse todos os meus sonhos. Minha mãe que sempre foi minha melhor amiga e acreditou no meu potencial tantas vezes quando nem eu mesma acreditava e achava que não seria capaz de me formar, meu pai que me apoiou durante a pressão do cursinho e do vestibular, e sempre me incentivou nos estudos. Sem vocês nada disso seria possível!

Ao meu namorado Miguel, meu melhor amigo, que sempre esteve ao meu lado nos piores e melhores momentos durante esses anos, acreditou no meu potencial, e sempre foi meu Porto Seguro e companheiro na faculdade.

A todos os meus professores, em especial meus orientadores de IC, Mária Felisberto e Moysés Naves, esse casal incrível que me acolheu, acreditaram no meu potencial e me ensinaram tanto, e Natan, meu orientador de TCC, que em meio a tantos afazeres se dispôs a me ajudar nesta etapa final! Vocês são pessoas que admiro muito e profissionais que me inspiram! À Monica, que me ajudou muito no desenvolvimento da minha IC fazendo os cookies e é uma pessoa incrível!

À Campina do Monte Alegre, que foi minha casa durante os anos de faculdade, e ao campus Lagoa do Sino, esse lugar lindo e abençoado aonde fiz tantas memórias!

Aos meus amigos, que deixaram a vida na universidade muito mais divertida e completa, obrigada pelo companheirismo e risadas!

Serei sempre grata a todos vocês, que me ajudaram a construir esse capítulo da minha história, levarei os aprendizados que adquiri para a vida e guardarei as lembranças com muito carinho para sempre!

**EPÍGRAFE**

*“A vida começa no final de sua zona de conforto”* - Neale Donald Walsch

## RESUMO

ALMEIDA, Sabrina de Castro Penteado de. **Biscoitos elaborados a partir de formulações alternativas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2023.

Produtos mais saudáveis vem se tornando cada vez mais atrativos ao consumidor, sendo necessário o estudo de formulações alternativas em produtos de panificação, com o intuito de enriquecer nutricionalmente o produto, sem alterar suas características tradicionais. Devido à popularidade e facilidade de consumo dos biscoitos torna-se necessário compreender os impactos dessas alterações de formulação, nas características sensoriais, bem como na estabilidade ao longo da vida de prateleira e as principais ameaças microbiológicas presentes nessas formulações alternativas. Sendo assim, o trabalho teve como objetivos a avaliação de publicações recentes para compreender o impacto da substituição parcial ou total de farinha de trigo por outros ingredientes funcionais, desde polpas de frutas como cajá e pêsego, assim como a adição de subprodutos, outrora considerados resíduos, como cascas de frutas, carcaça de peixes, bagaço de cana de açúcar, e também farinhas não convencionais (aveia, milho, micoproteína, fava, inseto e colmo de bambu jovem), extrato de café e uvas do mar, canela, óleo de inseto e óleo de palma. A partir da revisão, notou-se o potencial que diversos ingredientes, comuns no dia a dia, tem de aprimorar e agregar benefícios nutricionais aos produtos de panificação, sem prejudicar a estabilidade ao longo da vida de prateleira ou as características sensoriais. Além disso, foram avaliados diferentes níveis de substituição de gordura vegetal por sementes de chia hidratadas em formulações de biscoitos tipo *cookies*. A partir de análises das características tecnológicas dos biscoitos, como análise de textura, atividade de água e umidade ao longo do tempo de armazenamento, foi possível notar que essa substituição nos níveis de até 40 % não teve impactos negativos nas características tecnológicas dos biscoitos.

Palavras-chaves: Panificação, formulações alternativas, vida de prateleira, biscoitos, ingredientes funcionais, sementes de chia hidratada.



## ABSTRACT

ALMEIDA, Sabrina de Castro Penteadó de. **Cookies made using alternative formulations.** 2023. Undergraduate Final Project – Federal University of São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2023.

Healthier products are becoming increasingly attractive to the consumer, requiring the study of alternative formulations in bakery products, in order to nutritionally enrich the product, without modifying its traditional characteristics. Due to the popularity and the consumption convenience of cookies, it becomes necessary to understand the impacts of these changes on sensory characteristics, as well as stability over time and the main microbiological threats present in these alternative formulations. Therefore, the goals of this work were to evaluate recent publications to understand the impact of the partial and total replacement of wheat flour by other functional ingredients, like fruits pulps such as caja and peach, as well as the addition of by-products, once considered residues, like fruit peels, fish carcasses, sugar cane bagasse, different flours (oats, corn, mycoprotein, broad bean, insect and young bamboo culm), coffee extract and sea grapes, cinnamon, insect oil and palm oil. From the review, it was noted the potential that several ingredients, common in the daily life, have to improve and add nutritional benefits to bakery products, without harming stability throughout shelf life or its sensory characteristics. In addition, it was analyzed different replacement levels of fat by hydrated chia seeds in cookies formulations. By the analysis of the cookies technological characteristics, such as texture analysis, water activity and moisture over time, it was possible to notice that this replacement by up to 40% did not impact negatively on the cookie characteristics.

Keywords: Bakery, alternative formulations, shelf life, biscuits, functional ingredients, hydrated chia seeds.

## Sumário

INTRODUÇÃO GERAL .....	11
CAPÍTULO 1: BISCOITOS ELABORADOS A PARTIR DE FORMULAÇÕES ALTERNATIVAS E A ESTABILIDADE AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA – UMA REVISÃO .....	12
1.1 INTRODUÇÃO .....	12
1.2 FORMULAÇÕES ALTERNATIVAS NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS .....	13
1.3 ESTABILIDADE DE BISCOITOS AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA .....	21
1.4 PERSPECTIVAS .....	23
1.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23
1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
CAPÍTULO 2: EFFECT OF HYDRATED CHIA SEEDS ADDITION AS FAT SUBSTITUTE IN COOKIES FORMULATION .....	30
2.1 ABSTRACT .....	30
2.2 RESUMO .....	31
2.3 INTRODUCTION.....	32
2.4 MATERIAL AND METHODS .....	33
2.4.1 Materials.....	33
2.4.2 Experimental Design .....	34
2.4.3 Hydration of chia seeds .....	34
2.4.4 Manufacture of cookies .....	35
2.5 TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE COOKIES.....	35
2.5.1 Diameter, thickness, weight loss, and specific volume .....	35
2.5.2 Instrumental texture.....	36
2.5.3 Water activity (aw).....	36
2.5.4 Moisture .....	36
2.6 COOKIES SELECTION.....	36
2.7 SELECTED COOKIES CHARACTERIZATION .....	36
2.8 STATISTICAL ANALYSIS OF THE SELECTED COOKIES.....	36
2.9 RESULTS AND DISCUSSION .....	37
2.9.1 Technological characterization of cookies .....	37
2.9.2 Cookies selection.....	40
2.9.3 Selected cookies characterization.....	40
2.10 CONCLUSION .....	42
2.11 REFERENCES.....	43
CONCLUSÃO GERAL .....	47

## INTRODUÇÃO GERAL

Com o intuito de buscar uma alimentação mais saudável, ao mesmo tempo que praticidade para o dia-a-dia, consumidores têm buscado cada vez mais produtos com ingredientes funcionais. Os produtos de panificação, em especial biscoitos, são muito consumidos por pessoas de todas as faixas etárias. Entretanto, esses produtos costumam ter alto teor de gorduras e açúcares, o que inviabiliza o consumo frequente dos mesmos.

Dessa forma, buscando enriquecer nutricionalmente esses produtos para torná-los mais saudáveis, os estudos de formulações alternativas, com substituição de gordura e farinhas por ingredientes funcionais, como também a incorporação de outros ingredientes com benefícios nutricionais, têm se tornado cada vez mais populares. Entretanto, é necessário compreender os efeitos dessas alterações na vida de prateleira e propriedades sensoriais do produto, visando a elaboração em escala industrial para atender diretamente o público consumidor.

O objetivo deste trabalho foi compreender o atual cenário de panificação no mercado, especificamente de biscoitos e suas formulações alternativas. Assim, buscou-se realizar um estudo aprofundado de revisão sobre formulações alternativas de biscoitos e compreender os efeitos dessas alterações na vida de prateleira do produto. Além disso, foi feita uma avaliação prática de uma formulação de biscoitos tipo *cookies* com a substituição parcial da gordura por mucilagem de chia.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi dividido em dois capítulos, sendo o primeiro capítulo uma revisão literária, na qual publicações recentes que avaliaram formulações alternativas de biscoitos e sua estabilidade ao longo da vida de prateleira foram compiladas em um texto que contém as atualizações desta temática. O segundo capítulo apresenta um artigo científico contendo os resultados obtidos durante o desenvolvimento de iniciação científica cujo objetivo foi avaliar a formulação de biscoitos tipo *cookies* com substituição parcial da gordura vegetal por sementes de chia hidratada.

# **CAPÍTULO 1: BISCOITOS ELABORADOS A PARTIR DE FORMULAÇÕES ALTERNATIVAS E A ESTABILIDADE AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA – UMA REVISÃO**

## **1.1 INTRODUÇÃO**

O biscoito é um produto de panificação muito consumido por pessoas de todas as faixas etárias, possuindo grande popularidade devido às suas características sensoriais, custo acessível, fácil consumo e longa vida de prateleira (EKIN *et al.*, CHRIST-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoito, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI), o consumo de biscoitos no Brasil vem crescendo com o passar dos anos. Em 2020, a venda de biscoitos foi de R\$ 20.014 bilhões, comparado a R\$ 18.971 bilhões em 2019, correspondendo a 3.550 milhões de toneladas em 2020 e 3.369 milhões de toneladas em 2019 (ABIMAPI, 2021).

De acordo com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), biscoitos ou bolachas são definidos como os produtos obtidos pela mistura de farinha, amido e/ou fécula com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

Em geral, produtos de panificação possuem alto teor de carboidratos e gorduras, e baixa quantidade de fibras, o que os torna produtos de baixo valor nutricional (CHRIST-RIBEIRO *et al.*, 2021). As gorduras, normalmente utilizadas nas formulações de biscoitos, são de fontes vegetais, de modo que o teor e tipo de gordura influenciam diretamente na textura e aparência dos mesmos (EKIN *et al.*, PEREZ-SANTANA *et al.*, 2021). Além disso, a gordura vegetal, dependendo do teor, pode deixar o biscoito mais suscetível a mudanças oxidativas (MILIĆEVIĆ *et al.*, 2020). Nota-se então, que as características sensoriais dos biscoitos são frequentemente concedidas pelos ingredientes que estão associados a maior incidência de riscos à saúde. Logo, cabe à indústria de alimentos o desafio de oferecer aos consumidores produtos saudáveis e com características atraentes.

