

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área de Tecnologia de Alimentos

**PRODUÇÃO DE BISCOITOS RECHEADOS COM FORMAÇÃO DE ORGANOGEL
NA BASE GORDUROSA**

Laís Ramalho Zandoná

Dissertação para obtenção do grau de MESTRE
Orientadora: Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica
Área de Tecnologia de Alimentos

**PRODUÇÃO DE BISCOITOS RECHEADOS COM FORMAÇÃO DE ORGANOGEL
NA BASE GORDUROSA**

Laís Ramalho Zandoná
Versão Corrigida

Dissertação para obtenção do grau de MESTRE
Orientadora: Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes

São Paulo
2021

Ficha Catalográfica elaborada eletronicamente pelo autor, utilizando o programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP e adaptado para a Divisão de Biblioteca e Documentação do Conjunto das Químicas da USP

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

Z27p Zandona, Laís Ramalho
 Produção de biscoitos recheados com formação de organogel na base gordurosa / Laís Ramalho Zandona. - São Paulo, 2021.
 116 p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica.
Orientador: Lannes, Suzana Caetano da Silva

1. Óleos e gorduras. 2. Textura. 3. Reologia. 4. Colágeno. 5. Panificação. I. T. II. Lannes, Suzana Caetano da Silva, orientador.

Laís Ramalho Zandoná

Produção de Biscoitos Recheados com Formação de Organogel na Base Gordurosa

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes
Orientador/presidente

1º. Examinador

2º. Examinador

São Paulo, _____ de _____

Dedico este trabalho aos meus pais, que nunca deixaram de me apoiar e sempre me afirmaram que eu sou capaz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar ao meu lado.

À minha orientadora, Profa. Dra. Suzana Caetano da Silva Lannes, por ter me acolhido com toda paciência e dedicação, contribuindo neste trabalho e em todo crescimento profissional e pessoal que obtive ao longo desta trajetória.

À minha família, em especial à minha amada mãe, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando a cada dia.

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo, pela oportunidade em ingressar no Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos

Aos colegas e funcionários do Departamento e da Universidade, em especial: Caroline, Paulo, Ingrid, Alexandre, Nilton, Rose, Tânia, Elza, pelo auxílio e cordialidade.

E a todos que, de certa forma, participaram da realização deste trabalho!

RESUMO

ZANDONA, L. R.; LANNES, S.C.S. **Produção de biscoitos recheados com formação de organogel na base gordurosa**. 2021. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

A fim de atender à demanda do público que atualmente busca por alimentos mais saudáveis, as indústrias têm procurado alternativas que possibilitem a aplicação de ingredientes que agreguem valor nutricional aos produtos. A redução de gorduras saturadas e *trans* em produtos alimentícios, bem como a inserção de cereais ou farinhas nutricionais, vem sendo aplicadas em produtos de panificação. Biscoitos recheados possuem como bases geralmente biscoitos à base de farinha de trigo. O objetivo foi desenvolver formulação de biscoitos recheados com substituição de gordura vegetal por organogel no recheio e de farinha de trigo por farinha de sorgo no biscoito, a fim de agregar valor nutricional ao produto. Foram desenvolvidos biscoitos recheados: 1) recheio controle e com substituição da gordura vegetal dos recheios por organogel elaborado com sistema emulsionado (colágeno + óleo vegetal + água), a fim de diminuir concentrações de gorduras saturadas e *trans*. 2) para a base elaborou-se biscoitos controle (farinha de trigo) e com substituição parcial e total de farinha de trigo por farinha de sorgo em 50% (50FS) e 100% (100FS). Foram conduzidas nos recheios e das bases dos biscoitos análises físicas e físico-químicas (textura, atividade de água, cor, composição centesimal e reologia) para avaliação e para análise de estabilidade de 6 semanas. Os resultados apresentaram que o biscoito 50FS obteve melhor valor de textura (Controle: $16,09 \pm 1,28$ N; 50FS: $19,63 \pm 5,68$ N e 100FS: $10,09 \pm 0,65$ N) e menor teor de atividade de água (Semana 01: $0,327 \pm 0,01$ e Semana 06: $0,389 \pm 0,00$) do que o biscoito controle, durante análise de estabilidade. O biscoito 100FS apresentou coloração mais avermelhada. Os biscoitos 50FS e 100FS apresentaram maior teor proteico do que o controle (Controle: $5,37 \pm 0,23$ %; 50FS: $5,64 \pm 0,49$ % e 100FS: $5,75 \pm 0,49$ %). O recheio com organogel apresentou maior dureza (N) durante análise de estabilidade do que o recheio controle (Semana 6 – Organogel: $6,81 \pm 1,48$; Controle: $4,29 \pm 0,38$). Os parâmetros de adesividade, coesividade e gomosidade do recheio com organogel não apresentaram diferenças

significativas ($p > 0,05$). Os valores de atividade de água da formulação com organogel foram mais altos do que o recheio controle (Semana 6 – Organogel: $0,730 \pm 0,00$; Controle: $0,555 \pm 0,01$). O valor de L^* foi maior para o recheio controle, apresentando coloração mais amarelada do que a formulação com organogel. O recheio com organogel apresentou redução de 65 % do teor lipídico e aumento do teor proteico. Os recheios controle, com organogel e de mercado apresentaram comportamento tixotrópico durante a avaliação reológica, sendo que o produto de mercado teve comportamento próximo à formulação controle, com recuperação quase total da estrutura. Foram desenvolvidos cinco produtos, sendo três inovadores com valor nutricional agregado, atendendo às legislações vigentes, vida útil mínima de 6 semanas e ao apelo do mercado atual, podendo ser comercializados como biscoito recheado.

Palavras Chave: Óleos e gorduras; Reologia; Textura; Colágeno; Panificação;

ZANDONA, L. R.; LANNES, S.C.S. **Production of sandwich cookies with the formation of organogel in the fatty base.** 2021. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

ABSTRACT

In order to satisfy the demand of the public that is currently looking for healthier foods industries have been looking for alternatives that allow the application of ingredients that add nutritional value to the products. The reduction of saturated and *trans* fats in food products, as well as the insertion of cereals or nutritional flours, has been applied in bakery products. Filled cookies are usually based on wheat flour. The objective was to develop a formulation of filled cookies with replacement of vegetable fat for organogel in the filling and wheat flour for sorghum flour in the biscuit, in order to add nutritional value to the product. In this study, cookies filled with vegetable fat and wheat flour were used as a control where: 1) filling was replaced by organogel elaborated with an emulsified system (collagen + vegetable oil + water); and 2) base was prepared with partial and total replacer of wheat flour for sorghum flour in 50% (50FS) and 100% (100FS). Physical and physicochemical analyzes (texture, water activity, color, proximate composition and rheology) were carried out on the fillings and bases of the biscuits for evaluation and for the stability analysis of 6 weeks. The results showed that the 50FS cookies had a better texture value (Control: $16,09 \pm 1,28$ N; 50FS: $19,63 \pm 5,68$ N and $10,09 \pm 0,65$ N) and lower content of water activity (Week 1: $0,327 \pm 0,01$ and Week 6: $0,389 \pm 0,00$) than the control cookie during stability analysis. The 100FS had a more reddish color. The 50FS and 100FS cookies had a higher protein content than the control (Control: $5,37 \pm 0,23$ %; 50FS $5,64 \pm 0,49$ %). The fillings with organogel showed a higher hardness (N) than the control during stability analysis (Week 6 – Organogel: $6,81 \pm 1,48$; Control: $4,29 \pm 0,38$). The parameters of adhesiveness, cohesiveness and guminess of the filling with organogel showed no significant differences ($p > 0.05$). The water activity values of the organogel formulation were higher than the control filling (Week 6 – Organogel: $0,730 \pm 0,00$; Control: $0,555 \pm 0,01$). The value of L^* was higher for the control filling, showing a more yellowish color than the formulation with organogel. The filling with organogel showed a 65% reduction in lipid content and an increase in protein content. The control,

organogel and market fillings showed a thixotropic behavior in the rheological evaluation, and the market product had a behavior close to the control formulation, with almost total recovery of the structure. Five products were developed, three of which were innovative with added nutritional value, in compliance with current legislation, a minimum shelf life of 6 weeks, which can be sold as a stuffed cookies.

Keywords: Oils and fats; Rheology; Texture; Hydrocolloids; Baking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma com as etapas de fabricação dos biscoitos	24
Figura 2- Fluxograma do preparo dos biscoitos elaborados com farinha de trigo (controle) e farinha de sorgo (50 % e 100 % de substituição de farinha de trigo)	58
Figura 3- Gráficos de textura para biscoitos do dia 1 com diferentes concentrações de farinha de sorgo	68
Figura 4- Gráfico de dureza (N) dos biscoitos controle e com farinha de sorgo durante a avaliação de análise de estabilidade	69
Figura 5- Atividade de água dos biscoitos durante a análise de estabilidade	70
Figura 6- Gráfico com os valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com farinha de trigo (controle) durante a análise de estabilidade	72
Figura 7- Valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com 50 % de farinha de sorgo (50FS) durante a análise de estabilidade	73
Figura 8- Valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com 100 % de farinha de sorgo (100FS) durante a análise de estabilidade	73
Figura 9- Biscoitos elaborados com 100% de farinha de sorgo (a), 50 % de farinha de sorgo (b) e 100 % de farinha de trigo (c)	74
Figura 10- Gráfico de textura para recheio elaborado com organogel (a) e recheio controle (b) em seus dias de produção	80
Figura 11- Gráfico para Atividade de Água (a_w) para recheios controle e de organogel durante período de 6 semanas de análise de estabilidade	85

Figura 12- Gráfico para Atividade de Água (a_w) para o recheio controle durante as 11 semanas de análise de estabilidade	86
Figura 13- Gráfico dos resultados de Luminosidade L^* para os recheios controle e organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade	87
Figura 14- Gráfico para os valores da coordenada a^* dos recheios controle e organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade	88
Figura 15- Gráfico para os valores da coordenada b^* dos recheios controle e organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade	89
Figura 16- Tixograma para recheio controle em seu dia de produção	90
Figura 17- Tixograma para recheio formulado com organogel em seu dia de produção	90
Figura 18- Tixograma para recheio de mercado dentro da validade	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características sensoriais de produtos de panificação usando organogel como substituto de gordura	44
Tabela 2- Características texturais e reológicas de produtos de panificação elaboradas com oleogel como substituto de gordura	49
Tabela 3- Ingredientes utilizados na fase 1 de preparo da massa dos biscoitos	55
Tabela 4- Ingredientes utilizados na fase 2 de preparo da massa dos biscoitos	55
Tabela 5- Ingredientes utilizados na fase 3 de preparo da massa dos biscoitos	55
Tabela 6- Ingredientes utilizados no preparo do recheio controle	56
Tabela 7- Ingredientes utilizados para a elaboração de recheio com substituição de gordura vegetal	56
Tabela 8- Propriedades físico-químicas dos biscoitos formulados	65
Tabela 9- Análise de Textura, Atividade de água e Cor realizadas durante análise de estabilidade dos biscoitos	66
Tabela 10- Propriedades físico-químicas dos recheios controle e com organogel	74
Tabela 11- Análise de Perfil de Textura (TPA), Atividade de água (a_w) e Cor dos recheios controle e de organogel durante a análise de estabilidade	78
Tabela 12- <i>Briefing</i> dos Biscoitos elaborados com Farinha de Sorgo	93
Tabela 13- <i>Briefing</i> dos Recheios elaborados com organogel	94

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	60
-----------------	----

LISTA DE SIGLAS

a.C – Antes de Cristo

A_w – Atividade de Água

ABIMAP- Associação Brasileira das Indústrias de Bolos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos industrializados.