Tendo em vista diversos estudos, denota-se que várias doenças degenerativas e crônicas estão intimamente relacionadas com o dano oxidativo provocado por radicais livres, sendo que a alimentação saudável e a ingestão de nutrientes auxiliam na prevenção

desses problemas (BLANCO CANALIS *et al.*, 2020). O aumento de concentração da lipoproteína de baixa densidade (LDL) no sangue está ligado ao alto consumo de ácidos graxos saturados, encontrados em gorduras vegetais e animais. Esse tipo de colesterol, quando em excesso, pode acarretar no surgimento de doenças cardiovasculares (PEREZ-SANTANA *et al.*, 2021). A demanda por produtos mais saudáveis tem aumentado no decorrer dos anos, de modo que os consumidores têm priorizado cada vez mais a saúde, através do consumo de produtos nutricionalmente benéficos ao corpo humano (OLADUNJOYE; EZIAMA; ADERIBIGBE; 2021; ESPINOSA-PÁEZ *et al.*, 2021).

Dessa forma, a indústria de alimentos vem buscando novos ingredientes e maneiras de desenvolver produtos com formulações alternativas e trazer inovações com um apelo de saudabilidade, a fim de acompanhar esse progresso, e a crescente demanda do mercado (EKIN *et al.*, 2021; ESPINOSA-PÁEZ *et al.*, 2021).

Assim, estudos com maior aprofundamento em relação à estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de formulações alternativas, são necessários, tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista do consumidor, pois avalia a estabilidade tecnológica e sensorial do produto, bem como o aumento do custo na sua elaboração. Logo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar publicações recentes a fim de levantar informações sobre o uso de ingredientes alternativos na fabricação de biscoitos bem como dados sobre a estabilidade destes ao longo da vida de prateleira.

## **1.2 FORMULAÇÕES ALTERNATIVAS NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS**

Nos dias atuais, a demanda por produtos práticos, mais saudáveis e com benefícios nutricionais tem crescido exponencialmente (ESPINOSA-PÁEZ *et al.*, 2021). De acordo com a *Euromonitor International*, empresa de pesquisa de mercado, entre 2015 e 2020 houve um crescimento de 33% no setor de alimentos e bebidas saudáveis, prevendo, além disso, um crescimento de mais 27% até o ano de 2025 (LUCA, 2021). Conforme relatório da mesma, a indústria alimentícia de produtos embalados saudáveis e de bem estar alcançou 446 bilhões de dólares no mundo em 2018, superando o crescimento da indústria de produtos alimentícios “normais” embalados (EUROMONITOR, 2019).

A substituição ou adição de ingredientes inovadores nos produtos são inúmeras, sendo uma estratégia utilizada pelas indústrias para agregar valor nutricional e saudabilidade aos produtos (BABIKER *et al.*, 2021). Alimentos com alto teor de fibras são capazes de manifestar um efeito profilático em doenças como diabetes, doenças

cardiovasculares e doenças celíacas, assim como em alguns tipos de alergias (OLADUNJOYE; EZIAMA; ADERIBIGBE; 2021; KARAKURT, ÖZKAYA, SAKA; 2021). Diante disso, o desenvolvimento de produtos, como biscoitos, enriquecidos com ingredientes ricos em fibras é ascendente. Subprodutos provenientes do processamento de alimentos em indústrias, que anteriormente eram desperdiçados, como as cascas, bagaços e caroços de fruta, atualmente estão sendo utilizados como ingredientes para o desenvolvimento de novos produtos (BENJAKUL; KARNJANAPRATUM; 2018).

A adição de resíduos de frutas como o bagaço e a casca é uma opção promissora para produtos de panificação, uma vez que apresentam consideráveis quantidades de compostos bioativos, como flavonoides e carotenoides (QUILES *et al.*, 2016). Além disso, o cálcio proveniente de resíduos como cascas de ovos pode ser usado para atribuir valor nutricional aos biscoitos (BENJAKUL; KARNJANAPRATUM; 2018).

No caso do uso de peixes, uma aposta promissora é a utilização de farinha feita a partir da carcaça de peixes como tilápia, salmão, atum e sardinha. É uma alternativa que minimiza o desperdício na cadeia de suprimentos de peixes, transformando em um subproduto nutritivo que pode agregar ao produto. Peixes são fontes de ácidos graxos essenciais, como ômega-3 e DHA, além de ter alto conteúdo proteico e nível baixo de colesterol. O DHA tem importante função no corpo humano, auxiliando na redução do risco de doenças cardiovasculares e no funcionamento apropriado dos neurônios (SOUZA *et al.*, 2022).

Visto isso, a adição de 10% de farinha de carcaça de peixes em biscoitos de tapioca aprimorou o valor nutricional dos mesmos, aumentando o conteúdo de proteínas e cálcio, e diminuindo o de carboidratos. Com a incorporação de farinha de tilápia, o conteúdo de proteínas foi de 1,88% da composição centesimal do biscoito controle para 4,26%, e de 70,23% de carboidratos, diminuiu para 64,24% (SOUZA *et al.*, 2022).

A utilização de insetos comestíveis é outra alternativa que apresenta benefícios nutricionais e diversas possibilidades de uso. Por ser uma fonte alimentar natural, também contribui para a redução do uso de recursos naturais na produção de alimentos, sendo uma opção para contribuir para um futuro mais sustentável. Os insetos comestíveis são ricos em proteínas, fibras, vitaminas e minerais e podem ser utilizados para enriquecer os biscoitos em conteúdo de fibras dietéticas e proteínas, além de ser um possível ingrediente em biscoitos sem glúten (BORGES *et al.*, 2022). A substituição de 25% de gordura vegetal por gordura de inseto (larva da mosca soldado negro “*Hermetia illucens*”) apresentou resultados nutricionais positivos em biscoitos, uma vez que possui alto

conteúdo de ácido láurico, além de não impactar nas propriedades sensoriais e de aceitabilidade dos consumidores (DELICATO *et al.*, 2020). Ademais, a utilização de farinha de inseto (*Tenebrio molitor*) em substituição de 10% da farinha de trigo aumentou o conteúdo de proteínas de 32,5g/100g para 38,2 g/100g, sendo notado que esses insetos tem a quantidade de proteínas similar a outros alimentos como a soja, carne, leite e ovo (MALAGHINI *et al.*, 2021).

Em relação à utilização de carcaça de peixes e insetos, não há até o momento nenhuma legislação regulamentando o uso desse tipo de produtos no Brasil, porém com aumento da população mundial, é uma questão que tem crescido e se popularizado por ser uma possível fonte sustentável de alimento (BORGES *et al.*, 2022).

O uso da fruta inteira também é uma possibilidade na utilização com o intuito de aprimorar as propriedades nutricionais em produtos de panificação, uma vez que contém significativos teores de vitaminas, fibras dietéticas e polifenóis, sendo estes importantes na eliminação de radicais livres. O pêssego, em específico, possui alto conteúdo de compostos antioxidantes, agindo como um inibidor de células cancerígenas. A incorporação de 10,5% de polpa de pêssego em formulação de biscoitos resultou no aumento da doçura do produto, possibilitando a diminuição dos açúcares adicionados. Além disso, ocorreu o aumento em 160% do conteúdo de polifenóis totais (BLANCO CANALIS *et al.*, 2020).

O café é um grão com propriedades antioxidantes advindas principalmente dos compostos fenólicos, como o ácido clorogênico. Os resíduos do extrato de café possuem propriedades adicionais, resultantes da reação de *Maillard* que ocorre no processo de torrefação. Os resíduos possuem substâncias com efeitos antioxidantes, além de também possuir tocoferóis (vitamina E), sendo um nutriente essencial para o organismo humano, uma vez que o mesmo não sintetiza esse nutriente (INHWA HAN; CHUL-SEUNG LEE, 2021).

Dessa forma, a adição do resíduo do extrato de café na produção de *cookies* com o objetivo de diminuir o descarte de resíduo alimentar e enriquecer nutricionalmente o alimento auxilia no aprimoramento da funcionalidade do mesmo, além de ser eficaz para a diminuição do pH do produto (de 7,65 para 7,25). Inhwa Han & Chul-Seung Lee (2021) observaram que não houve deterioração na qualidade em comparação com *cookies* sem a adição do extrato de café, e mais importante, contribuíram para a eliminação de nitrito, sendo este um composto que, em excesso, é tóxico para o corpo humano (INHWA HAN; CHUL-SEUNG LEE, 2021). Os nitritos são aditivos utilizados especialmente em

alimentos cárneos para inibir o crescimento de bactérias que causam intoxicação alimentar, como *Clostridium botulinum* (INHWA HAN; CHUL-SEUNG LEE, 2021).

Além disso, a adição em biscoitos de 10 e 12% de farinha feita da borra de café verde, resultante do processamento deste, junto com oligossacarídeos prebióticos, trouxe efeitos positivos para o valor nutricional do produto, adicionando fibras dietéticas, proteínas, minerais, além de melhorar as propriedades antioxidantes. A quantidade de fibras dietéticas aumentou de 0,58 g/100g do biscoito controle para 4,04 g/100g para o biscoito com adição de 12% da farinha, enquanto a proteína aumentou de 11,6 g/100g para 14,89 g/100g (DESAI *et al.*, 2020).

No caso da substituição, uma grande aposta da indústria é a substituição parcial de gordura por outros ingredientes que possuam a capacidade de substituir a função da gordura no produto, como a textura, sabor e aparência (SHIYI LI *et al.*, 2021). A substituição parcial desta em até 30% por géis de farelo de trigo e aveia em biscoitos mostrou-se promissora, mantendo os parâmetros sensoriais desejados, com perfil sensorial próximo ao biscoito controle (MILIĆEVIĆ *et al.*, 2020). O uso de óleo de palma, que é rico em ácido oleico e benéfico por conter carotenos da vitamina A e tocoferóis da vitamina E, também demonstrou uso favorável por ser uma gordura com alto poder de reter os compostos bioativos durante o cozimento (PEREZ-SANTANA *et al.*, 2021).

O processamento de açúcar resulta na geração de resíduos, sendo o principal o bagaço da cana-de-açúcar. A substituição de farinha de trigo por 5% de pó de bagaço de cana-de-açúcar em biscoitos demonstrou ser eficaz na melhoria do valor nutricional, aumentando o teor de fibras dietéticas insolúveis de  $8,61 \pm 0,38$  para  $12,43 \pm 0,30$ , e de proteínas, além de alta atividade antioxidante e elevado teor de compostos fenólicos. Ademais, os biscoitos apresentaram alta aceitação na avaliação sensorial, demonstrando ser uma alternativa viável para a indústria de panificação (VIJERATHNA *et al.*, 2019).

Assim como o bagaço de cana-de-açúcar, o bagaço da fruta cajá é um resíduo frequentemente descartado e que detém propriedades funcionais como a presença de fibras dietéticas e atividade antioxidante, convenientes para o enriquecimento nutricional de biscoitos. Assim, a incorporação deste subproduto na farinha de trigo (considerando uma receita padrão de *cookies* com 100% de farinha de trigo como controle), em níveis de até 15%, demonstrou aumento do conteúdo de fibras passando de 0,88 para 25,73% e de cinzas de 0,65 para 2,92%, além do aumento no potencial antimicrobiano e antioxidante (OLADUNJOYE; EZIAMA; ADERIBIGBE; 2021).



A substituição da farinha de trigo por farinha de micoproteína em biscoitos é um tema que tem crescido entre as pesquisas, uma vez que macrofungos comestíveis possuem inúmeras propriedades nutricionais, dentre elas a presença de quitinas e glucanos, aminoácidos essenciais e ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido linoleico. A utilização de farinha de *Pleurotus albidus* (cogumelo ostra), em substituição de até 100% da farinha de trigo, resultou no aumento da proteína bruta em 67% e fibras em 4,3 vezes, além da diminuição na quantidade de carboidratos (de 57,50 g/100g para 27,88 g/100g) dos biscoitos. Em substituição de até 50%, que foi o considerando ideal para que outras propriedades sensoriais não fossem prejudicadas, o nível de proteína bruta aumentou de 6,93 g/100g para 10,75 g/100g, o conteúdo de fibras de 7,41 para 21,05 g/100g, as gorduras totais diminuíram de 25,08 g/100g para 23,98 g/100g e os carboidratos foram para 40,68 g/100g (STOFFEL *et al.*, 2021).

Outra alternativa é o uso de farinha de colmo de bambu jovem na substituição de 15% da farinha de trigo na formulação dos biscoitos, com redução de açúcar e gordura, de forma que ocorre o aumento do conteúdo de fibras, resultando no componente de maior quantidade no biscoito, sem alteração das propriedades tecnológicas dos mesmos (FELISBERTO *et al.*, 2019).

A utilização de leguminosas na produção de farinha também pode ser uma fonte alternativa de ingredientes para formulações de biscoitos, devido ao seu alto teor de fibras e proteínas. De acordo com estudos de Schmelter; Rohm; Struck (2021), a farinha de fava (*Vicia faba*) em substituição de 50 até 100% da farinha de trigo é possível sem comprometer relevantemente o perfil sensorial, apesar de ainda demandar mais estudos para complementar e compreender melhor os resultados obtidos. Analisando as propriedades nutricionais dos biscoitos, observou-se que o conteúdo proteico do biscoito controle, com farinha de trigo, foi de 6,1 g/100g, enquanto que com a substituição de 100% por farinha de fava foi de 27,0 g/100g. Por outro lado, do ponto de vista sensorial, apesar dos avaliadores não terem notado diferença relevante na textura, a rigidez, deformabilidade e força de ruptura foram maiores para o biscoito com farinha de fava, comparado ao padrão (SCHMELTER; ROHM; STRUCK, 2021).

A aveia (*Avena sativa*) possui propriedades nutritivas importantes para a alimentação, sendo o cereal com maior quantidade de proteínas, além de conter vitaminas B e E, ácidos graxos insaturados e compostos bioativos como polifenóis, fenóis, esteróis e betaglucanos, e ter propriedades antioxidantes. Da mesma forma, a canela (*Cinnamomum*) é anti-inflamatória, antifúngica, antimicrobiana e antidiabética, sendo

usada também como tratamento profilático para artrite, resistência à insulina e síndrome metabólica (ALY *et al.*, 2021). A partir disso, a suplementação de biscoitos tipo *cookies* com aveia e canela em até 75% e 5%, respectivamente, contribuiu para o aumento do aporte de fibras, passando de 0,74 para 3,24%, e proteínas do produto que aumentou de 5,83 para 8,52%, assim como diminuição dos carboidratos totais de 72,38 para 63,88%, de acordo com estudos desenvolvidos por Aly *et al.* (2021).

Além disso, analisando os efeitos da aveia em ratos com cirrose por CCL4 (Tetracloroeto de carbono), observou-se diminuição nas enzimas hepáticas e renais, de HDL, LDL, glicemia, triglicérides e colesterol total, auxiliando também na melhora dos tecidos danificados do rim e fígado (ALY *et al.*, 2021).

A adição de algas marinhas, como as uvas do mar (*Caulerpa racemosa*), tem potencial benéfico na saúde, devido ao rico conteúdo proteico, de vitaminas, minerais, fibras, ácidos graxos insaturados, antioxidantes bioativos, além de propriedades anti-inflamatórias. O uso de 60% de extrato de uvas do mar, em pó, em formulações de biscoitos, melhorou os níveis de glicose e colesterol em ratos, além de deter de propriedades antioxidantes, o que contribui para o potencial anti-idade do ingrediente, tornando-o um possível ingrediente funcional em formulações de biscoitos (NGADIARTI *et al.*, 2022).

Outra forma de atender as necessidades dos consumidores, é a utilização de ingredientes sem glúten na formulação dos biscoitos, visando contemplar consumidores com restrições ou adeptos de dietas restritivas, cujo número tem aumentado com o passar do tempo, atingindo um crescimento de cerca de 40% até 2022. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), na população mundial há 1% de pessoas celíacas. Entretanto, uma dieta sem glúten pode apresentar deficiência em vitaminas, minerais e fibras, fazendo-se necessária a utilização de ingredientes capazes de suprir tais deficiências.

O farelo e gérmen de cereais, como o milho, tem propriedades nutricionais que poderiam ser muito benéficas em dietas sem glúten, possuindo celulose, hemicelulose, como o arabinosilanos, e propriedades prebióticas que ajudam no controle dos níveis séricos de colesterol, triglicérides e glicose. Todavia, o gérmen possui um óleo que acelera a rancificação, enquanto o farelo gera partículas grandes, de difícil incorporação nas formulações, sendo a extrusão uma forma de melhorar o processo, facilitando a sua utilização (PAESANI; BRAVO-NÚÑEZ; GÓMEZ, 2020). Dessa forma, a utilização de farinha de milho integral extrusada foi avaliada como sendo uma alternativa viável na produção de *cookies* sem glúten, uma vez que melhorou as características nutricionais do

produto, sem prejudicar a aceitabilidade dos consumidores (PAESANI; BRAVO-NÚÑEZ; GÓMEZ, 2020).

Alguns dos ingredientes substituídos parcialmente e/ou adicionados nas formulações de biscoitos, citados ao longo da revisão, estão apresentados na Tabela 1, de maneira simplificada.

Além da agregação de valor nutricional, é imprescindível que as propriedades sensoriais também sejam mantidas após as modificações ou adições nas formulações, para que o produto continue atrativo ao consumidor, de modo que, nos trabalhos analisados, tais propriedades foram mantidas ou até mesmo otimizadas.

**Tabela 1** – Ingredientes substituídos parcialmente e/ou adicionados nas formulações de biscoitos

<b>Ingrediente Substituto/Adicionado</b>	<b>Ingrediente Substituído</b>	<b>Nível de Substituição/Adição</b>	<b>Nível Ótimo de Substituição</b>	<b>Referência</b>
Farinha de carcaça de peixes	-*	0-15%	10%	SOUZA <i>et al.</i> (2022)
Ossos de peixes em pó	-*	0-50%	30%	BENJAKUL & KARNJANAPRATUM (2018)
Gordura de inseto ( <i>Hermetia illucens</i> )	Gordura	0-50%	25%	DELICATO <i>et al.</i> (2020)
Farinha de inseto ( <i>Tenebrio molitor</i> )	Farinha de Trigo	0-10%	10%	MALAGHINI <i>et al.</i> (2021)
Polpa de pêssego	-*	10,50%	10,50%	BLANCO CANALIS <i>et al.</i> (2020)
Resíduos do extrato de café	-*	0-20%	20%	INHWA HAN & CHUL-SEUNG LEE (2021)
Borra de café verde	-*	0-12%	10-12%	DESAI <i>et al.</i> (2020)
Géis de Farelo de Trigo e Aveia	Gordura	30-50%	30%	MILIĆEVIĆ <i>et al.</i> (2020)
Óleo de Palma	Gordura	0-100%	100%	PEREZ-SANTANA <i>et al.</i> (2021)
Bagaço de Cana de Açúcar	Farinha de Trigo	5-10%	5%	VIJERATHNA <i>et al.</i> (2019)
Bagaço de Cajá	-*	5-15%	5%	OLADUNJOYE; EZIAMA; ADERIBIGBE (2021)
Farinha de micoproteína	Farinha de Trigo	0-100%	50%	STOFFEL <i>et al.</i> (2021)
Farinha de Colmo de Bambu jovem	Farinha de Trigo	15%	15%	FELISBERTO <i>et al.</i> (2019)
Farinha de fava	Farinha de Trigo	50-100%	100%	SCHMELTER; ROHM; STRUCK (2021)
Aveia	-*	50-75%	75%	ALY <i>et al.</i> (2021)
Canela	-*	5%	5%	ALY <i>et al.</i> (2021)
Extrato de uvas do mar ( <i>Caulerpa racemosa</i> ) em pó	-*	60%	60%	NGADIARTI <i>et al.</i> (2022)
Farinha de milho integral extrusada	Farinha de Milho	0-100%	100%	PAESANI; BRAVO-NÚÑEZ; GÓMEZ (2020)

Fonte: Autoria própria, 2022, onde -\* indica que o estudo não propôs substituição de nenhum ingrediente.

### 1.3 ESTABILIDADE DE BISCOITOS AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA

As propriedades tecnológicas também são relevantes, de forma que é de interesse da indústria que o produto não perca as propriedades sensoriais ao fazer a substituição de ingredientes ao longo da vida de prateleira. Desse modo, foram avaliados os parâmetros de estabilidade físico-química e microbiológica dos biscoitos ao longo do tempo.

Nos biscoitos com substituição da farinha de trigo por até 50% de farinha de micoproteína, notou-se que a reação de *Maillard* contribuiu para o escurecimento do produto, sendo que essa reação também contribui positivamente para ressaltar o sabor, devido compostos formados pela presença de açúcares redutores e aminoácidos (STOFFEL *et al.*, 2021). A textura, por outro lado, apresentou uma elevada dureza, sendo uma característica indesejada em produtos de panificação em geral. Isso ocorreu em decorrência da degradação do conteúdo lignocelulósico, sendo um processo conhecido por prejudicar a textura em produtos de panificação (STOFFEL *et al.*, 2021). No caso da atividade de água, a utilização da micoproteína foi benéfica, diminuindo a atividade de água do biscoito, o que auxilia na conservação do mesmo, uma vez que a quantidade de água disponível para desenvolvimento de microrganismos é menor.