UR – Umidade Relativa

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

USDA – U.S. Department of Agriculture

TPA – *Texture Profile Analysis*

USP – Universidade de São Paulo

50FS – 50 % de Farinha de Sorgo

100FS – 100% de Farinha de Sorgo

Min – Minutos

LISTA DE SÍMBOLOS

α - Alpha

$^{\circ}$ C – Graus Celsius

L^* - Luminosidade

a^* - Coordenada cromática do vermelho para o verde

b^* - Coordenada cromática do azul para o amarelo

® - Marca registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1. Produtos de Panificação e Confeitaria	21
1.2. Biscoitos: Definição e Modo de Preparo	22
1.3. O uso da farinha de trigo e farinha de sorgo em produtos de panificação	26
1.4. Elaboração de Produtos para recheios	29
1.5. Shortening e sua utilização em escala industrial	34
1.6. Substituição de gordura em produtos industrializados	36
1.7. Substitutos de gordura: Uso de interação gordura + gel (Organogéis) na produção alimentícia	38
1.8. Caracterização de produtos de panificação usando organogel como substituto de gordura	41
1.8.1. Alterações físico-químicas em <i>cookies</i> elaborados com organogel como substituto de gordura	41
1.8.2. Alterações físico-químicas em bolos elaborados com organogel como substituto de gordura	45
1.8.3. Alterações físico-químicas em pães elaborados com organogel como substituto de gordura	47
1.9. Uso de colágeno no desenvolvimento de produtos alimentícios	51
2. OBJETIVOS	54
2.1. Objetivos Gerais	54
2.2. Objetivos específicos	54
3. MATERIAL E MÉTODOS	55
3.1. Materiais	55
3.1.1. Biscoito	55
3.1.2. Recheio	56
3.2. Preparo dos biscoitos recheados	57
3.2.1. Elaboração da massa do biscoito controle	57
3.2.2. Elaboração da massa do biscoito com substituição de farinha de trigo	58
3.2.3. Elaboração do recheio controle	58

3.2.4. Elaboração do recheio com substituição de gordura vegetal por organogel	59
3.3. Análise de Textura	59
3.3.1. Análise de Perfil de Textura (TPA) dos recheios	59
3.3.2. Análise de Textura do biscoito	59
3.4. Propriedades reológicas dos recheios	60
3.5. Propriedades físico-químicas para biscoitos e recheios	60
3.5.1. Determinação de proteína	60
3.5.2. Determinação de lipídeos	60
3.5.3. Determinação de carboidratos	60
3.5.4. Perda de Dessecação – Umidade	60
3.5.5. Resíduo por incineração – Cinzas	61
3.5.6. Determinação de pH	61
3.5.7. Atividade de água	61
3.5.8. Colorimetria	61
3.6. Análise de Estabilidade	61
3.7. Análise Estatística	62
3.8. Briefing de Farinha de Sorgo e Recheio com organogel	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
4.1. Biscoitos	64
4.1.1. Análises físico-químicas	64
4.1.2. Análise de Estabilidade	66
4.1.2.1. Textura (Dureza)	66
4.1.2.2. Atividade de água	70
4.1.2.3. Cor	71
4.2. Recheios	74
4.2.1. Análises físico-químicas	74
4.2.2. Análise de Estabilidade	76
4.2.2.1. Textura	76
4.2.2.2. Atividade de água	84
4.2.2.3. Cor	86
4.3. Análise Reológica	90

4.4. <i>Briefing</i> do Biscoito de Farinha de Sorgo e Recheio com organogel	92
5. CONCLUSÃO	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
APÊNDICE I – Tabela Nutricional da Farinha de Trigo e Ficha Técnica da Farinha de Sorgo	112
APÊNDICE II – Ficha Técnica do Colágeno Peptiplus®, da marca Gelita®	115
APÊNDICE III – Tabela Nutricional do Biscoito de 50 % de Farinha de Sorgo com recheio de organogel	116

1. INTRODUÇÃO

1.1. Produtos de Panificação e Confeitaria

O processo de assamento, principalmente do pão, é considerado um processamento muito antigo pela civilização humana. O cultivo do trigo, alimento principal para a fabricação de produtos de panificação, aparenta ter iniciado na região da Mesopotâmia, espalhando-se do Oriente Médio para a Europa. Assim sendo, os colonizadores levaram mais tarde, as sementes do trigo para as Américas, alastrando-se então diferentes cultivares de trigo do Mundo inteiro, possibilitando assim a criação de diversos subprodutos do trigo, os produtos de panificação (EDWARDS, 2007)

Os produtos de panificação são caracterizados por serem alimentos de diferentes complexidades, visto que no seu preparo podem ser utilizados desde ingredientes simples, por exemplo, a produção de um pão de sal, para até a utilização de ingredientes mais complexos na fabricação de um bolo. Com isso, o termo de panificação não será somente aplicado para os pães, mas sim para todos os produtos alimentícios que utilizam a farinha como ingrediente principal, seguido de um cozimento por meio da aplicação de calor direto por radiação de um forno ou aparelho de aquecimento (HUI *et al.*, 2006).

Dentre os diversos produtos de panificação, o pão é um dos alimentos mais fabricados e consumidos em todo o Mundo. Tal produto é caracterizado como um alimento fermentado que apresenta externamente uma “crosta” com coloração dourada e internamente uma estrutura semelhante à uma esponja macia. Este produto não é considerado o mais aromatizado dentre os alimentos que abrange a panificação, visto que os ingredientes utilizados na formulação deste produto não são tão saborosos, com exceção do sal, o principal ingrediente que dá sabor ao pão (CAUVAIN; YOUNG, 2010).

Os bolos também são considerados um alimento muito produzido na área de panificação, devido ao seu sabor doce, muito apreciado pelos consumidores. Com isso, são caracterizados por apresentar alto teor de açúcar e gordura em sua composição. Outros ingredientes, além da farinha, açúcar e gordura, que são adicionados na sua formulação, são os ovos, o leite, fermento em pó químico e o sal. Devido à inúmeras receitas existentes ao redor do Mundo, o bolo pode apresentar

também a adição de outros ingredientes em sua formulação, como frutas secas, nozes, chocolates e outros saborizantes (WIESER; KOEHLER; SCHERF, 2020).

A palavra confeitaria, derivada do latim *confectum*, é definida como aquilo que é confeccionado com especialidade. Há 4000 a.C, o povo da Mesopotâmia criou o primeiro produto de confeitaria, denominado “Mutaku”, onde os ingredientes consistiam de mel, gergelim e talvez manteiga ou leite. Também, por volta de 2300 a.C, o povo egípcio preparava bolos redondos e finos de mel polvilhado com gergelim e confeitados no centro; criaram também massas doces, em forma de disco, dispostos um em cima do outro, para serem assados (BRANDÃO; LIRA, 2011).

Os produtos de confeitaria são descritos com grande variedade alimentar, desde as balas e caramelos até ao marshmallow e geleias. O principal ingrediente utilizado para a formulação de produtos de panificação é o açúcar (ou seus análogos, como o xarope de açúcar, por exemplo) que pode ser combinado com outros diversos ingredientes, como a gordura, agentes gelificantes, aromatizantes e saborizantes, e as frutas ou nozes, desenvolvendo então uma vasta quantidade de produtos atrativos tanto em sabor quanto em textura para os consumidores (KLINJAPO; KRASAEKOOPT, 2018).

Como apresentam elevadas quantidades de açúcar na composição, os produtos de confeitaria são caracterizados por apresentar longa vida de prateleira e serem mais estáveis do que outros tipos de produtos, uma vez que o açúcar torna o produto menos sujeito à deterioração microbiológica. Porém, a presença de outros ingredientes, particularmente instáveis, por exemplo os produtos que levam leite ou ovos, tornam este gênero alimentício sujeito à deterioração microbiana, já previsto por seu aumento na atividade de água (a_w) (SUBRAMANIAM, 2016).

Assim sendo, com o passar dos anos, o ramo da confeitaria evoluiu, exigindo do mercado pratos de preparo simples, rápido e de baixo custo, sendo que nos últimos anos, com a demanda da sociedade por produtos saudáveis, há também a exigência de produtos pouco calóricos, mas ainda assim, bem elaborados e atrativos (BRANDÃO, LIRA, 2011).

1.2. Biscoitos: Definição e Modo de Preparo

A ABIMAP – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias, Pães e Bolos industrializados tem como uma das responsabilidades realizar pesquisas estatísticas em mais de 104 empresas, que representam 80% do setor. Por essa associação é possível analisar estatisticamente as vendas e o histórico de exportações e importações dos diversos tipos de biscoitos produzidos e, conseqüentemente, identificar o quanto este produto tem importância monetária para o País.

A venda de biscoitos atingiu um marco de aproximadamente 20 Milhões de reais no País, totalizando um montante de 1,52 Toneladas de biscoitos vendidos. Pensando-se em exportação, os biscoitos foram responsáveis por aproximadamente 94 milhões de dólares e importou aproximadamente 37 milhões de dólares no mesmo produto. Sendo assim, o Brasil é considerado um País que mais exporta os biscoitos do que exportam, sendo então um produto de alto valor para as indústrias de alimentos (ABIMAP, 2020).

Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) o consumo alimentar médio *per capita* diário de biscoitos recheados no ano de 2017-2018 para homens atingiu uma quantidade de 4,0 g/dia e para as mulheres 2,9 g/dia, sendo que este alimento representa 10,9 % para homens e 9,5 % para mulheres para consumo fora do domicílio, em relação ao total consumido. Segundo os dados propostos a região Nordeste é a que apresenta um maior consumo deste alimento (3,8 %), com um consumo alimentar médio *per capita* de 4,9 g/dia, seguido da região Sul (2,8 %) com e Sudeste (2,6 %), ambos com consumo alimentar médio *per capita* de 3,0 g/dia (IBGE, 2020).

A terminologia para a palavra “Biscoito” não é considerada de fácil definição, visto que em cada lugar do Mundo ela é descrita de maneiras diferentes. Em geral, um biscoito é um produto assado, de formato achatado, à base de farinha de trigo juntamente com outros ingredientes, como gordura e açúcar. No vocabulário americano a palavra biscoito não é caracterizada com uma definição genérica, visto que o mesmo produto de panificação apresenta terminologias diferentes, como “*cookies*” e “*crackers*”, assim como aqui no Brasil, em que algumas regiões o produto é referido como bolacha e em outras como biscoito (MANLEY, 2001).

Assim sendo, pela Resolução – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, proposta pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina que biscoitos ou bolachas são:

“Produtos obtido pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, no qual são submetidos a processos de amassamento e cocção, podendo ser fermentados ou não. Também podem apresentar cobertura, recheios, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005)

Apesar de uma definição ampla, os ingredientes necessários para a produção da massa de biscoitos são basicamente separados em três categorias: a) alimentos secos, como farinha e açúcar; b) alimentos líquidos, como óleos e gorduras e c) pequenos ingredientes, como agentes fermentativos (FARIDI, 1994).

Cada ingrediente utilizado no preparo dos biscoitos apresenta importâncias singulares, já que uma mudança no tipo ou até mesmo na quantidade de cada ingrediente vai proporcionar diferentes massas e, conseqüentemente, produtos finais com diferentes características, principalmente no sabor e na textura.

As massas de biscoitos apresentam elevadas quantidades de açúcar e gordura e, conseqüentemente, baixa quantidade de água, já que quanto mais acrescentamos gordura, menor quantidade de água será necessária. Por conta disso, o resultado será uma massa com quase nenhuma rede de glúten desenvolvida. Na Figura 1 é apresentado o fluxograma das etapas de fabricação dos biscoitos. (CAUVAIN, 2016).



Figura 1: Fluxograma com as etapas de fabricação dos biscoitos

A gordura é o ingrediente determinante para um biscoito com características texturais ideais e esperadas para o consumo. Sendo assim, diferentes tipos de gorduras são capazes de proporcionar diferentes características finais ao biscoito. Exemplo disso é a utilização de manteiga e *shortening* na formulação destes produtos. Enquanto a manteiga proporciona um biscoito muito mais crocante do que os preparados com o *shortening*. Outra característica que difere entre esses dois tipos de gordura se apresenta na questão de “espalhabilidade”, uma vez que quando a formulação utiliza a manteiga para o preparo, a massa crua apresenta maior espalhabilidade do que quando utiliza o *shortening*. Há também uma diferenciação ao utilizar a combinação de manteiga e *shortening* que resultará em biscoitos com uma altura maior após o assamento, porém sem comprometer o sabor do produto (AMENDOLA; REES, 2003).

Além da gordura, o açúcar também tem um papel muito importante no processo de fabricação dos biscoitos. Além de contribuir para o sabor do produto, este ingrediente também contribui para a estrutura final do produto. Em biscoitos, os tipos mais comuns de açúcares usados são os mais finos, como o pulverizado, uma vez que na formulação deste tipo de produto utiliza-se uma quantidade relativamente pequena de água; então, este tipo de açúcar apresenta um potencial significativo de recristalização na superfície do produto (CAUVAIN, 2017).

A farinha de trigo é o ingrediente mais abundante na produção dos biscoitos. Sua composição apresenta carboidrato, proteínas, gorduras, algumas fibras, cinzas, vitaminas e minerais. A porcentagem de proteínas presente na farinha de trigo é que determina qual tipo de produto é possível se obter. Na produção de biscoitos que se utilize a farinha denominada de “farinha forte”, com alto teor de proteína, é possível produzir um produto mais extensível, como os *crackers* e os biscoitos duros. Já uma farinha denominada “farinha fraca”, com baixo teor de proteína é capaz de produzir uma massa mais “encurtada”, por ser uma massa macia, com a presença da gordura, é facilmente moldada, transformando-se assim em um biscoito também macio (DAVIDSON, 2019).

1.3. O uso da farinha de trigo e farinha de sorgo em produtos de panificação

O principal ingrediente utilizado na produção não só de biscoitos, mas de todos os produtos de panificação é a farinha de trigo. Diversas classes de trigo são criadas intencionalmente e selecionadas para uma composição específica de tal produto a fim de atender aos requisitos exigidos pelos consumidores quanto aos produtos elaborados (FARIDI, 1994; LORENZ; KULP, 1991).

A proteína é o principal componente nutricional presente na farinha de trigo, com teor que varia de 7 % a 20 %, dependendo do meio de cultivo em que o trigo foi cultivado e também do uso de fertilizantes. O glúten é encontrado no endosperma do trigo e, conseqüentemente, em produtos em que o trigo é utilizado como matéria-prima. Essa proteína é conhecida como ingrediente viscoelástico e funcional em muitos alimentos, por isso sua remoção se torna muito difícil no processamento de diversos alimentos de panificação. (LORENS; KULP, 1991; WOOMER; ADEDEJI, 2020).

Excluir o glúten na preparação de alguma massa irá ocasionar um efeito significativo na reologia deste alimento e, conseqüentemente, na qualidade do produto final, uma vez que as massas sem glúten são caracterizadas por menor coesão e elasticidade ao serem comparadas com um produto elaborado com farinha de trigo. Além disso, ao elaborar um produto sem o glúten outros problemas como diminuição da vida útil e sabor insatisfatório são apresentados como fatores negativos pelos consumidores (CAPPELLI; OLIVA; CINI, 2020).

Presente na fração do glúten estão as gliadinas e as gluteninas, prolaminas resistentes à digestão que podem causar sensibilidade em pessoas que apresentam diminuição da resistência trans epitelial intestinal, causando uma reação imune intestinal inata ou adaptativa, sendo esse processo denominado doença celíaca (FERREIRA *et al.*, 2009).

As pessoas que apresentam a doença celíaca têm grande dificuldade na escolha dos produtos industrializados no momento da compra, visto que muitos desses produtos possuem em sua composição a utilização de farinha de trigo e, conseqüentemente, a presença de glúten. Portanto, a falta de produtos sem glúten no mercado significa que as indústrias são levadas a desenvolver e comercializar cada vez mais produtos sem glúten. O número de produtos sem glúten nos últimos anos

tem aumentado nas prateleiras dos supermercados, mas ainda sem muitas opções qualitativas e quantitativas, e as opções que se apresentam ainda têm um custo elevado, fazendo com que muitos celíacos ainda estejam limitados às opções de consumo (CHAVEZ *et al.*, 2018).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um cereal considerado único devido a sua tolerância à seca e por ser adaptável às condições e áreas tropicais. O crescimento do consumo do sorgo ocorre principalmente em regiões áridas e semiárida, como Países da África, Ásia, América do Norte e América do Sul (QUEIROZ *et al.*, 2015; WOOMER; ADEDIJI, 2020).

De acordo com o banco de dados de nutrientes da USDA, 100 g de sorgo apresenta um valor total de 10,62 g de proteínas, sendo que as proteínas mais encontradas são do tipo *kafirina*. Este tipo apresenta um importante fator relacionado à saúde, já que as proteínas do tipo *kafirina* possuem estruturas diferentes das gliadinas presentes no trigo, o que significa que podem ser consumidas por indivíduos com doença celíaca (USDA, 2019; PREEDY *et al.*, 2011).

Atualmente, o sorgo tem ganhado destaque nas indústrias alimentícias, não só por ser um alimento isento de glúten, mas também por apresentar outras vantagens nutricionais, como ser antioxidante e exibir baixo índice glicêmico. O sorgo contém 72,09 g de carboidratos com 6,7 g representados pelas fibras alimentares, com quantidade significativamente baixa de amido e açúcar quando comparado a outros tipos de cereais, o que o torna um cereal adequado para consumo pelo público diabético. Por conter flavonóides, antocianinas e taninos, o sorgo mostra-se promotor de ação anti-inflamatória e contém compostos que ajudam na prevenção ao câncer e doenças cardíacas. Também é caracterizado como um promotor à saciedade e a redução do colesterol. (ABDELHALIM *et al.*, 2020; USDA, 2019; CHAVAN; YEWALE; DAYAKAR, 2016; LORENZ; KULP, 1991).

Em um estudo realizado por Amir *et al.* (2015), foram elaborados biscoitos com uma mistura de farinhas (sorgo, milho e trigo) com o objetivo de aumentar o valor nutricional do produto e estabelecer alterações reológicas após a mistura, para conseqüentemente, avaliar as propriedades sensoriais dos biscoitos elaborados com a mistura dessas farinhas. Com o resultado concluiu-se que a mistura de farinhas a partir de diversos cereais é capaz de melhorar o valor nutricional dos produtos e

consequentemente, trazer benefícios à saúde humana, mesmo que nos biscoitos preparados não houvesse a remoção completa da farinha de trigo.

Em trabalho realizado por Marston, Khouryieh e Aramouni (2016), procedeu-se um tratamento térmico na farinha de sorgo a fim de, posteriormente, avaliar suas propriedades e o seu uso na produção de bolos e pães sem glúten. A partir dos resultados foi possível concluir que o tratamento térmico na farinha de sorgo promoveu efeitos positivos na qualidade do pão e do bolo sem glúten, apesar da firmeza de ambos os produtos se apresentarem inferiores aos produtos controle. Houve uma melhora no volume geral, estrutura do miolo, textura e aceitação geral dos consumidores em bolos e pães preparados com a farinha de sorgo tratada termicamente a 125 °C por 30 min.

A análise sensorial de um novo produto é de suma importância no campo da pesquisa, visto que identifica a aceitação do consumidor e, consequentemente, sua intenção de compra. Em um estudo realizado por Cayres *et al.* (2020), analisou-se a aceitação dos consumidores com direcionadores de gostar, não gostar e a intenção de compra para bolos sem glúten a base de sorgo otimizados (tecnológico, nutricional, funcional, tecnológico-nutricional e tecnológico-funcional). Concluiu-se que uma pré-mistura para bolos glúten-*free* apresentaram boas qualidades sensoriais e, assim; alto potencial para a sua utilização nas indústrias de alimentos, apesar dos consumidores do estudo não conhecerem tão bem o sorgo.

1.4. Elaboração de produtos para recheios

Muitos produtos de confeitaria, como tortas, bolos, biscoitos e bombons levam recheios e coberturas em sua composição. Tais recheios e coberturas podem ser elaborados com diversos ingredientes, como cremes, *fondants*, geleias, frutas secas e/ou cristalizadas e nozes (MICHELIM; LANNES, 2006).

O preparo de recheios e coberturas é de ampla diversidade no campo da confeitaria, visto que não existe apenas um tipo de recheio ou cobertura; sendo que este tipo de preparo precisará ser produzido de maneira específica a cada produto de confeitaria que levará um recheio ou cobertura em sua composição.

Os cremes para recheios em biscoitos doces consistem basicamente de gordura e açúcar de confeito com adição de saborizantes e aromatizantes. Geralmente, as gorduras utilizadas para este tipo de preparo são as láuricas, coco e palmiste, ou até mesmo uma mistura entre elas (SYKES; DAVIDSON, 2020).

Atualmente, nas indústrias de alimentos, diversas receitas para a produção de recheios para biscoitos são elaboradas. Cada recheio desenvolvido irá depender de diversos fatores que as indústrias podem pré-estabelecer, como: a qualidade dos recheios quanto à sua cor, sabor e textura, a aplicação de ingredientes adicionais para variar as propriedades dos cremes já elaborados, a alteração de um ingrediente base, como a retirada açúcar por um adoçante para a regulação de doçura e a relação economia vs. qualidade do produto (TIEFENBACHER, 2019).

Os cremes com gordura e açúcar apresentam diversas variações quanto a cor e sabor ao serem utilizados em biscoitos recheados ou do tipo *waffer*. Tais cremes apresentam diversas características positivas que melhoram a aceitabilidade dos biscoitos pelos consumidores. Tais características são (TIEFENBACHER, 2017):

- Baixo teor de umidade, que mantém os biscoitos crocantes, uma vez que contém baixo teor de umidade residual, visto que os principais ingredientes utilizados em seu preparo (gordura e açúcar) são extremamente baixos em umidade;
- Textura cremosa, devido à baixa granulometria do açúcar, não permitindo assim que o creme seja um recheio granuloso e não atrativo para os consumidores;

- Doçura do açúcar, característica essencial para o público-alvo que consome este tipo de produto;
- Gordura estável que permite que o recheio consiga ser manuseado a temperatura ambiente, caracterizando o recheio como um creme macio, quase semifluido, porém sem que haja um escoamento deste recheio ao ser colocado entre as duas “tampas” dos biscoitos;
- Gordura atuando como um agente de ligação para adesão do creme à “tampa” do biscoito, devendo então a gordura apresentar uma estrutura beta nobre, específica para a produção de cremes para recheios;
- Ser aerado, com uma densidade do creme entre $0,8 - 0,95 \text{ g/cm}^3$, para que assim o creme seja considerado uma pasta macia e, após resfriamento, atinja seu estado sólido e estável.