Em estudo da estabilidade microbiológica de biscoitos à base de óleo vegetal em pó (óleo de girassol e gergelim), notou-se que a substituição para o óleo vegetal em pó em até 40% não prejudicou nenhuma característica sensorial, de forma que aumentou em 89% a capacidade antioxidante do produto. Além disso, o produto permaneceu fresco por mais tempo, possuindo uma vida de prateleira de 245 dias (SRIVASTAVA; MISHRA; 2021). A umidade dos biscoitos diminuiu ao longo do tempo, de forma que a dureza aumentou de 121,34 N para 159,23 N em condições ambientes, devido à migração da água da parte extrema para a parte interior do biscoito com óleo vegetal em pó (SRIVASTAVA; MISHRA; 2021).

Em biscoitos com substituição da farinha de trigo por farinha de fava, as observações microbiológicas também foram promissoras. A atividade de água variou entre 0,11 a 0,17, o que colabora para a estabilidade do produto ao longo do tempo, haja vista que o valor está muito abaixo do nível crítico para deterioração microbiana, assim como para perda de crocância durante o armazenamento. Além disso, a umidade dos biscoitos teve variação entre 1,83 g/100g e 2,42 g/100g, e a umidade da formulação controle foi de 2,02g/100g (SCHMELTER; ROHM; STRUCK, 2021).

Devido à alta atividade antioxidante da aveia e canela, em biscoitos com a adição desses ingredientes ocorreu uma redução significativa no crescimento microbiano no produto. Os compostos fenólicos da aveia possuem propriedades antimicrobianas, assim como a canela contém propriedades farmacológicas e antimicrobianas, o que confere estabilidade microbiológica ao produto (ALY, *et al.* 2021).

Fazendo a substituição de farinha de milho por farinha de milho integral extrusada em biscoitos, obteve-se resultados promissores na análise sensorial. A textura dos biscoitos com farinhas integrais foi melhor avaliada comparada aos biscoitos controle, possivelmente pela menor dureza dos primeiros (PAESANI, C.; BRAVO-NÚÑEZ, Á.; GÓMEZ, M., 2020).

A adição de polpa de pêsego em biscoitos teve uma reação sensorial positiva, devido à presença de frutose, que aumentou a doçura e acarretou na reação de *Maillard* durante o forneamento, com o escurecimento do biscoito. Além disso, não houve diferença na crocância e textura em geral, de forma que a textura no armazenamento apresentou o mesmo comportamento de um biscoito padrão (BLANCO CANALIS *et al.*, 2020).

A utilização de farinha de borra de café verde, em adição de 10 e 12% nos biscoitos, demonstrou resultado positivo na estabilidade microbiológica, de forma que a carga microbiana ficou abaixo de 80 UFC/g para endósporos, com ausência de microrganismos aeróbios totais, bolores e leveduras. A aceitação sensorial pelos consumidores também foi positiva, de forma que a utilização desse produto tem potencial de se tornar um ingrediente funcional para biscoitos (DESAI *et al.*, 2020).

Em biscoitos de tapioca enriquecidos com farinha de carcaça de peixes, a aceitação sensorial foi alta, especialmente com 10% de farinha de tilápia, apresentando textura melhor que o biscoito controle. Na questão microbiológica, os biscoitos ficaram dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação, com *Staphylococcus aureus* < 2-log UFC/g, valores de coliformes abaixo do limite e ausência de *Salmonella* ssp (SOUZA *et al.*, 2022).

Em relação à segurança microbiológica, o microrganismo que causa maior preocupação é *Salmonella*, haja vista que esse microrganismo tem a capacidade de sobreviver longos períodos de tempo em ambientes secos, com baixa atividade de água, como é o caso de produtos de panificação, especificamente biscoitos. Mesmo com o processo de cozimento dos biscoitos, é necessário entender quais os parâmetros de inativação térmica de *Salmonella*. Dessa forma, de acordo com Channaiah *et al.* (2021),

biscoitos cozidos por pelo menos 11,5 minutos a 185 °C em forno garante a redução de  $\geq 5$ -log na população de *Salmonella*, auxiliando na otimização da segurança do produto (CHANNIAH *et al.*, 2021).

A utilização de extrato de folhas de oliveiras (*Olea europaea*), encapsuladas ou não, foi analisada como aditivo natural no prolongamento da vida de prateleira do produto, e foi constatado que na concentração de 500  $\mu\text{g}$  GAE (equivalente em ácido gálico) por grama de massa de biscoito foi muito eficaz para tal propósito, não prejudicando a aceitação sensorial pelos consumidores. Foi analisado sob condições de armazenamento acelerado com luz UV e observou-se maior estabilidade na oxidação e atividade de eliminação de radicais livres nos biscoitos com adição do extrato ao longo do tempo. Dessa forma, nota-se que é um potencial aditivo para auxiliar na estabilidade de biscoitos (PACIULLI *et al.*, 2022).

#### **1.4 PERSPECTIVAS**

É esperado um avanço e crescimento do setor, uma vez que a procura dos consumidores por produtos práticos, ao mesmo tempo que nutricionalmente benéficos, tende a crescer cada vez mais. Além disso, é possível observar que há um vasto campo de possibilidades a serem exploradas no setor de panificação, uma vez que há inúmeros ingredientes funcionais, os quais a utilização como ingredientes alternativos em biscoitos ainda não foi explorada.

Ademais, nota-se que os estudos até mesmo clínicos estão crescendo, onde são utilizados ratos para analisar melhoras nos níveis de glicose e colesterol. Tais estudos denotam para a tendência de transformar formulações alternativas de biscoitos em alimentos funcionais, com a capacidade de auxiliar no retardamento de doenças neurodegenerativas, doenças crônicas e relacionadas à idade.

O intuito desses estudos é investigar os benefícios dessas alterações na formulação dos biscoitos, para que seja possível focar na alimentação funcional no futuro, com uma base científica consolidada. Sendo assim, é um setor de estudos bastante promissor.

#### **1.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Baseando-se nas análises teóricas realizadas dos estudos existentes, nota-se que é possível explorar diversas formas de enriquecer nutricionalmente produtos de panificação, especificamente biscoitos, tornando-os alimentos funcionais, sendo um ramo

promissor de investimento científico, haja vista que o consumo desses produtos está em alta e tende a crescer cada vez mais.

Entretanto, ainda é necessário aprofundar os estudos em relação às atividades microbiológicas dos biscoitos, principalmente nas formulações alternativas, de forma a comprovar a viabilidade da utilização dessas alterações nos ingredientes sem prejuízo na estabilidade ao longo de seu período de validade, e conseqüentemente, na sua industrialização.

## 1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAPI (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados). **Estatísticas de Vendas de Biscoitos (2019 - 2020)**. Disponível em:<<https://www.abimapi.com.br/estatisticas.php>>. Acesso em: 21 out 2021.

ALY, A. A.; ZAKY, E. A.; MAHMOUD, H. A.; ALREFAEI, A. F.; HAMEED, A. M.; ALESSA, H.; ALSIMAREE, A. A.; ALJOHANIE, M.; EL-BAHY, S. M.; KADASAH, S. **The Impact of Addition Oats (*Avena sativa*) and Cinnamon on Cookies and their Biological Effects on Rats Treated with Cirrhosis by CCL4**. Saudi Journal of Biological Sciences (2021) Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.010>>. Acesso em: 14 jan 2023.

BABIKER, E.E.; ÖZCAN, M.M.; GHAFOOR, K.; JUHAIMI, F.A.; AHMED, I.A.M.; ALMUSALLAM, I.A. **Bioactive compounds, nutritional and sensory properties of cookies prepared with wheat and tigernut flour**. Food Chemistry 349 (2021) 129155. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129155>>. Acesso em: 08 nov 2021.

BENJAKUL, S.; KARNJANAPRATUM, S., **Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder**, Food Chemistry (2018). Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.124>>. Acesso em: 07 nov 2021.

BLANCO CANALIS, M.S.; BARONI, M.V.; LEÓN, A.E.; RIBOTTA, P.D., **Effect of peach puree incorporation on cookie quality and on simulated digestion of polyphenols and antioxidant properties**, Food Chemistry (2020), doi: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127464>>. Acesso em: 22 ago 2022.



BORGES, M. M.; COSTA, D. V.; TROMBETE, F. M.; CÂMARA, A. K. F. I. **Edible insects as a sustainable alternative to food products: an insight into quality aspects of reformulated bakery and meat products.** *Current Opinion in Food Science - Volume 46* (2022) 100864. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100864>>. Acesso em: 15 mar 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde; ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). RDC nº 263, 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos.** Disponível em:<[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html)>. Acesso em: 28 out 2021.

CHANNIAH, L. H.; MICHAEL, M.; ACUFF, J. C.; PHEBUS, R. K.; THIPPAREDDI, H.; MILLIKEN, G. **Thermal inactivation of Salmonella during hard and soft cookies baking process.** *Food Microbiology* 100 (2021) 103874. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103874>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CHRIST-RIBEIRO, A.; CHIATTONI, L. M.; MAFALDO, C. R. F.; BADIALE-FURLONG, E.; SOUZA-SOARES, L. A. **Fermented rice-bran by *Saccharomyces cerevisiae*: Nutritious ingredient in the formulation of gluten-free cookies.** *Food BioScience* 40 (2021). Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100859>>. Acesso em: 17 out 2021.

DELICATO, C.; SCHOUTETEN, J. J.; DEWETTINCK, K.; GELLYNCK, X.; TZOMPA-SOSA, D. A. **Consumers' perception of bakery products with insect fat as partial butter replacement.** *Food Quality and Preference* 79 (2020) 103755. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103755>>. Acesso em: 15 mar 2023.

DESAI, N. M.; MALLIK, B.; SAKHARE, S. D.; MURTHY, P. S. **Prebiotic oligosaccharide enriched green coffee spent cookies and their nutritional, physicochemical and sensory properties.** *LWT - Food Science and Technology* 134 (2020) 109924. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109924>>. Acesso em: 10 jan 2023.

EKIN, M. M.; KUTLU, N.; MERAL, R.; CEYLAN, Z.; CAVIDOGLU, I. **A novel nanotechnological strategy for obtaining fat-reduced cookies in bakery industry: Revealing of sensory, physical properties, and fatty acid profile of cookies prepared**

**with oil-based nanoemulsions.** Food Bioscience 42 (2021). Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101184>>. Acesso em: 17 out 2021.

ESPINOSA-PÁEZ, E.; HERNÁNDEZ-LUNA, C. E.; LONGORIA-GÁRCIA, S.; MARTÍNEZ-SILVA, P.A.; ORTIZ-RODRÍGUEZ, I.; VILLARREAL-VERA, M.T.; CANTÚ-SALDAÑA, C.M. **Pleurotus ostreatus: A potential concurrent biotransformation agent/ingredient on development of functional foods (cookies).** LWT Food Science and Technology 148 (2021) 111727. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111727>>. Acesso em: 08 nov 2021.