Assim sendo, observa-se que a gordura tem um papel muito importante para os recheios preparados especificamente para biscoitos do tipo *waffer* ou biscoitos recheados (duas camadas de massas com um recheio no meio), devendo ter uma consistência estabelecida pelo perfil de índice de gordura sólida (IGS) da gordura que será utilizada para a elaboração desses produtos. Este perfil de IGS deve atender a três requisitos (BAILEY, SHAHIDI, 2005):

- A mistura final deverá ter uma consistência suave, para que possa ser extrudado na base do biscoito ou até mesmo na base de um bolo;
- O recheio deve ser firme quando em temperatura ambiente e até mesmo abaixo da temperatura ambiente, para que assim não deslize na base do biscoito;
- A gordura utilizada no preparo do recheio deve ser derretida na temperatura da boca, pois o aspecto do recheio não deve ser ceroso.

Dentre os diversos sabores existentes de recheios para biscoitos, os de sabor chocolate são o de maior destaque e importância para a indústria de alimentos, devido a sua alta demanda de procura pelos consumidores. Os tipos mais comuns de chocolate utilizado para o preparo dos recheios é o amargo, que consiste em uma mistura de massa de cacau, açúcar e manteiga de cacau, onde apresenta um sabor forte e ligeiramente amargo. Outro tipo é o chocolate ao leite, que apresenta formulação próxima ao chocolate amargo, porém com a adição de fragmentos de

sólidos de leite, apresentando então uma coloração mais clara e um menor ponto de fusão, devido a presença da gordura do leite (MANLEY, 1998).

Além do recheio de chocolate, os recheios produzidos com frutas também são muito populares pelos consumidores. Tais recheios e cremes, ou até mesmo coberturas de frutas devem ser estáveis ao calor para que não escapem dos biscoitos, nem durante o cozimento (se utilizadas geleias forneáveis) ou após a colocação do recheio entre as “tampas” dos biscoitos. Os tipos mais comuns de recheios de frutas são aqueles onde são acrescentados saborizantes e aromatizantes na composição usual desses cremes; sendo assim, é muito difícil que o escorrimento de tal recheio ocorra quando colocado no meio dos biscoitos.

Tratando-se de recheios de frutas forneáveis, duas operações básicas de tratamento térmico devem ser levadas em consideração para que esses recheios sejam estáveis ao calor: processamento térmico durante a preparação desse recheio e o aquecimento do forno durante o processo de cozimento dos cookies com esses recheios (AGUDELO *et al.*, 2014).

As propriedades físico-químicas e térmicas dos recheios de frutas para aplicação em biscoitos devem apresentar propriedades mais estáveis ao calor e, por conta disso, em sua formulação devem apresentar polissacarídeos que sejam resistentes ao calor, como por exemplo as pectinas, que são muito utilizadas em indústrias para a fabricação de recheios de frutas estáveis ao calor, em cremes e em geleias (CROPOTOVA *et al.*, 2017).

Por conta dos recheios utilizados no preparo de produtos de panificação e confeitaria apresentarem alto teor de gordura em sua composição, nos últimos anos alguns trabalhos têm sido realizados para o desenvolvimento de recheios com substituição de gordura, para principalmente, melhorar o perfil nutricional de tal produto.

Hadnadev *et al.* (2014) desenvolveram recheio de confeitaria com substituição de gordura por dois tipos de maltodextrina a fim de analisarem as propriedades texturais e sensoriais e as mudanças na cor dos recheios produzidos. Os resultados indicaram uma mudança no perfil de textura, uma vez que os produtos ficaram mais duros, conforme a substituição de gordura, e uma mudança na coloração, já que as amostras com maior substituição de gordura apresentaram uma coloração mais escura em relação à amostra padrão, bem como um tom mais avermelhado. Quanto

às análises sensoriais, a menor substituição de gordura foi o mais aceito pelos consumidores em relação ao odor, porém em relação à textura, a mastigabilidade da amostra padrão exibiu a maior pontuação. Porém, relacionado às pontuações de desvio padrão, o menor valor de substituição foi o mais uniformemente pontuado, sendo então o mais aceitável do que as outras amostras testadas.

Richter e Lannes (2007) formularam bombons recheados específicos à dieta para fins especiais com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e sensoriais do produto. Os resultados de análise sensorial indicaram que houve uma ótima aceitação pelo produto em relação à textura e ao sabor, mesmo com a substituição de gordura e sacarose. Conforme esperado, os níveis de gordura diminuíram e houve-se um aumento no teor de fibras nos chocolates especiais.

Espert *et al.* (2019) avaliaram a aplicação de emulsões de baixa digestibilidade como fonte de gorduras em cremes de cacau. Os resultados de Análise de Livre Escolha indicaram que recheios elaborados com emulsões de celulose apresentaram textura e aparência granulosa e espessa e os recheios controle com goma xantana apresentaram aparência e textura cremosa e macia. Quanto à textura e sabor, os resultados indicaram que os recheios com emulsões de celulose apresentaram textura oleosa, sendo que somente um dos recheios de emulsão de celulose, o recheio controle e o de goma xantana foram relatados com gosto doce e de cacau. Ao Teste de Aprovação e Perguntas preparações com emulsão de celulose apresentaram atributos negativos e as preparações controle e com goma xantana apresentaram atributos positivos, sendo similares aos resultados apresentados na Análise de Livre Escolha.

Miele *et al.* (2015) produziram cremes de recheios reduzidos em caloria com diferentes substitutos de gordura, em diferentes níveis de substituição e estudaram as propriedades mecânicas dos produtos elaborados. Os resultados mostraram que recheios preparados com alto conteúdo de água e baixa substituição de gordura obtiveram os maiores valores de atividade de água. Produtos controle e com substituição de gordura em 10 % - 15 % obtiveram altos valores de consistência. Apenas uma amostra com substituição de 55 % - 70 % obteve um valor de *spread* semelhante à amostra controle, porém este apresentou baixo valor de consistência. De acordo com as análises, a formulação com alta porcentagem de simplesse e maltodextrina foi escolhida como fórmula otimizada e, conseqüentemente, como o

modelo de substituição de gordura do recheio. Esses cremes obtiveram 3,5 kcal/g, uma redução calórica de 31 % em relação ao recheio controle.

Amaral e Lannes (2013) formularam recheios com substituição da base gordurosa a fim de avaliar o comportamento reológico de cada gordura utilizada nos produtos. Os resultados indicaram que todos os recheios produzidos apresentaram características de gel forte, exibindo-se então um produto com uma estrutura mais sólida. O tipo de gordura utilizada influenciou nos módulos G' e G'' , resultando em um produto com característica mais viscoelástica. Manteiga de cacau e gordura de cupuaçu apresentaram os maiores valores nos módulos G' e G'' e a gordura hidrogenada e *low trans* apresentaram os menores valores dos módulos. Quanto à recuperação estrutural do recheio, os que apresentaram gordura de cupuaçu, gordura hidrogenada, em menor quantidade adicionada, e gordura *low trans*, com maior quantidade adicionada recuperaram totalmente as suas estruturas; quando se utilizou as gomas (guar e chichá) em recheios com gordura *low trans* a taxa de recuperação estrutural dos recheios aumentou, porém os recheios formulados com gordura de cacau não recuperaram completamente as suas estruturas.

Tanti, Barbut e Marangoni (2016) investigaram a substituição parcial e total (50%, 75% e 100%) de shortening por óleo estruturado com hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e metilcelulose (MC) em recheios de biscoitos. Os resultados indicaram que a perda de óleo diminuiu significativamente conforme a substituição de *shortening* foi aumentado. Em relação à análise de textura, a substituição total de gordura em níveis de 50 % e 75 % resultou em valores similares ao biscoito comercial.

Sendo assim, as propriedades e características do recheio de biscoito não são tão distintas de outros produtos de recheios ou coberturas. Porém, pode-se considerar que os cremes de recheios de biscoitos devem ser firmes à temperatura ambiente, ter sensação suave e cremosa na boca e nenhuma ou um mínimo de perda de óleo para não causar defeitos na textura como amolecimento (TANTI, BARBUT, MARANGONI, 2016).

1.5. *Shortening* e sua utilização em escala industrial

A primeira gordura utilizada pelo homem foi de origem animal, separada do tecido por aquecimento ou fervura. Após a domesticação animal suas gorduras corporais tornaram-se importante fonte de alimento. As gorduras de porco tornaram-se fontes de aplicações não comestíveis, porém, seu sabor agradável e sua consistência plástica podem ter sido os motivos para tornar este tipo de gordura uma escolha para propostas comestíveis (O'BRIEN, 2004).

O *shortening* é um produto capaz de prevenir a coesão dos fios de glúten quando a gordura entra em contato com a água, e acredita-se que sua denominação ocorra por conta deste processo, uma vez que ele faz com que a massa seja literalmente encurtada (ou em inglês, "*shortened*") (MERT, DEMIRKESEN, 2016; BAILEY, SHAHIDI, 2005).

Com isso, o *shortening* desempenha um papel crucial na palatabilidade e textura em produtos acabados e também é responsável por participar em importantes propriedades, como a aeração e estabilidade, contribuindo positivamente na estrutura e geometria dos produtos (JANG *et al.*, 2015).

O *shortening* utilizado em produtos de panificação varia sua consistência desde óleos líquidos à gordura com alto ponto de fusão. Na produção de biscoitos, o *shortening* forma um creme com o açúcar a fim de incorporar bolhas de ar que ficam presas ao *shortening* na fase líquida. Por conta disso, para o *shortening* ser considerado efetivo deve apresentar propriedades plásticas, que por sua vez são expressos pelo índice sólido/líquido na temperatura de mistura da massa (JACOB, LEEVATHI, 2006).

Houve-se uma mudança significativa para a composição do material com *shortening* até o tempo presente. Primeiramente, o *shortening* foi considerado um produto de gordura natural, passando a ser uma mistura de óleos com gorduras sólidas. Com o passar do tempo, *shortening* passou a ser considerado um óleo líquido hidrogenado capaz de misturar-se com aditivos, como os emulsificantes e antioxidantes (BAILEY, SHAHIDI, 2005).

Os óleos vegetais hidrogenados têm sido produzidos no Brasil desde a década de 1950. Destacam-se como principais motivos para a escolha deste produto o seu baixo preço, longa vida de prateleira, estabilidade oxidativa, além de ser encontrado

na forma semissólida em temperatura ambiente e serem adequados para frituras comerciais (DIAS *et al.*, 2018).

O processo de hidrogenação é um meio prático de combinar hidrogênios com óleos, gorduras ou ácidos graxos no estado líquido na presença de um metal utilizado como catalisador, de modo a produzir uma gordura com ponto de fusão desejável. (PATTERSON, 1994)

Óleos e gorduras com alto grau de insaturação são inadequados para a produção de muitos alimentos à base de gordura, uma vez que eles apresentam baixo ponto de fusão e são mais suscetíveis à deterioração oxidativa. O processo de hidrogenação reduz o grau de insaturação, tornando os óleos e gorduras saturados, enquanto outras sofrem para uma mudança de configuração *trans*, por um processo chamado isomerismo geométrico (GURR, 1992; DIAS *et al.*, 2018).

Atualmente existem diversas evidências quanto aos riscos que alimentos com alto teor de ácidos graxos saturados e *trans* podem causar à saúde humana quando consumidas em elevadas proporções, como diabetes *mellitus* do tipo II, obesidade e doenças cardiovasculares (OH, LEE, 2018).

Assim sendo, órgãos governamentais promoveram recomendações para um menor consumo de alimentos de gorduras saturadas *trans* no processamento de alimentos. A Organização Mundial da Saúde recomenda que uma ingestão de gordura *trans* não ultrapasse o limite de 1 % em relação a ingestão total de energia requerida diária. Aqui no Brasil, a RDC nº 332, de 23 de dezembro de 2019 proposta pela ANVISA dispõe os requisitos para o uso de gorduras *trans* industriais em alimentos, onde exige que a quantidade desta gordura não exceda mais que 2 g por 100 g de gordura total dos alimentos destinados ao consumidor final e para a gordura saturada que não ultrapasse uma quantidade maior ou igual a 6 g por 100 g do alimento (RICARDO *et al.*, 2019; BRASIL, 2019).

A RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 proposta pela ANVISA dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Aplica-se a alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação. A declaração da rotulagem nutricional é obrigatória nos rótulos dos alimentos embalados na ausência do consumidor (BRASIL, 2019).

1.6. Substituição de gordura em produtos industrializados

A gordura está presente em muitos alimentos e tem como principais funções fornecer sabor, textura e aparência agradáveis aos consumidores, porém sua relação com a má saúde humana tem levado indústrias a produzir versões de produtos alimentícios reduzidos em gordura (LI, J. M.; NIE. S. P., 2016; RIOS *et al.*, 2014).

Portanto, com a procura pelos consumidores em produtos baixos em calorias e gorduras, as indústrias estimularam para o desenvolvimento de uma série de novas tecnologias e ingredientes estipulando a substituição de gordura em produtos alimentícios, porém, sem comprometer as contribuições funcionais, características texturais e estabilidade térmica que as gorduras são capazes de promover (GUNSTONE, F. D.; PADLEY, F. B., 1997).

A *American Dietetic Association* estabelece que os substitutos de gordura sejam ingredientes que promovem todas ou algumas das funções da gordura, porém com menor aporte calórico (COLLA, COSTANZO, GAMLATH, 2018).

A gordura pode ser substituída por técnicas tradicionais, como substituir a gordura por água ou ar em produtos cárneos, leite desnatado ao invés do leite integral em produtos lácteos e assar ao invés de fritar os alimentos industrializados. Mas a gordura também pode ser substituída pelos chamados “Substitutos de gordura” ou pelos chamados “Miméticos de gordura” (AKOH, 1998; GAONKAR, 1995).

Os substitutos de gordura são macromoléculas que se assemelham fisicamente, quimicamente e funcionalmente aos triacilgliceróis encontrados em óleos e gorduras. Então, em formulações de produtos esses substitutos de gordura podem substituir óleos e gorduras convencionais com a vantagem de apresentarem menores ou nenhum valor calórico. Já os miméticos de gordura podem ser divididos em categorias de constituintes gerais, como a base de amido, de celulose, de pectina, de proteína, coloides hidrofílicos, dextrinas, poli dextrose e/ou micropartículas, porém formulações *lite* ou *low-calorics* são uma característica que os miméticos de gordura podem não apresentar (CHOW, 2008; AKOH, SWANSON, 1994).

O maior desafio em desenvolver alimentos reduzidos em gordura é conseguir esta redução enquanto mantem-se as qualidades alimentares de um produto o mais próximo possível aos produtos padrões, com quantidades normais de gordura. Por conta disso, este processo de redução de gordura envolve o uso criativo de

ingredientes funcionais, incluindo a gama de substitutos de gordura disponíveis atualmente (ROLLER, JONES, 1996).

Diversas estratégias foram elaboradas para o desenvolvimento de lipídeos do tipo *low-calorie* ou com zero caloria como substitutos de gorduras. Óleos e gorduras foram reestruturados, alterados quimicamente ou sintetizados por convecção, de maneira que eles mantenham suas propriedades físicas e funcionais nos alimentos, porém, contribuindo com um menor ou nenhum valor calórico, uma vez que reduziu sua suscetibilidade de hidrólise e absorção no lúmen (AKOH, DAVID, 2002).

Gomas e géis, apesar de haver alguns à base de carboidratos complexos, estão incluídos como substitutos de gordura à base de proteínas, e por conta disso são capazes de conferir um melhor aporte nutricional aos produtos, uma vez que poderá ocorrer um aumento no teor de fibras e proteínas. Assim como os carboidratos complexos, as gomas e géis aprisionam a água onde se formam géis capazes de “imitar” a textura e viscosidade das gorduras. Classifica-se como uma das gomas e géis mais utilizados como substituto de gordura a Pectina, *Whey Protein* e os Oleogéis (COLLA, COSTANZO, GAMLATH, 2018).

1.7. Substitutos de gorduras: Uso de interação gordura + gel (organogéis) na produção alimentícia

Dentre as tecnologias pesquisadores têm buscado diversas estratégias para introduzir nos óleos líquidos propriedades semelhantes às gorduras. Uma das estratégias tem sido a aplicação de alguns compostos em óleo líquido que leve à sua gelificação. Esta técnica resulta-se em um gel com estruturas semissólidas que se denomina como Organogel (SIRAJ *et al.*, 2015).

A fim de diferenciar os organogeis comestíveis dos não comestíveis, o termo Oleogel é empregado. Os oleogeis apresentam características similares aos hidrogeis, porém, diferente dos hidrogeis, em que o componente é imobilizado pela água, os oleogeis têm seu componente “aprisionado” por solventes orgânicos, podendo ser o óleo bruto ou um óleo vegetal (SIRAJ *et al.*, 2015; CO, MARANGONI, 2012).

Assim sendo, o oleogel pode ser conceituado como:

“Líquido orgânico retido juntamente com uma rede de gel tridimensional termo-reversível. A estrutura que forma essa rede pode ser qualquer polímero ou então, organogeladores de baixo peso molecular (STORTZ et al., 2012).”

Os alimentos que levam gorduras em suas estruturas requerem uma grande quantidade de gorduras sólidas saturadas e *trans* para atingirem com sucesso as suas características. Os oleogeis podem conferir características específicas das gorduras sólidas, não necessitando de grandes quantidades de gorduras saturadas, além de proporcionar maior estabilidade e vida de prateleira dos produtos. (MARTINS *et al.*, 2017).

Muitos mecanismos de estruturação do óleo têm sido pesquisados recentemente, utilizando-se diferentes agentes estruturantes, como: partículas cristalinas, fibras cristalinas, emulsões estruturantes, fios poliméricos e partículas inorgânicas (TANTI, BARBUT, MARANGONI, 2016).

Portanto, os oleogeis podem ser formados por variados estruturantes que levarão a diferentes tipos de mecanismos de gelificação. Os mecanismos de gelificação mais comuns são (MARTINS *et al.*, 2017):

Cristalização de ácidos graxos: Longas cadeias de hidrocarbonetos que após atingirem certas concentrações formam “cristalitos” suficientemente fortes para reterem óleo e promoverem estruturas sólidas após resfriamento;

SAFIN's: Redes fibrilares *self-assembled* formadas pelo crescimento cristalino uni-direcional ocasionadas a partir de um mesmo ponto de nucleação que resultará em uma rede fibrilar *self-assembled* 3D;

Redes Poliméricas: Os polímeros se entrelaçam e formam uma rede que encapsulará a fase oleosa. Para a formação de gel este processo pode ocorrer por meio de métodos diretos ou indiretos. Os métodos indiretos ocorrem por emulsificação e/ou metodologias de troca de solventes, o que não são considerados um mecanismo de gelatinização, como uma solução capaz de estruturar o óleo;

As ceras naturais, monoglicerídios e di-glicerídeos apresentam o mecanismo de gelificação por cristalização de ácidos graxos. Os gelificantes presentes na cera são compostos de frações variadas de n-alcanos (parafinas), álcoois graxos e ácidos graxos, dependendo-se da origem da cera (PEHLIVANOGLU *et al.*, 2018; SINGH, AUZANNEAU, ROGERS, 2017).

Os componentes que apresentam comportamento de gelificação do tipo *SAFIN's* são ácido ricinelaídico, fitoesteróis + ésteres de esterois e fosfolípídeos + tocoferóis. Os mecanismos gelificantes dos *SAFIN's*, por conta da especificidade de interação que é necessária para formar essas redes cristalinas, fatores ambientais como taxas de resfriamento e temperatura de armazenamento são fundamentais durante o desenvolvimento das fibras, já que a variação desses fatores levará à criação de fibras mais longas ou mais curtas que influenciará na dureza final do oleogel (PEHLIVANOGLU *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2017).

Tratando-se dos polímeros utilizados no mecanismo de gelificação das redes poliméricas, podem ser classificados como componentes os polímeros hidrofóbicos (ex., etilcelulose, metilcelulose e hidroximetilcelulose) e os hidrofílicos (ex., gelatinas, proteínas e proteínas + polissacarídeos). A maioria dos biopolímeros utilizados são considerados hidrofílicos, por mais que algum deles apresentem características anfifílicas capazes de interagirem com solventes não polares, como o óleo. O método baseado em emulsificação exige a remoção da fase hidrofílica da emulsão primária, expondo-se a estrutura do polímero que irá, conseqüentemente, aprisionar a fração de óleo, formando o oleogel (PEHLIVANOGLU *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2017).

A gelificação de gotículas de água em emulsão de óleo também pode levar à formação de uma rede forte o bastante para fornecer sustentação estrutural a tais emulsões. Esse processo é chamado de *HIFE's* (do inglês: *high internal phase*

emulsions – emulsão de fase interna alta), podendo ser formada usando-se combinações de hidrocolóides e emulsificantes alimentares (ex. carragena, goma xantana e goma alfarroba). Esse mecanismo de emulsificação de hidrocolóide em óleo requer altas temperaturas (maior que 70 °C), seguindo-se de uma etapa de resfriamento (MARTINS *et al.*, 2017).

Produtos de confeitaria e panificação são geralmente produzidos com elevadas quantidades de gordura, em combinação com outros ingredientes, como farinhas, açúcares, saborizantes e aromatizantes.

As gorduras conferem aos alimentos texturas como plasticidade e dureza e estão muito presentes em produtos industrializados, como por exemplo, chocolates, sorvetes e biscoitos. Porém os usos dessas gorduras conferem ao produto elevadas quantidades de gorduras saturadas e *trans*, e com isso aumento no risco de doenças cardiovasculares, resistência à insulina e obesidade, tanto em adultos quanto em crianças (STORTZ *et al.*, 2012).

1.8. Caracterização de produtos de panificação usando organogel como um substituto de gordura

Para que um produto de panificação seja considerado um produto de alta qualidade, vários atributos devem ser levados em consideração. A maioria desses atributos estão associados ao uso de gordura em seus processos de produção. Em bolos e pães, por exemplo, para que o produto final seja aceitável deve apresentar estrutura de miolo uniforme, alto volume, prazo de validade, maciez e tolerância ao envelhecimento. Em biscoitos, é considerado aceitável quando o produto apresenta propriedades geométricas, cor, superfície, rachaduras e comportamento de mordida. Todos esses fatores contribuem para que os aspectos sensoriais captados pelos consumidores obtenham um alto grau de satisfação. Por isso, ao se preparar um produto com alguma modificação, é de extrema importância que seja realizada uma avaliação sensorial, pois assim, em conjunto com outras técnicas de análise, é possível avaliar se o produto produzido tem probabilidade de sucesso em um prateleira do supermercado (SALEHI, 2019; CAPPA, KELLY, NG, 2020).