EUROMONITOR. **Top 5 Trends in Health and Wellness.** 2019. Disponível em: <[https://go.euromonitor.com/white-paper-health-wellness-2019-top-5-trends.html?utm\\_source=blog&utm\\_medium=blog&utm\\_campaign=CT\\_SB\\_19\\_01\\_09\\_Top%20Trends%20Health%20and%20Wellness&utm\\_content=health%20and%20wellness](https://go.euromonitor.com/white-paper-health-wellness-2019-top-5-trends.html?utm_source=blog&utm_medium=blog&utm_campaign=CT_SB_19_01_09_Top%20Trends%20Health%20and%20Wellness&utm_content=health%20and%20wellness)>. Acesso em: 10 out 2022.

FELISBERTO, M. H. F.; MIYAKE, P. S. E.; BERALDO, A. L.; FUKUSHIMA, A. R.; LEONI, L. A. B.; & CLERICI, M. T. P. S. **Effect of the addition of young bamboo culm flour as a sugar and/or fat substitute in cookie formulations.** Food Science and Technology, 39(4), 867-874. (2019). Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.12418>>. Acesso em: 31 ago 2022.

INHWA HAN; CHUL-SEUNG LEE. **Quality properties and bioactivities of American cookies with coffee extract residues.** LWT – Food Science and Technology 151 (2021) 112173. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112173>>. Acesso em: 22 ago 2022.

KARAKURT, G.; ÖZKAYA, B.; SAKA, İ. **Chemical composition and quality characteristics of cookies enriched with microfluidized flaxseed flour.** LWT - Food Science and Technology YFSTL 112773 (2021). Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112773>>. Acesso em: 07 nov 2021.

LUCA, ADRIANA de. **Procura por comida pronta e saudável cresce durante pandemia de Covid-19.** CNN Brasil, São Paulo, 19, abril, 2021. Disponível em:<<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/procura-por-comida-pronta-e-saudavel-cresce-durante-pandemia-de-covid->



Technology YFSTL 109931 (2020). Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109931>>. Acesso em: 23 ago 2022.

PEREZ-SANTANA, M.; CAGAMPANG, G. B.; GU, L.; MACINTOSH, I. S.; PERCIVAL, S. S.; MACINTOSH, A. J. **Characterization of physical properties and retention of bioactive compounds in cookies made with high oleic red palm olein.** LWT 147 (2021). Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111499>>. Acesso em: 18 out 2021.

QUILES, A.; CAMPBELL, G. M.; STRUCK, S.; ROHM, R.; HERNANDO, I. **Fiber from fruit pomace: A review of applications in cereal-based products,** Food Reviews International (2016). DOI: 10.1080/87559129.2016.1261299. Acesso em: 04 nov 2021.

SCHMELTER, L.; ROHM, H.; STRUCK, L. **Gluten-free bakery products: Cookies made from different *Vicia faba* bean varieties.** Future Foods 4 (2021) 100038. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100038>>. Acesso em: 22 ago 2022.

SHIYI LI; GANGCHENG WU; XIAOJING LI; QINGZHE JIN; ZINGGUO WANG; HUI ZHANG. **Roles of gelator type and gelation technology on texture and sensory properties of cookies prepared with oleogels.** Food Chemistry 356 (2021) 129667. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129667>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

SOUZA, M. L. R.; GASPARINO, E.; GOES, E. S. R.; CORADINI, M. F.; VIEIRA, V. I.; OLIVEIRA, G. G.; MATIUCCI, M. A.; CASTRO, A. C. V. J.; SIEMER, S.; FERNANDES, V. R. T.; FEIHRMANN, A. C. **Fish carcass flours from different species and their incorporation in tapioca cookies.** Future Foods 5 (2022) 100132. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100132>>. Acesso em 15 jan 2023.

SRIVASTAVA, S.; MISHRA, H. N. **Development of microencapsulated vegetable oil powder-based cookies and study of its physicochemical properties and storage stability.** LWT - Food Science and Technology 152 (2021) 112364. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112364>>. Acesso em: 01 set 2022.

STOFFEL, F.; SANTANA, W. O.; FONTANA, R. C.; CAMASSOLA, M. **Use of *Pleurotus albidus* mycoprotein flour to produce cookies: Evaluation of nutritional enrichment and biological activity.** Innovative Food Science and Emerging

Technologies 68 (2021) 102642. Disponível em:  
<<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102642>>. Acesso em: 20 ago 2022.

VIJERATHNA, M.P.G.; WIJESEKARA, I.; PERERA, R.; MARALANDA, S.M.T.A.; JAYASINGHE, M.; WICKRAMASINGHE, I. **Physico-chemical Characterization of Cookies Supplemented with Sugarcane Bagasse Fibres.** Vidyodaya Journal of Science Vol. 22 No 01 (2019) 29-39. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/334051618\\_Physico-chemical\\_Characterization\\_of\\_Cookies\\_Supplemented\\_with\\_Sugarcane\\_Bagasse\\_Fibres](https://www.researchgate.net/publication/334051618_Physico-chemical_Characterization_of_Cookies_Supplemented_with_Sugarcane_Bagasse_Fibres)>. Acesso em: 08 nov 2021.

## CAPÍTULO 2: EFFECT OF HYDRATED CHIA SEEDS ADDITION AS FAT SUBSTITUTE IN COOKIES FORMULATION

ALMEIDA<sup>1</sup>, S. C. P.; NAVARRO<sup>1</sup>, M. N. S.; FELISBERTO<sup>2,3</sup>, M. H. F.; MORAES<sup>1\*</sup>, M. N.

<sup>1</sup> Centro de Ciências da Natureza (CCN), Federal University of São Carlos, UFSCar, Rod. Lauri Simões de Barros km 12 - SP-189 Bairro Aracaçu - Buri- SP, Brazil.

<sup>2</sup> Technological Faculty of Capão Bonito (FATEC), Capão Bonito, SP, Brazil, CEP: 18301-225.

<sup>3</sup> Department of Food Technology (DTA), Federal University of Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brazil, CEP 36570-900.

\*author correspondent: moyses.moraes@ufv.br

Artigo submetido à Brazilian Journal of Food Technology

### 2.1 ABSTRACT

Over the past years, the consumer's interest for healthier products have increased, and the elaboration of cookies with reduced fat and increased fiber content will contribute for this growing market. The objective of this work was the production, evaluation and characterization of cookies with vegetable fat partial replacement by hydrated chia seeds. It was used a factorial design with two variables ( $2^2$  - fat and chia seeds) and different levels (0 to 1 - keeping the proportion of chia seeds and fat always equal to 1), totalizing 19 experimental trials. The experimental design was in duplicate, and the central point in triplicate. The proportion of water used to hydrate the chia seeds was 1:1 (w:w). The cookies were elaborated using the creamed stage, laminated to a thickness of 0.5 cm and a diameter of 5.0 cm. For technological characterization, the parameters of loss of mass, thickness, diameter, specific and apparent volume and expansion factor were evaluated on the day of manufacture. After 24 hours, the water activity (aw), texture and moisture were measured. After evaluating the results obtained through analysis of variance, 3 formulations were selected (0.5; 0.6 and 0.4 of fat replacement for hydrated chia seeds) to be evaluated over time for aw, moisture and texture. It was observed a slight tendency to increase aw and cookie break strength, over time. The HCS additions on the level until 60 % of fat replacement on cookies formulation showed to be favorable, once the traditional technological characteristics associated to this product were maintained, besides this product seems to be more attractive to the consumer, due to the reduced caloric content.

**Keywords:** Bakery, Healthiness; Fibers; Pseudocereal, Shelf Life, Technological characteristics, Texture.

## 2.2 RESUMO

Nos últimos anos, o interesse do consumidor por produtos mais saudáveis tem crescido, e a elaboração de um biscoito tipo *cookies* com redução no teor de gordura e aumento no teor de fibras irá contribuir para esse mercado em ascensão. O objetivo deste trabalho foi a produção, avaliação e caracterização de *cookies* com substituição parcial da gordura vegetal por sementes de chia hidratada. Foi utilizado um delineamento experimental com duas variáveis ( $2^2$  - gordura e sementes de chia) e níveis diferentes (0 a 1 - mantendo a proporção de sementes de chia e gordura sempre igual a 1), totalizando 19 ensaios experimentais. O delineamento experimental foi em duplicata, sendo que o ponto central foi em triplicata. A proporção de água utilizada para hidratar as sementes de chia foi 1:1 (w:w). Os biscoitos foram elaborados utilizando etapa de cremeação, laminados a uma espessura de 0,5 cm e diâmetro de 5,0 cm. Para caracterização tecnológica, os parâmetros de perda de massa, espessura, diâmetro, volume aparente e específico e fator de expansão foram avaliados no dia da fabricação. Após 24 horas, a atividade de água (aw), textura e umidade foram medidas. Depois de avaliar os resultados obtidos por meio de análise de variância, 3 formulações foram selecionadas (0,5; 0,6 e 0,4 de substituição de gordura por sementes de chia hidratada) para serem analisadas ao longo do tempo para atividade de água, umidade e textura. Foi observado uma leve tendência no aumento da atividade de água e força de quebra do biscoito, ao longo do tempo. A adição de SCH no nível de 60 % de substituição da gordura nas formulações de *cookies* se mostrou favorável, uma vez que as características tecnológicas tradicionais associadas a esse produto foram mantidas, além deste aparentar ser mais atrativo ao consumidor, devido a redução do teor calórico.

**Palavras-chave:** Panificação, Saudabilidade; Fibras; Pseudocereal, Vida de Prateleira, Características Tecnológicas, Textura.

## 2.3 INTRODUCTION

Chia (*Salvia hispânica* L.) is a biannual plant, belonging to the mint family (*Labiatae*), in the *Spermatophyta* subdivision, which belongs to *Plantae* Kingdom, whose flowers can be both purple and white (Ali *et al.*, 2012). Chia seeds are very small, with a flat oval shape and color ranging from beige to dark coffee, with small spots, which may have a white or gray color (Muñoz *et al.*, 2012).

In 2009, chia seed was approved as a new food by the European Parliament and the Europe Council, for not causing any allergenic, anti-nutritional or toxic effects on the consumer (Muñoz *et al.*, 2013; Tenore *et al.*, 2018). Nowadays, it offers a great potential in food industries, animal food, medications, cosmetics and pharmaceuticals, due to its nutritional content and nutraceutical compounds (Benetoli da Silva *et al.*, 2020; Eker & Karakaya, 2020; Muñoz *et al.*, 2013).