A Tabela 1 apresenta as principais características sensoriais analisadas em alguns produtos de panificação que utilizam diversos agentes estruturantes para substituir a gordura.

1.8.1. Alterações físico-químicas em *cookies* elaborados com organogel como substituto de gordura

Um dos fatores positivos considerados para o consumo de biscoitos é o seu longo prazo de validade, que ocorre devido aos baixos níveis de umidade e atividade da água desses produtos. Por isso, ao se elaborar um biscoito com substituto de gordura, deve-se levar em consideração os níveis que esses dois fatores estarão no produto final. Um produto com alto teor de umidade e de atividade de água promoverá um produto com vida útil mais curta, não aceito pelos consumidores.

Em um estudo, a manteiga utilizada para fazer biscoitos foi substituída por emulsões estruturadas desenvolvidas com fibras e analisou-se a umidade e a atividade de água do produto final. Os resultados mostraram que os biscoitos feitos com essas emulsões apresentaram níveis de atividade de água e de umidade dentro

do limite para este tipo de produto, onde o autor apresentou que o valor de umidade deve ser menor que 60 g água kg⁻¹ e a atividade de água menor que 0,3 (CURTI *et al.*, 2018).

Ao comparar o teor de umidade de biscoitos elaborados com gordura vegetal - gordura sólida, e biscoitos feitos com emulsão de óleo vegetal estruturada com amido octenil succinato de sódio (OSA), foi relatado um aumento do teor de umidade no produto final; no entanto, o valor alcançado manteve-se dentro dos limites estipulados (HADNADEV, 2015).

As análises da atividade de água e do teor de umidade podem contribuir para a discussão de outras análises envolvidas em um trabalho, como a análise de textura e como uma comparação com os resultados de uma análise sensorial. Um estudo utilizando hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e Inulina como substituto de gordura obteve baixos valores em relação à crocância de seus biscoitos quando colocados sob análise sensorial. Porém, com análise da atividade de água e do teor de umidade, foi possível concluir que os efeitos dos valores negativos obtidos na análise sensorial não foram relacionados ao teor de água do produto, o que é indicado para este tipo de produto (LAGUNA *et al.*, 2014).

Outro fator importante que deve ser levado em consideração ao analisar um biscoito é a sua cor, uma vez que o tipo de agente estruturante utilizado para formar o organogel pode alterar a cor final esperada do produto. Em um estudo foram elaborados biscoitos com um substituto de gordura à base de carboidratos e os resultados indicaram que quanto maior a substituição de gordura mais escuro os produtos finais ficaram. Concluindo-se que tal padrão ocorreu por conta da coloração do substituto de gordura utilizado (MAJEED, 2017).

O tipo de agente estruturante pode proporcionar uma mudança na cor do produto final. Um trabalho que utilizou amido OSA (anidrato octenil succínico) para emulsificar o óleo vegetal como substituto de gordura foi capaz de fornecer biscoitos mais dourados do que de controle. Isso ocorreu porque esse agente estruturante forneceu um escurecimento não enzimático (reações de *Maillard*) devido à dextrinização do amido e caramelização do açúcar, uma vez que havia menor teor de gordura sólida para atuar como plastificante nos ingredientes em pó que estão envolvidos na reação de *Maillard* (HADNADEV, 2015).

As recomendações ditadas pelos órgãos governamentais mostram que os produtos industrializados não devem ultrapassar os limites de 10 % do conteúdo calórico total. Ao preparar um produto com substituto de gordura, espera-se que o teor de gordura saturada também diminua o teor calórico do produto final.

Em um trabalho onde a gordura sólida foi substituída por uma emulsão de inulina e azeite de oliva extra virgem apresentou-se uma diminuição de até 87 % no teor de gordura saturada total de seus biscoitos, estando assim de acordo com as recomendações propostas pelos órgãos governamentais de diversos países e, portanto, rotulados de biscoitos com “baixo teor de gordura saturada” (GIARNETTI *et al.*, 2015).

Como o uso do organogel como substituto de gordura visa alterar o perfil lipídico de um produto, eliminando a gordura *trans* e diminuindo o teor da gordura saturada, espera-se em breve uma melhora no conteúdo nutricional de produtos de panificação, como os biscoitos. Diversos agentes estruturantes, além de melhorarem o perfil lipídico dos alimentos, também podem promover outras melhorias no perfil nutricional dos produtos.

Um trabalho produziu biscoitos com Okara e amido e farinha de soja e hidroxipropilmetrilcelulose (HPMC) como aditivos. De acordo com os resultados apresentados, foi possível identificar uma melhora no perfil nutricional dos biscoitos, uma vez que, além da diminuição do teor de gordura, houve uma troca da quantidade total de carboidratos por proteínas, quando comparados aos biscoitos convencionais elaborados com farinha de trigo. Porém, ao usar aditivos, houve diferença no teor final de carboidratos desses biscoitos, mas ainda com resultados melhores do que os biscoitos convencionais (PARK; CHOI; KIM, 2015).

Tabela 1: Características sensoriais de produtos de panificação usando oleogel como substituto de gordura.

Agente estruturante	Produto	Características Sensoriais	Autor, ano
Semente de chia	<i>Cookies</i>	Os cookies com substituto de gordura obtiveram aceitação geral superior a 80%, exceto para a maior substituição, sendo considerados aceitáveis pelos provadores;	Punia; Dhull, 2019
Etilcelulose	Bolos	Embora o bolo controle tenha maior valor sensorial, bolos elaborados com 2% de etilcelulose em 4% de ácido adípico também obtiveram altos escores na análise sensorial, principalmente para odor e textura;	Adili <i>et al.</i> , 2020
Gelatina	Bolos	O bolo mais aceito pelos consumidores foi o que apresentou redução de 70% na margarina com o uso da gelatina como agente estruturante a 1%; As características mais pontuadas foram a maciez, consistência do miolo e sabor agradável;	Sánchez-Paz <i>et al.</i> , 2019
Fibra de casca cítrica e α-amilase	Pão de Forma	Embora o pão de forma controle tenha maior aceitação global, alguns pães elaborados com substituto de gordura pela fibra da casca de frutas cítricas e a α -amilase obtiveram escores satisfatórios em seus parâmetros sensoriais (acima de 60%), indicando uma aceitação positiva pelos consumidores;	Stoll <i>et al.</i> , 2015
Cera de Abelha	<i>Cookies</i>	A maioria das pontuações de atributos positivos dos <i>cookies</i> elaborados com organogel foram iguais ou até maiores do que os <i>cookies</i> de controle; Os dados hedônicos do consumidor indicaram que os cookies elaborados com organogel como substituto da gordura têm preferência em relação aos <i>cookies</i> de controle;	Yilmaz; Ogutcu, 2013

1.8.2. Alterações físico-químicas em bolos elaborados com organogel como substituto de gordura

Entre os produtos de panificação, os bolos são muito apreciados em todo o mundo. Esta classe de produto frequentemente representa festas e comemorações e, por isso, espera-se que seja de alta qualidade. Além disso, os bolos são produzidos em todo o mundo, não só pelas indústrias, mas também caseiros, independentemente da classe econômica. Isso significa que existem atualmente vários tipos e formas de preparar bolos. Dependendo dos ingredientes e de sua composição, esses bolos poderiam ser classificados, como *muffins*, *cupcakes*, bolo recheado, bolo de confeitaria, entre outros (GARVEY *et al.*, 2019).

Um dos aspectos a serem considerados na produção final de um bolo é sua aparência geral. Assim, sua altura e a estrutura de seu miolo são análises importantes a serem consideradas. Um bolo elaborado com amido de feijão *moyashi* modificado com OSA (anidrato octenil succínico) como substituto da gordura apresentou produtos mais densos e compactos à medida que a substituição aumentou, quando comparados aos bolos feitos com gordura vegetal (PUNIA *et al.*, 2019).

A estrutura do miolo dos bolos é realizada por meio de análises tomográficas. Este tipo de análise indica resultados dos níveis e tipos de porosidade que tais alimentos irão apresentar. Um trabalho realizou a análise tomográfica em um bolo elaborado com oleogel à base de cera para substituir a gordura. O resultado indicou que bolos elaborados com gordura e cera de abelha possuem poros menores que bolos feitos com farelo de arroz e cera de candelila, sendo possível identificar a diferença desses bolos pelas imagens transversais presentes na análise (OH *et al.*, 2017).

Outro trabalho utilizando análises tomográfica em bolos avaliou organogel à base de cera para substituir a gordura, com resultado indicando que diferentes estruturas de bolo foram alcançadas dependendo do teor de gordura substituída por organogel. Isso significa que, ao substituir a gordura vegetal pelo organogel, o bolo apresentou redução de sua porosidade; isso ocorre porque as células de ar em massas de bolos com organogel não se expandiram o suficiente para formar células abertas maiores (KIM *et al.*, 2017).

Portanto, também é de grande importância analisar a massa do bolo e não apenas o produto em sua característica final. Dentre as características levadas em consideração, a viscosidade e a densidade são as mais importantes a serem analisadas na hora de substituir a gordura de um bolo.

Um trabalho levou à substituição da gordura por *Psyllium* na preparação de um bolo de camadas. Na análise realizada para as características da massa, não foi observada diferença entre os bolos padrão e os preparados em diferentes níveis de substituição, o que caracteriza o *psyllium* como um bom agente estruturante utilizado na substituição de gordura (BELORIO; SEHAGÚN; GÓMEZ, 2019).

Um bolo elaborado com succinilquitosana como substituto da gordura obteve valores de densidade semelhantes entre os bolos padrão em todos os níveis de substituição. Este resultado está de acordo com o trabalho anterior e demonstra que a massa do bolo obteve adequada incorporação de ar com a substituição de gordura (RIOS; LANNES, 2018).

Pensando nas características qualitativas de um bolo, o consumidor considera um bolo aceitável aquele com que seja “fofo” ao invés de “solado”. Portanto, o volume final de um bolo acabado é uma característica importante analisada em sua fase final. Em um trabalho realizado com a substituição de até 50 % da gordura por betaglucanos de *Ganoderma lucidum*, houve uma diminuição no volume final desse produto não estatisticamente significativa, o que pode ser considerado um ponto positivo no que diz respeito à substituição da gordura no preparo de bolos (ARTUNDUAGA; GUTIÉRREZ, 2019).

Porém, em um trabalho realizado com a utilização de inulina extraída de raízes de chicória e tubérculos de alcachofra de Jerusalém com até 50 % de substituição de gordura, observou-se uma redução no volume final do bolo à medida que o teor de gordura substituída aumentava. Portanto, o tipo de agente estruturante utilizado é um fator que deve ser considerado na produção de um bolo que levará à reposição de gordura em sua formulação (RASHID *et al.*, 2018).

Como a aplicação da técnica do organogel tem como objetivo principal a redução da gordura saturada e a eliminação total do teor de gordura *trans*, a análise do teor de gordura total e da composição de ácidos graxos em bolos também deve ser levada em consideração.