The evaluation of its properties showed high nutritional value, especially regarding to the fiber level, protein content and the fat composition. The content of soluble fibers (6 %) in the chia seed is evidenced by the formation of a mucilaginous capsule when the seeds are soaked in water. This soluble fraction is mainly composed of neutral sugars, which indicates the presence of several carbohydrates which form the mucilaginous structure (Reyes-Caudillo *et al.*, 2008). Its protein content is superior to other grains, besides being gluten free and containing no toxic components (Muñoz *et al.*, 2013). Its fatty acid content is significant to alpha-linolenic acid ( $\omega$ -3) and linoleic acid ( $\omega$ -6), which can't be artificially synthesized (Ali *et al.*, 2012; Bushway *et al.*, 1981; Ixtaina *et al.*, 2008; Reyes-Caudillo *et al.*, 2008).

These seeds are also potential sources of antioxidants, due to the presence of polyphenols (Reyes-Caudillo *et al.*, 2008), like phenolic acid, tannins and flavonoids. They have antibacterial, antiviral, anti-inflammatory, anti-allergic and anti-ischemic properties, and they also are vasodilators and eliminate free radicals. Furthermore, the phenolic compounds are effective in delaying the lipids oxidation, which impair human health.

Many researches also evaluate the chia seed effects on *in vivo* feeding, and the results indicate reduction in triglycerides content and raise in high density lipoprotein content and  $\omega$ -3 levels. Thus, the use of chia seeds in human feeding demonstrates great potential as an alternative source of  $\omega$ -3 for vegetarian people or allergic to fish or by-products of fish origin (Ayerza & Coates, 1999, 2005; Fernandez *et al.*, 2008). The intake



of dietary fibers has an essential function in intestinal health and nutritional and physiological effects on consumer health, in addition to being associated with a lower risk of heart disease development, hypertension, diabetes, obesity, certain cancer types, reducing cholesterol levels and improving the glycemic control (Anderson *et al.*, 1994; Brownlee, 2011; Marineli *et al.*, 2014).

The greater consumer demand for healthier products that can contribute to the prevention of some diseases, is coupled with the elaboration of food product added of fibers. This type of product has gained consumer attention, because in addition to increasing the consumption of fiber, it also reduces the intake of fats, which are normally found in high levels in bakery products, especially cakes and cookies, which are very consumed by children (Chevallier *et al.*, 2000; Fasolin *et al.*, 2007; Feddern *et al.*, 2011; Jacob & Leelavathi, 2007; Moraes *et al.*, 2010).

Cookie is a dry and airy product, made from a dough consisting basically of wheat flour, water, fat and yeast, shaped and baked (Bertolino & Braga, 2017). Cookies contain low water levels, with moisture content between 2 and 8 % and water activity ranging from 0.1 to 0.3, high sugar and fat contents (Gökmen *et al.*, 2008; Pareyt *et al.*, 2009). Brazil is among the top five countries producers of cookies, with a production of 1.475 million tons in 2019, and *per capita*/year consumption of 7.021 kg, surpassed only by United States, India and China (ABIMAPI, 2020). It is a kind of bakery product that is widely consumed by both children and adults, due to the high shelf life and ease of consumption, since they are ready to eat, and especially by children, due to the sweet taste and perfect crisp texture (Feddern *et al.*, 2011; Moraes *et al.*, 2010).

Considering that, some innovation strategies have been used by the bakery industry to elaborate healthier products, the aim of this work was to produce, evaluate and characterize different formulations of cookies with partial replacement of vegetable fat by hydrated chia seeds (HCS).

## **2.4 MATERIAL AND METHODS**

### **2.4.1 Materials**

The chia seeds (*Salvia hispanica* L.) were donated by R & S Blumos (Campinas, Brazil), and stored in sealed plastic pack and kept under cold temperature. The other ingredients were purchased in the local supermarket of Buri (SP) and surrounding areas, always making sure they were from the same batch. In the case of the eggs, we chose to

use dehydrated whole egg, specific for bakery (Ovopan Maxxi eggs), according to the instructions given by the producer.

### 2.4.2 Experimental Design

It was used a response surface design for mixture with two variables (fat and HCS), and different levels (1.0, 0.8, 0.75; 0.6; 0.5; 0.4; 0.25; 0.2; 0). Considering the fat quantity in the standard formulation, it was obtained the fat and HCS quantities for each experimental run (Table 1). The formulations were made in two replicates, and the central point in triplicate. During preliminary tests, it was determined the maximum level of HCS in substitution of fat by determining the quantity of water to hydrate the seeds, in order to get a proportion of 1:1 (chia seeds: water). Control formulation was applied to F7 and F12, in which there is no HSC addition.

**Table 2** – Proportion given in grams of HCS and fat in the trial runs.

Formulations	Real Levels (%) <sup>a</sup>	
	Fat (%)	HCS (%)
1	0	100
2	50	50
3	25	75
4	20	80
5	40	60
6	0	100
7	100	0
8	75	25
9	50	50
10	50	50
11	20	80
12	100	0
13	60	40
14	75	25
15	80	20
16	25	75
17	40	60
18	80	20
19	60	40

<sup>a</sup>Percentage of added fat and/or HCS, in relation to the total fat in the control formulation.

### 2.4.3 Hydration of chia seeds

At first, the chia seeds were taken out of the refrigerator and left in room temperature. Then, using digital analytic scale, the seeds and water were weighted. The

water was heated until 80 °C, and then the chia seeds were added and mixture during 1 minute to hydrate, until creating the characteristic mucilage of it, and obtaining hydrated chia seeds (HCS).

#### **2.4.4 Manufacture of cookies**

It was used as base the formulation of Clerici *et al.* (2013) for the preparation of the standard formulation of cookies with some modifications, as follows: 51.72 % refined sugar, 25.86 % brown sugar, 4.14 % whole egg, 43.10 % margarine (vegetable fat), 15.17 % maize starch, 0.34 % ammonium bicarbonate, 0.34 % baking powder (sodium bicarbonate – INS 500ii, monocalcium phosphate – INS 341i and calcium carbonate – INS 170i), 0.02 % condiments (nutmeg, clove powder, and cinnamon powder) and 0,11 % vanilla essence (four drops). At first, all ingredients were weighted, using digital analytic scale. The mixing was made in 2 stages, first the creaming stage, in which was mixed HCS and/or fat with the egg and sugars (according Table 1), in order to incorporate air to the batter, using high-speed in a planetary mixer (Kitchen Aid, St Joseph, USA) for 5 minutes. After that, the other ingredients (wheat flour, maize starch, vanilla essence, condiments, ammonium salt and last baking powder) were added gradually and homogenized for approximately 1 minute at a low speed. The dough was then rolled out to 5 mm thick sheets, cut into cylinders 5,0 cm in diameter, and baked in 200 °C temperature for 8 minutes in an electric oven (Layr Eletrodomésticos, SP, Brazil). Afterwards, the cookies were cooled for 30 minutes, vacuum-packed and stored at room temperature, protected from light, until analysis.

### **2.5 TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE COOKIES**

#### **2.5.1 Diameter, thickness, weight loss, and specific volume**

The diameter and thickness of the cookies were measured using a pachymeter, and the specific volume was calculated by the ratio between the apparent volume and the cookies' weight after baking, according American Association of Cereal Chemists International (2010). The weight loss was calculated as a ratio between raw dough and baked cookies' weight. The apparent volume was measured by the seed displacement method, according to AACCI (2010), method 10-05.01. All analyses were performed on 6 cookie samples.

### **2.5.2 Instrumental texture**

Texture of the cookies was carried out by the TA-XT Plus texture analyzer (Stable Micro Systems, England) after 24 hours of manufacture, equipped with Warner Bratzler Blade Set with rectangular slot blade (HDP/WBR) under compression, pre-test speed of 1 mm/s, test speed of 3 mm/s, post-test speed of 10 mm/s, and penetration distance of 5 mm. The readings were performed on 10 cookie samples.

### **2.5.3 Water activity (aw)**

Water activity (aw) was determined by the water activity meter using a dew point sensor (Aqualab, 4TEV, Decagon, Pullman, USA) at room temperature (25 °C), after 24 hours from the manufacture of cookies, in triplicate.

### **2.5.4 Moisture**

Moisture content was determined according to AACCI (2010) (method 44-15.02), by the weight loss of the sample, when heated to 105 °C, until a constant mass.

## **2.6 COOKIES SELECTION**

Based on the results of technological characterization, three formulations were selected, which results were closer to the formulation without addition of HCS (F7 and F12). It was performed analysis of variance (ANOVA), at a significance level of 5 % and difference of the evaluated averages through Tukey test ( $p < 0.05$ ). Using the software R and set to optimize the water activity from 0.3 to 0.7 (aiming water activity = 0.5) and moisture from 5 to 10 g/100 g.

## **2.7 SELECTED COOKIES CHARACTERIZATION**

The selected cookies were evaluated by its technological stability over time, through the instrumental texture and water activity on days 1, 14, 28, 42 and 56 after its manufacture, as described on items 2.5.2 and 2.5.3.

## **2.8 STATISTICAL ANALYSIS OF THE SELECTED COOKIES**

The results were obtained in two replicates and evaluated by the difference between formulations, through analysis of variance (ANOVA), at a significance level of

5 %, and the differences between the averages evaluated by Tukey test ( $p < 0.05$ ), using the software R.

## 2.9 RESULTS AND DISCUSSION

### 2.9.1 Technological characterization of cookies

Technological parameters and dimensions of the elaborated cookies are presented on table 2. It's noted that the cookies didn't present extensive variation on the diameter, ranging from 4.94 to 5.73 cm, independent on the level of fat substitution by HCS, which demonstrated the similar properties of HCS and vegetable fat on cookie's expansion. It is worth mentioning that neither a very large nor a very small expansion is interesting for the industry, since this could cause production losses, with cookies outside the standard (Queiroz *et al.*, 2017). Felisberto *et al.* (2019) noticed a bigger expansion (43.45 mm) on cookies' formulations, with 50 % of fat substitution by young bamboo culm flour. However, according to Bertolino & Braga (2017), this increase on the cookies diameter could be resulted by the use of refined sugar, instead of crystal sugar, creating a greater content of available water.

As for the thickness, a high variation was observed in relation to pre-cooking thickness of 0.5 cm, ranging from 0.72 to 1.32 cm (which denotes a significant increase) that can be explained by the gas production which is natural during baking, mainly due to decomposition of ammonium bicarbonate. The obtained results are similar to the cookies formulations with fat substitution by young bamboo culm flour, in which was observed an increase from 5 (raw cookie) to 10.78 mm in the baked cookie (Felisberto *et al.*, 2019).