Um trabalho resultou na produção de bolos utilizando organogeis elaborados com cera de carnaúba como agentes estruturantes e uma mistura de diferentes tipos de óleos ricos em ácidos graxos insaturados. Foi realizada uma análise da composição em ácidos graxos desses organogeis produzidos que, conseqüentemente, dará a composição dos bolos, uma vez que esses organogeis foram usados como substitutos de gordura desses produtos. Os resultados encontrados estão de acordo com o objetivo do estudo, uma vez que todos os organogeis produzidos deveriam ter menor teor de ácidos graxos saturados em relação à gordura comumente utilizada na produção dos bolos; e, de acordo com os resultados obtidos, todos os organogeis produzidos alcançaram um baixo valor de ácidos graxos saturados (PEHLIVANOGLU *et al.*, 2018).

A produção de bolos foi conduzida com substituto de gordura por óleo de farelo de arroz e 2 variedades de *spread* de óleo de farelo de arroz, sendo analisada a composição em ácidos graxos do produto final. Os resultados encontrados indicaram que todas as amostras elaboradas com o substituto de gordura apresentaram menor valor do teor de gordura total, quando comparadas ao bolo padrão produzidos com a gordura comumente utilizada pelas indústrias. Além disso, houve uma modificação no perfil lipídico dos produtos, com a diminuição no teor total de ácidos graxos *trans* e saturados e conseqüente aumento no teor de ácidos graxos insaturados (SHAIK *et al.*, 2017).

1.8.3. Alterações físico-químicas de pães elaborados com organogel como substituto de gordura

Todos os ingredientes utilizados na produção de pães têm funções muito importantes nas propriedades mecânicas da massa e conseqüentemente de seu produto final. A gordura é um ingrediente essencial na produção do pão, pois é responsável por melhorar o volume do pão e por obter um miolo de pão adequado, fino e uniforme (MEHTA *et al.*, 2009).

Ao usar o organogel como substituto da gordura, alguns fatores devem ser considerados, como a capacidade do pão de reter umidade, bem como suas características sensoriais que se destacam para que um pão seja considerado de alta qualidade, como maciez do miolo e crosta crocante do pão (SCHEUER *et al.*, 2016).

As análises físicas são as principais análises realizadas na reposição quando substitui gordura em pães. Esses parâmetros são mais importantes na massa do que na condição do produto final. A viscosidade da massa é um importante fator analisado, pois uma massa muito pegajosa pode causar problemas na produção do pão. Além disso, a elasticidade é uma característica essencial da massa de pão; portanto, a resistência e a extensibilidade do pão também são análises importantes que devem ser levadas em consideração (BALIC *et. al.*, 2016).

Esses parâmetros indicados são realizados por análises de textura e reologia, onde podem ser realizados tanto com a massa do pão quanto com o pão em seu estado final. Essas análises em conjunto com as análises sensoriais são capazes de comparar a aceitação do produto com os consumidores. Por isso, grande parte dos trabalhos publicados tem como foco analisar a qualidade do pão por meio desses parâmetros. Portanto, a Tabela 2 apresenta a conclusão dos principais resultados reológicos e de textura obtidos pelos diferentes tipos de produtos de panificação, incluindo o pão assado e a massa.

Assim sendo, muitas pesquisas realizadas têm demonstrado que o uso de oleogéis podem conferir propriedades semelhantes às gorduras em produtos alimentícios, como a textura, viscosidade e suas propriedades sensoriais, como o sabor e o aroma, porém com menor quantidade de ácidos graxos saturados e *trans* do que um alimento com o uso de gordura tradicional.

Tabela 2: Características texturais e reológicas de produtos de panificação elaboradas com oleogel como substituto de gordura.

Componente-base	Produtos	Conclusões	Autores, ano
Lipídio	Pão doce	Reológico: ↑ viscosidade com o ↑ do teor de organogel na massa	Jung <i>et al.</i> , 2020
		Textural: ↑ no teor de dureza com pães produzidos com organogel; 75 % de substituição não apresentou diferença para o pão controle, quanto à dureza;	
Carboidrato	Cookies	Reológico: Os diferentes níveis de substituição resultaram em diferentes padrões reológicos da massa em função da frequência; Níveis de reposição de 25 % e 50 % produziram massa com características reológicas semelhantes à massa controle;	Gharaie <i>et. al.</i> , 2019
		Textural: Cookies elaborados com 50 % de substituição e 1,5 g de goma apresentou dureza semelhante ao <i>cookie</i> controle; Os cookies contendo 1,5 g de goma apresentaram menor força de quebra do que as amostras contendo 2,1 g de goma;	
Carboidrato	Muffins	Reológico: ↓ da viscosidade de cisalhamento constante e parâmetros visco elásticos das massas;	Oh; Lee, 2018
		Textural: Até 50 % da reposição de gordura não afetou negativamente a textura macia e mastigável dos <i>muffins</i> ;	
Carboidrato	Pogača (Pão)	Reológico: Os valores de extensibilidade e resistência à extensão aumentaram com o aumento da taxa de redução de gordura;	Serin; Sayar, 2017
		Textural: Concentrações de mais de 5 g de agente estruturante para 100 g de farinha de trigo utilizadas aumentam drasticamente a pegajosidade da massa;	
		Reológico: As massas com organogel obtiveram maior valor de extensibilidade quando comparadas à massa controle; O aumento da	

Lipidio*Cookies*

quantidade de agente estruturante levou à diminuição dos valores de extensibilidade;

Textural: A maior quantidade de agente estruturante aumentou a dureza da massa do biscoito quando comparada aos biscoitos elaborados com óleo líquido, mas foram ligeiramente mais macios que os elaborados com gordura;

Reológico: O uso de amidos modificados com OSA (anidrato octenil succínico) nos níveis de 2 % e 4 % foram os que apresentaram os maiores níveis de resistência à extensão;

Mert; Demirkesen, 2016

Carboidrato*Pães*

Textural: A aderência e a força da massa foram melhoradas usando 4 % de amido modificado com OSA, enquanto 2 % de amidos modificados com OSA não mostraram mudanças significativas na qualidade da massa;

Balic *et. al.*, 2016

1.9. Uso de colágeno no desenvolvimento de produtos alimentícios

O colágeno é considerado um polímero biodegradável obtido a partir de recursos renováveis, sendo um composto sustentável, pois é capaz de desenvolver produtos e materiais ecologicamente corretos. Uma vez que é muito abundante, apresenta boa biocompatibilidade e propriedades antimicrobianas, sendo um produto que pode se tornar fonte adequada em aplicações alimentícias (IRASTORZA *et al.*, 2021).

Considerando a indústria de alimentos, a proteína do colágeno é o componente mais utilizado, onde apresenta diferentes propriedades funcionais, como gel, emulsificante, espessante, estabilizante e colóides (AHMED; VERMA; PATEL, 2021).

O colágeno é um composto caracterizado como uma proteína longa e fibrosa muito abundante em mamíferos. Apresenta cerca de 30 % da massa proteica total do corpo e está presente em vários tecidos fibrosos, como pele, ossos, vasos sanguíneos, tendões, músculos, córnea, ligamentos e dentina (HONG *et al.*, 2019).

Além de apresentar propriedades de hidratação (inchaço e solubilidade), o colágeno apresenta diversas outras propriedades muito importantes, divididas em dois grupos: 1) gelificante, ou seja, capacidade de formar gel, texturização, espessamento e se ligar à água; 2) comportamento superficial, como a formação e estabilização de emulsão e espuma, adesão, coesão, função colóide protetora e capacidade de formação de filme (GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2011).

Os colágenos podem ser classificados como formadores de fibrilas, membrana basal, micro fibrilar, fibrilas de ancoragem, formadores de rede hexagonal, colágenos associados à fibrila com hélice tripla interrompida (do inglês *FACIT*), transmembrana e multiplexinas e, com isso, cada tipo de colágeno tem suas múltiplas aplicações e funções (RODRÍGUEZ; BARROSO; SÁNCHEZ, 2017).

Os colágenos do tipo I, II e III são os mais abundantes e utilizados para diversas áreas e aplicações, como alimentar, farmacêutico e cosmetologia. O colágeno do tipo I está presente em tecidos e órgãos, o tipo II apresenta-se exclusivamente nas cartilagens, o tipo III está presente na pele, vasos sanguíneos e órgãos, tipo IV são as membranas basais e o tipo V são presentes em todos os tecidos como o citoesqueleto (BLIDI *et al.*, 2021).

O colágeno do tipo II apresenta sua formação pelas fibras de colágeno com a ligação de proteoglicanos, principalmente distribuídas na cartilagem, córnea embrionária e outros tecidos. Este tipo de colágeno pode ser utilizado em diversas aplicações no campo das indústrias alimentícias, cosmética, biomédica e farmacêutica. Por ser um dos componentes principais na cartilagem, o colágeno do tipo II possibilita a melhora da saúde óssea, especialmente para casos de artrite reumatoide. Apesar de ser encontrados em fontes bovinas e suínas, atualmente têm se buscado outras fontes animais para a utilização do colágeno tipo II nas aplicações, uma vez que as fontes suínas e bovinas entram em conflito com questões religiosas e apresentam uma probabilidade em provocar surtos de encefalopatia espongiforme bovina (do inglês: *BSE*), febre aftosa e outras doenças zoonóticas (ZHU *et al.*, 2020).

O colágeno do tipo I é o mais prevalente e encontrado nos tecidos conjuntivos, como os ossos, pele e córnea dos olhos. Este tipo contém três cadeias α ($[\alpha_1(I)]_2$, $\alpha_2(I)$ e $[\alpha_1(I)]_3$) que apresentam mais de 1000 aminoácidos entre diferentes vertebrados. Nesta cadeia há a repetição do aminoácido glicina a cada três sequências de aminoácido, e por conta disso tornam a distância da cadeia α encurtada e com um espaço minimizado de modo que essas cadeias se juntam e formam uma estrutura helicoidal estável (LI *et al.*, 2018).

O colágeno hidrolisado é obtido a partir da desnaturação do colágeno nativo, produzindo três cadeias α em uma forma enrolada aleatória com tratamento térmico a 40 °C. Após as cadeias serem separadas ocorre então uma hidrólise pela ação de enzimas proteolíticas (alcalase, papaína, pepsina, entre outros) resultando então no colágeno hidrolisado (LÉON-LOPES *et al.*, 2019).

O colágeno hidrolisado compõe-se de pequenos peptídeos de baixo peso molecular (0,3 – 8 kDa), obtidos a partir do colágeno nativo encontrado nos ossos, pele e tecido conjuntivo de animais. Uma vez que apresenta baixo peso molecular, este componente é facilmente digerido, absorvido e distribuído pelo corpo humano. O colágeno hidrolisado é composto por importantes aminoácidos, como a glicina, prolina e hidroxiprolina, cada uma com suas funções particularizadas (SIBILLA, GENOVESE, 2015).

Apesar do colágeno hidrolisado já apresentar diversas aplicações na indústria de alimentos, como o desenvolvimento de produtos funcionais, suplementos e aditivo

alimentar, este composto ainda é pouco explorado no desenvolvimento de produtos industrializados.

Um trabalho realizado por Niu *et al.* (2019) desenvolveu quatro tipos de géis elaborados com gelatina e fibra alimentar solúvel como substituto de gordura e investigou seus efeitos no desenvolvimento de almôndegas. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que tais géis compostos com fibra alimentar solúvel podem ser utilizados como substitutos de gordura no desenvolvimento de carnes processadas, como as almondegas, apesar de não apresentar valores positivos nas características de cozimento, em relação às almondegas controle.

Salas e Lannes (2011) conduziram um trabalho com a utilização do colágeno hidrolisado no preparo de recheios para uso em produtos de confeitaria e panificação. O uso desse componente para a formulação dos recheios proporcionou melhora na qualidade nutricional desses produtos formulados.