Weight loss was in a range between 9.73 and 17.53 %, which is already predicted in consequence of water evaporation during the baking (Silva, 2018). Besides that, it was expected a greater weight loss in formulations with greater fat replacement by HCS, since they present higher water content, due to the addition of water for hydration, as observed to F3, the formulation with replacement of 75 % of fat by HCS. Consequently, the lowest weight loss (9.73 %) was observed for F7, the control formulation.

**Table 3** – Technological characterization (thickness, diameter, hardness, water activity, moisture, weight loss and specific volume) of cookies formulations with replacement of fat by HCS, 24 h after manufacturing<sup>a</sup>.

<b>Formulations</b>	<b>Thickness (cm)</b>	<b>Diameter (cm)</b>	<b>Weight loss (%)</b>	<b>Specific volume (mL/g)</b>	<b>Hardness (N)</b>	<b>Water activity (aw)</b>	<b>Moisture (%)</b>
<b>F1</b>	1.00 ± 0.08	5.31 ± 0.35	16.36 ± 1.08	2.08 ± 0.92	206.48 ± 26.90	0.56 < 0.01	7.31 ± 0.17
<b>F2</b>	0.97 ± 0.05	5.29 ± 0.18	12.20 ± 0.84	2.15 ± 0.43	76.04 ± 10.35	0.44 < 0.01	5.26 ± 0.06
<b>F3</b>	0.85 ± 0.09	5.46 ± 0.17	17.53 ± 1.58	2.50 ± 0.35	92.99 ± 23.95	0.65 < 0.01	8.50 ± 0.05
<b>F4</b>	1.05 ± 0.15	5.52 ± 0.34	14.44 ± 1.33	1.95 ± 0.23	93.78 ± 15.56	0.61 < 0.01	8.04 ± 0.15
<b>F5</b>	1.32 ± 0.23	5.52 ± 0.29	10.00 ± 0.90	2.15 ± 0.31	70.41 ± 19.85	0.57 < 0.01	4.98 ± 0.34
<b>F6</b>	1.14 ± 0.12	5.24 ± 0.18	11.42 ± 0.58	2.15 ± 0.53	190.30 ± 18.66	0.67 < 0.01	8.12 ± 0.13
<b>F7</b>	0.96 ± 0.08	5.73 ± 0.20	9.73 ± 0.31	2.58 ± 0.41	100.23 ± 33.23	0.41 < 0.01	2.71 ± 0.12
<b>F8</b>	0.89 ± 0.08	5.42 ± 0.15	11.83 ± 0.47	1.58 ± 0.26	209.76 ± 61.23	0.46 < 0.01	5.78 ± 0.45
<b>F9</b>	0.92 ± 0.08	4.94 ± 0.14	9.97 ± 0.85	2.82 ± 0.39	100.01 ± 19.18	0.53 < 0.01	5.82 ± 0.28
<b>F10</b>	1.06 ± 0.24	5.24 ± 0.33	11.65 ± 1.36	1.58 ± 0.51	165.66 ± 23.49	0.44 < 0.01	6.28 ± 0.48
<b>F11</b>	1.27 ± 0.22	5.30 ± 0.12	11.38 ± 0.42	1.50 ± 0.50	124.47 ± 43.31	0.54 < 0.01	7.68 ± 0.90
<b>F12</b>	0.86 ± 0.05	5.64 ± 0.16	10.54 ± 5.32	3.26 ± 0.86	117.15 ± 35.55	0.38 < 0.01	2.31 ± 0.26
<b>F13</b>	1.05 ± 0.23	5.39 ± 0.16	11.31 ± 0.59	3.18 ± 0.51	151.67 ± 23.04	0.49 < 0.01	4.39 ± 0.11
<b>F14</b>	0.87 ± 0.10	5.61 ± 0.20	10.62 ± 0.64	3.11 ± 0.50	138.03 ± 28.62	0.43 < 0.01	3.96 ± 0.09
<b>F15</b>	0.90 ± 0.07	5.59 ± 0.17	12.10 ± 0.37	2.83 ± 0.67	164.40 ± 37.96	0.44 < 0.01	3.98 ± 0.15
<b>F16</b>	0.92 ± 0.11	5.38 ± 0.15	11.23 ± 0.66	3.01 ± 0.79	92.07 ± 16.70	0.60 < 0.01	6.72 ± 0.37
<b>F17</b>	0.91 ± 0.09	5.39 ± 0.15	12.43 ± 0.55	3.76 ± 0.66	71.85 ± 14.94	0.57 < 0.01	6.08 ± 0.11
<b>F18</b>	0.90 ± 0.06	5.29 ± 0.18	11.57 ± 0.80	3.70 ± 0.44	119.25 ± 27.74	0.39 < 0.01	3.35 ± 0.11
<b>F19</b>	0.72 ± 0.04	5.35 ± 0.19	9.95 ± 0.65	3.31 ± 0.53	139.44 ± 35.95	0.53 < 0.01	6.09 ± 0.05

<sup>a</sup> Results expressed as the mean ± standard deviation.

The specific volume varied between 1.50 and 3.76 mL/g, in which F11 (20 % of fat and 80 % of HCS) presented the lowest specific volume (1.50 mL/g) and F17 (40 % of fat and 60 % of HCS), the highest specific volume (3.76 mL/g). Similar results were observed by Moraes *et al.* (2010) in cookies formulations, where the formulations with lowest content of fat and sugar presented lower specific volume (1.02 mL/g) and the formulations with the highest content of fat and sugar presented a greater specific volume (1.34 mL/g). Likewise, Felisberto *et al.* (2019) observed an average of 2.54 mL/g in cookies with partial replacement of fat by young bamboo culm flour.

Regarding the hardness of cookies (Table 3), we observed that the HCS addition was not the determining factor for their hardness, because the control formulation (F2 and F12) presented the highest value (100.23 N and 117.15 N, respectively) compared to formulation with HCS addition, like F2 (50 % of fat and 50 % of HCS) (76.04 N), F5 (70.41 N) and F17 (71.85 N), both with 60 % of HCS addition.

In cookies formulations with fat replacement for starch, Dapčević Hadnađev *et al.* (2015) observed that 50 % fat reduction increased the hardness of cookies, presenting the greatest breaking force, compared to control formulation. Otherwise, Giarnetti *et al.* (2015) observed a breaking force of 9.41 kN.m<sup>-1</sup> for 50 % of fat replacement by gel with an emulsion based in inulin and extra virgin olive oil in cookies formulations against a breaking force of 2.70 kN.m<sup>-1</sup> for 100 % substitution of fat. Moraes *et al.* (2010) observed that the reduction of fat content 38 to 22 % resulted in a drop of 2.33 % on the hardness of the cookies formulations, so they concluded that the fat content is significant to the softness of the final product.

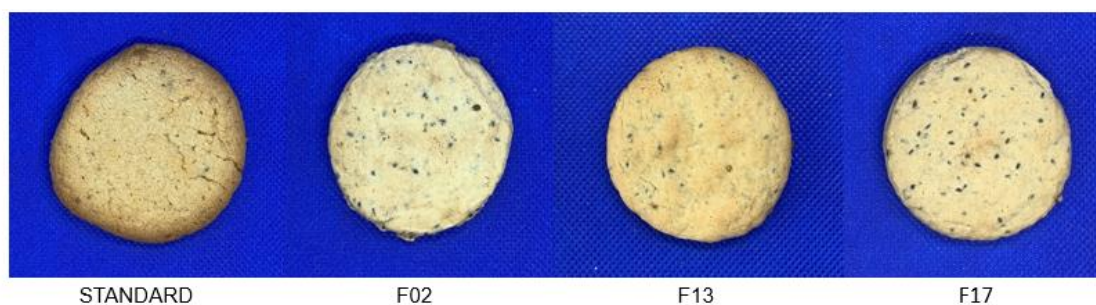
Analyzing the water activity of the formulations, we observed that cookies presented values between 0.38 – 0.67, which corroborates to the shelf life of the product, since it's known that the development of microorganisms is unusual in water activity lower than 0.8. Besides that, even xerophilic fungi and osmophilic yeasts, capable of thriving in environment with little water available, are not capable of thriving in environments with water activity lower than 0.62 (Braga, 2016). Felisberto *et al.* (2019) observed average water activity of 0.48 in cookies formulations with fat replacement for young bamboo culm flour. So, the obtained cookies presented appropriate microbiological stability for consumption.

Moisture values, ranging from 2.3 to 8.5 %, were observed on the elaborated formulations, with the greatest values to F3, in which fat were replaced by 75 % of HCS. All formulations presented content below 15 %, agreeing with the Resolution n° 263

(September 22th of 2005) of ANVISA (National Health Surveillance Agency), where the maximum recommended moisture content in products which contain flour is 15.0 % (BRASIL, 2005). This fact shows that the replacement of fat for HCS do not interfere on the moisture content of the final product in a harmful way to the microbiological security of the food. Venturini (2017), in formulations of cookies with the substitution of fat by lipid microcapsules containing chia oil, noticed greater balance moisture for formulations with 15 % of fat replacement compared to 30 % of replacement. By the achieved results in this work, it was possible to note that the moisture of 8.5 % from the formulation with 75 % of fat replacement for HCS probably occurred due to the high fiber content, which causes water retention on the food matrix, besides the increase on the water content in the dough resulted of the high fat replacement, according to Felisberto *et al.* (2015).

### 2.9.2 Cookies selection

Based on the obtained results and with the water activity optimized between 0.3 and 0.7, aiming water activity equal to 0.5 and moisture content from 5 to 10 %, the selected formulations were F2, F13 and F17 (Figure 1). A standard formulation, without the replacement of vegetable fat by HCS, was used to compare the proximate composition and the technological characteristics.



**Figure 1** – Statically selected cookies for stability evaluating over time. F2=formulation with 50 % of fat and 50 % of HCS, F13=formulation with 60 % of fat and 40 % of HCS and F17=formulation with 40 % of fat and 60 % of HCS.

### 2.9.3 Selected cookies characterization

Water activity and instrumental texture of selected cookies, through days 1, 14, 28, 42 and 56 of storage are presented on Table 3. It was observed a tendency to increase aw content over the storage period, reaching values of 0.64, on day 42, which is directly related to the shelf life of the cookies, in terms of the stability of cookies throughout the time.



**Table 4** – Stability of selected formulations, during storage, on days 1, 14, 28, 42 e 56 after the manufacture<sup>a</sup>.

Analysis	Formulations <sup>2</sup>	Days				
		1	14	28	42	56
Water activity (aw)	F2	0.41 ± 0.04 <sup>Ab</sup>	0.51 ± 0.09 <sup>Aab</sup>	0.50 ± 0.06 <sup>Bab</sup>	0.56 ± 0.08 <sup>Aa</sup>	0.58 ± 0.03 <sup>Aa</sup>
	F13	0.44 ± 0.03 <sup>Aab</sup>	0.41 < 0.01 <sup>Bb</sup>	0.42 < 0.01 <sup>Cab</sup>	0.44 ± 0.04 <sup>Bab</sup>	0.46 ± 0.03 <sup>Ba</sup>
	F17	0.45 ± 0.02 <sup>Ae</sup>	0.54 < 0.01 <sup>Ad</sup>	0.59 < 0.01 <sup>Ac</sup>	0.64 < 0.01 <sup>Aa</sup>	0.61 < 0.01 <sup>Ab</sup>
Hardness (N)	F2	85.27 ± 23.53 <sup>Ba</sup>	94.41 ± 20.58 <sup>Ba</sup>	94.62 ± 32.68 <sup>Aa</sup>	90.71 ± 13.83 <sup>Ba</sup>	93.86 ± 17.41 <sup>Ba</sup>
	F13	108.35 ± 32.50 <sup>Aa</sup>	107.99 ± 22.73 <sup>Aba</sup>	100.65 ± 33.31 <sup>Aa</sup>	107.08 ± 22.30 <sup>Aba</sup>	88.46 ± 29.46 <sup>Ba</sup>
	F17	98.02 ± 22.43 <sup>ABb</sup>	117.19 ± 31.41 <sup>Aab</sup>	117.17 ± 53.51 <sup>Aab</sup>	122.97 ± 25.26 <sup>Aab</sup>	133.16 ± 31.21 <sup>Aa</sup>

<sup>a</sup>Results expressed as means ± standard deviation. Means followed by different capital letters in the same column, differ significantly (p <0.05) by the Tukey test, for each parameter. Means followed by different lowercase letters on the same line, differ significantly (p <0.05) by the Tukey test, for each parameter. <sup>2</sup> F2 = formulations with 50 % of fat and 50 % of HCS, F13 = formulations with 60 % of fat and 40 % of HCS and F17 = formulations with 40 % of fat and 60 % of HCS.

In general, it was noticed that, except for day 1, when there was no significant difference between the formulations, over the time of storage F2 and F17 presented greater aw, and F13 presented the lower values, as it was already expected, due to higher content of water addition on the substitution of fat for HCS.

Throughout time, all the formulations presented a raise in aw, especially F17 (40 % of fat and 60 % of HCS), which presented a variation of 0.45 up to 0.61, on day 56 of storage, probably because of water retention by the soluble fraction of the chia seeds. (Queiroz *et al.* (2017)) elaborated cookies formulation without gluten enriched with 5 % of coconut flour and observed average aw of 0.51, which demonstrates the similarity with the results obtained in the present work.

Regarding the hardness over time (Table 3), we observed that F17 presented increase on hardness throughout time, and hardness statically higher to the other formulations, for day 56 of storage. It was observed, probably, due to the greater content of HCS addition on this formulation. The high-water content initially present in the formulation, due to the addition of the HCS makes the softness greater in the first days of storage. However, over time, this water is lost due to the retrogradation of starch and water migration from the product surface, resulting in harder cookies. From that, it's noticed that the reduction on fat content in this kind of product is a parameter that interfere on the hardness of cookies throughout time, and consequently in the crispness and acceptance of the product by the consumer.

## **2.10 CONCLUSION**

From the achieved results, it was possible to note that it is possible to use HCS as a substitute of fat in cookies formulations, besides the great potential of appliance in other bakery products. Its addition until 40 % (F13), in cookies formulations, doesn't interfere on the technological parameters over time, keeping its traditional characteristics of texture and microbiological stability, assessed by moisture content and aw. Furthermore, the use of chia seeds in bakery products, improve the fiber input of these kind of products, combined with caloric reduction, becoming potentially attractive to the consumer, which is increasingly concerned with practical food intake, but healthy.

## 2.11 REFERENCES

- AACCI, A. A. C. C. I. (2010). *American Association Cereal Chemists International*. St. Paul, MN, U. S. A.: AACCC International.
- ABIMAPI. (2020). Estatísticas de Biscoitos, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. from <https://www.abimapi.com.br/estatisticas-biscoitos.php>
- Ali, N. M., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *Bio Med Research International*, 2012. doi: 10.1155/2012/171956
- Anderson, J. W., Smith, B. M., & Gustafson, N. J. (1994). Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5 Suppl), 1242s-1247s. doi: 10.1093/ajcn/59.5.1242S
- Ayerza, R., & Coates, W. (1999). An  $\omega$ -3 fatty acid enriched chia diet: Influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. *Canadian Journal of Animal Science*, 79(1), 53-58. doi: 10.4141/a98-048
- Ayerza, R., & Coates, W. (2005). Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research*, 25(11), 995-1003. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2005.09.013>
- Benetoli da Silva, T. R., de Melo, S. C., Nascimento, A. B., Ambrosano, L., Bordin, J. C., Alves, C. Z., . . . da Silva, G. D. (2020). Response of chia (*Salvia hispanica*) to sowing times and phosphorus rates over two crop cycles. *Heliyon*, 6(9), e05051. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05051>
- Bertolino, M. T., & Braga, A. (2017). *Ciência e Tecnologia para a Fabricação de Biscoitos: Handbook do Biscoiteiro*. São Paulo: Livraria Varela:Revista Higiene Alimentar.
- Braga, A. V. U. (2016). *Caracterização de atividade de água e cinética de dessecção de água em alimentos*. (Mestrado), UNICAMP, Campinas. Retrieved from <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256425>

- Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (2005).
- Brownlee, I. A. (2011). The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25(2), 238-250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.11.013>
- Bushway, A. A., Belyea, P. R., & Bushway, R. J. (1981). Chia Seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *Journal of Food Science*, 46(5), 1349-1350. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04171.x>
- Chevallier, S., Colonna, P., Della Valle, G., & Lourdin, D. (2000). Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *Journal of Cereal Science*, 31(3), 241-252. doi: <https://doi.org/10.1006/jcers.2000.0308>
- Clerici, M. T. P. S., Oliveira, M. E. d., & Nabeshima, E. H. (2013). Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16, 139-146.
- Dapčević Hadnađev, T., Hadnađev, M., Pojić, M., Rakita, S., & Krstonošić, V. (2015). Functionality of OSA starch stabilized emulsions as fat replacers in cookies. *Journal of Food Engineering*, 167, 133-138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.02.002>
- Eker, M. E., & Karakaya, S. (2020). Influence of the addition of chia seeds and germinated seeds and sprouts on the nutritional and beneficial properties of yogurt. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100276. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100276>
- Fasolin, L. H., Almeida, G. C. d., Castanho, P. S., & Netto-Oliveira, E. R. (2007). Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Food Science and Technology*, 27, 524-529.
- Feddern, V., Durante, V. V. O., Miranda, M. Z. d., & Mellado, M. d. L. M. S. (2011). Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14, 267-274.
- Felisberto, M. H. F., Miyake, P. S. E., Beraldo, A. L., Fukushima, A. R., Leoni, L. A. B., & Clerici, M. T. P. S. (2019). Effect of the addition of young bamboo culm flour as a

sugar and/or fat substitute in cookie formulations. *Food Science and Technology*, 39(4), 867-874.

Felisberto, M. H. F., Wahanik, A. L., Gomes-Ruffi, C. R., Clerici, M. T. P. S., Chang, Y. K., & Steel, C. J. (2015). Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 1049-1055. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.114>

Fernandez, I., Vidueiros, S. M., Ayerza, R., Coates, W., & Pallaro, A. (2008). Impact of chia (*Salvia hispanica* L.) on the immune system: preliminary study. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67(OCE1), E12. doi: 10.1017/S0029665108006216

Giarnetti, M., Paradiso, V. M., Caponio, F., Summo, C., & Pasqualone, A. (2015). Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 339-345. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.063>

Gökmen, V., Serpen, A., Açar, Ö. Ç., & Morales, F. J. (2008). Significance of furosine as heat-induced marker in cookies. *Journal of Cereal Science*, 48(3), 843-847. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.06.007>

Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 286-293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.03.009>

Jacob, J., & Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 299-305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.058>

Marineli, R. d. S., Moraes, É. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N., & Maróstica Jr, M. R. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 59(2, Part 2), 1304-1310. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.014>

Moraes, K. S. d., Zavareza, E. d. R., Miranda, M. Z. d., & Salas-Mellado, M. d. I. M. (2010). Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. *Food Science and Technology*, 30, 233-242.

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2012). Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering*, 108(1), 216-224. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>

Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2013). Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food Reviews International*, 29(4), 394-408. doi: 10.1080/87559129.2013.818014

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., & Delcour, J. A. (2009). The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90(3), 400-408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.07.010>

Queiroz, A. M., Rocha, R. F. J. d., Garruti, D. d. S., Valença da Silva, A. d. P., & Araújo, Í. M. d. S. (2017). Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20.

Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia-López, M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry*, 107(2), 656-663. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>

Silva, S. R. d. (2018). *Biscoito tipo cookie de farinha de amêndoa de pequi: Avaliação física e química*. (Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Trabalho de conclusão de curso (Graduação)), Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos.

Tenore, G. C., Caruso, D., Buonomo, G., D'Avino, M., Ciampaglia, R., & Novellino, E. (2018). Plasma lipid lowering effect by a novel chia seed-based nutraceutical formulation. *Journal of Functional Foods*, 42, 38-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.007>

Venturini, L. H. (2017). *Avaliação da substituição parcial da gordura por microcápsulas lipídicas contendo óleo de chia na formulação de cookies*. (Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Retrieved from <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6682>

## CONCLUSÃO GERAL

O presente trabalho, compilou uma série de pesquisas realizadas para o desenvolvimento e elaboração de um produto de panificação, altamente consumido, os biscoitos tipo cookies, deixando evidente a crescente necessidade e procura dos consumidores por produtos mais saudáveis e que tragam benefícios a sua saúde.

Bagaços de frutas, resíduos de processamento, coprodutos industriais (ossos de peixe, carcaças de peixes, resíduos do extrato de café), farinha de colmo de bambu jovem, de micoproteína, de fava, de milho integral extrusada, aveia, canela, óleo de palma, dentre outros, estão sendo alvo de estudo, por contribuírem no desenvolvimento destas formulações, sem prejuízos a estabilidade e vida de prateleira dos mesmos, favorecendo a obtenção destes produtos em escala industrial.

Um exemplo de aplicação que o estudo trouxe foi a incorporação de sementes de chia hidratada, em substituição parcial à gordura adicionada em formulações de cookie, em níveis de até 40%, sem alteração das propriedades tecnológicas do produto.

Assim, compilando todos os resultados apresentados neste trabalho, ficou claro o potencial de crescimento que o setor de panificação possui, em específico o de biscoitos. Isto porque as possibilidades de enriquecimento nutricional desses produtos são vastas, o que atenderia as exigências dos consumidores por produtos saudáveis, além de serem produtos práticos que atendem o dinamismo do mundo atual.