PANG *et al.* (2017) pesquisou a utilização da gelatina obtida a partir da pele de tilápia como um substituto de gordura ao invés da utilização de gelatina obtida por fontes mamíferas para o desenvolvimento de iogurte desnatado. Com isso, concluiu que a gelatina formada a partir da pele do peixe obteve resultado semelhante à gelatina bovina em relação aos estágios de resfriamento e aquecimento sob análise reológica oscilatória dinâmica, e também em relação à textura, atividade de água e aspectos sensoriais, sendo então considerado um bom substituto de gordura dos géis obtidos a partir de fontes mamíferas.

Almeida e Lannes (2016) avaliaram o uso de gelatina obtida a partir do tarso de frango como substituto de gordura em *spread* de chocolate em diferentes concentrações. Os resultados apresentaram que as formulações com substituição de 50 % ou 75 % da gordura vegetal, e concentrações de 0,5 % e 1,0 % de gelatina, foram satisfatórias para garantir a espalhabilidade do produto a 10 °C.

Contudo, ainda é escassa a utilização do colágeno, especialmente o hidrolisado, no desenvolvimento de produtos, principalmente de panificação, sendo então necessários mais estudos que investiguem as propriedades dos produtos de panificação ao utilizar o colágeno em sua composição.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Desenvolver formulação de biscoitos recheados com substituição de gordura vegetal por organogel no recheio e de farinha de trigo por farinha de sorgo no biscoito, a fim de agregar valor nutricional ao produto.

2.2. Objetivo específico:

- Desenvolver formulações de recheios;
- Desenvolver formulações de bases para biscoitos;
- Conduzir testes físicos e físico-químicos nos produtos formulados;
- Avaliar a viabilidade do produto com testes de estabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para este item do trabalho, diversos testes piloto foram executados. As formulações utilizadas aqui foram baseadas em experiência prévia da orientadora do trabalho e em literaturas do assunto.

3.1. Materiais

3.1.1. Biscoito

Para o preparo da massa dos biscoitos controle utilizou-se farinha de trigo (Suprema, Bunge®, Brasil), amido de milho (Maisena, Unilever®, Brasil) açúcar refinado (União, Camil®, Brasil), leite em pó desnatado (Itambé®, Brasil), açúcar invertido (Tradal®, Brasil), gordura vegetal (Promult, Bunge®, Brasil), bicarbonato de sódio (Synth®, Brasil), vanilina (Mix Ingredientes®, Brasil), ácido láctico (Synth®, Brasil) e lecitina de soja (Tradal®, Brasil), conforme Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3: Ingredientes utilizados na fase 1 de preparo da massa do biscoito controle

Ingredientes	(%)
Gordura vegetal	15,03
Açúcar pulverizado	14,32
Açúcar invertido	2,39
Leite em pó desnatado	1,91
Sal	0,33
Bicarbonato de sódio	0,23
Vanilina	0,13
Lecitina de soja	0,12

Tabela 4: Ingredientes utilizados na fase 2 de preparo da massa do biscoito controle

Ingredientes	(%)
Farinha de trigo	47,72
Amido de milho	9,54

Tabela 5: Ingredientes utilizados na fase 3 de preparo da massa do biscoito controle

Ingredientes	(%)
Água	8,16
Ácido láctico	0,12

Para a substituição de 50 % e 100 % da farinha de trigo (Tabela 4), utilizou-se farinha de sorgo (CISBRA[®], Brasil). A ficha técnica da farinha de sorgo e a tabela nutricional da farinha de trigo são apresentadas no Apêndice I.

3.1.2. Recheio

Para o preparo do recheio controle foram utilizados açúcar de confeitiro (Glacúcar, União, Camil[®], Brasil), gordura vegetal (Promult, Bunge[®], Brasil), leite em pó desnatado (Itambé[®], Brasil), vanilina (Mix Ingredientes[®], Brasil), lecitina de soja (Tradal[®], Brasil) e sal (Cisne[®], Brasil), conforme Tabela 6.

Tabela 6: Ingredientes utilizados no preparo do recheio controle

Ingredientes	(%)
Açúcar de Confeitiro	52,1
Gordura vegetal	34,6
Leite em pó desnatado	13,0
Vanilina	0,1
Lecitina de soja	0,1
Sal	0,1

A formulação modificada de recheio para biscoito utilizando organogel (colágeno + óleo vegetal + água) como substituto de gordura vegetal apresentou os valores descritos na Tabela 7.

Tabela 7: Ingredientes utilizados para a elaboração de recheio com substituição de gordura vegetal.

Ingredientes	(%)
Açúcar de Confeitiro	53,4
Água	15,0
Leite em pó desnatado	13,2
Óleo vegetal	13,2

Colágeno Hidrolisado	5,1
Vanilina	0,1

Os ingredientes da formulação modificada de recheio foram: leite em pó desnatado (Itambé[®], Brasil), açúcar de confeitiro (Glacúcar, União, Camil[®], Brasil), óleo vegetal (Liza[®], Cargill, Brasil) e colágeno hidrolisado Peptiplus[®], Gelita[®] (Brasil) (Ficha Técnica disposta no Apêndice II).

Para fins de comparação foi utilizado o biscoito recheado Passatempo Leite (Nestlé[®], Brasil) que apresenta composição próxima ao utilizado neste trabalho: Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, óleo vegetal, gordura vegetal, leite em pó integral (1,9 %), soro de leite, amido, minerais cálcio e zinco (carbonato de cálcio e sulfato de zinco), sal, farinha de aveia, farinha de centeio, fermentos químicos (bicarbonato de amônio e fosfato monocálcico), aromatizantes, emulsificante (lecitina de soja), corantes naturais (carmim e clorofilina cúprica) e corante caramelo III.

3.2. Preparo dos Biscoitos Recheados

3.2.1. Elaboração da massa do biscoito controle

A massa dos biscoitos teve seus ingredientes pesados em suas devidas proporções, em seguida misturou-se os ingredientes em batedeira planetária (*Kitchen Aid*, 525W, Brastemp, Brasil). Descansou-se a massa para seguida modelagem. Os biscoitos foram então assados à 180 °C, em forno pré-aquecido.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de preparação da massa dos biscoitos controle e modificados preparados com farinha de trigo e farinha de sorgo, respectivamente.

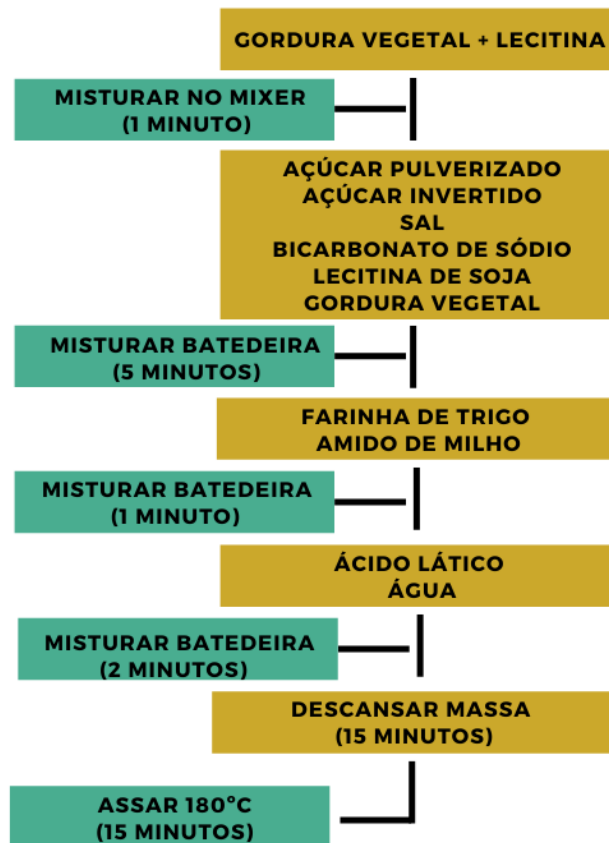


Figura 2: Fluxograma do preparo do biscoito elaborado com farinha de trigo (controle) e farinha de sorgo (50 % e 100 % de substituição da farinha de trigo).

3.2.2. Elaboração da massa do biscoito com substituição de farinha de trigo

Para a substituição da farinha de trigo, alterou-se a proporção de 50% e 100% de farinha de trigo pela farinha de sorgo no momento de preparo da massa dos biscoitos. Os ingredientes pesados em suas devidas proporções, em seguida misturou-se os ingredientes em batedeira planetária (*Kitchen Aid*, 525W, Brastemp, Brasil). Descansou-se a massa para seguida modelagem. Os biscoitos foram então assados à 180 °C, em forno pré-aquecido.

3.2.3. Elaboração do recheio controle

Misturou-se a gordura vegetal e a lecitina de soja na batedeira planetária (*Kitchen Aid*, 525 W, Brastemp, Brasil), seguido da adição do restante dos ingredientes. Misturou-se os ingredientes até a formação de um creme para recheio.

3.2.4. Elaboração do recheio com substituição de gordura vegetal por organogel

Com um agitador mecânico (Fisatom, São Paulo, Brasil) misturou-se o óleo vegetal com a água e colágeno para a formação do organogel. Os demais ingredientes foram adicionados e misturados até a formação de um creme para recheio.

3.3. Análise de Textura

3.3.1. Análise de Perfil de Textura (TPA) dos recheios

As amostras foram acondicionadas em recipientes de poliestireno de 50 mL a 25°C. As análises foram realizadas em triplicata com o equipamento analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Reino Unido) com *probe* de compressão P/25. Os parâmetros utilizados para a análise foram: velocidade pré-teste, teste e pós-teste de 1,5 mm/s⁻¹; distância de 20 mm; célula de carga 25 kg; sensibilidade (*Trigger Force*): 0,05 N; força em dupla compressão. Os dados foram coletados com o programa “*Texture Expert Exceed*” – versão 2.65 (Stable Micro Systems, Reino Unido).

3.3.2. Análise de Textura do biscoito

Realizou-se a análise de textura das massas em triplicata com equipamento analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Reino Unido) com *probe* HDP/3PB. Os parâmetros utilizados para a análise foram: velocidade pré-teste, teste e pós-teste de 2,0 mm/s⁻¹; distância de 10 mm; célula de carga 25 kg; sensibilidade (*Trigger Force*): 0,05 N; força em compressão – *return to start* (LANNES, 2008). Os dados foram coletados com o programa “*Texture Expert Exceed*” – versão 2.65 (Stable Micro Systems, Reino Unido).

3.4. Propriedades reológicas dos recheios

As análises reológicas foram realizadas para o recheio controle e para o recheio com organogel em triplicata com equipamento MARS Haake II com programa RheoWin3 para tratamento dos dados analíticos (Thermo Fisher Scientific, Karlsruhe, Alemanha). Para os recheios controle e de mercado foi usado sensor cone-placa (PP20 Ti), gap 1mm; para o recheio com organogel utilizou-se sensor cone-placa (35/1 Ti). Os ensaios foram conduzidos em três etapas, 28 °C: oscilatório (CR- tensão controlada) 1 Hz, 0,01 Pa, 60 s; rotacional (CS- taxa controlada) 50 1/s, 60 s; oscilatório (CR- tensão controlada) 1 Hz, 5 Pa, 180 s.

3.5. Propriedades físico-químicas para biscoitos e recheios

3.5.1. Determinação de Proteína

A determinação de proteínas seguiu o método Micro-Kjeldahl, proposto pelo método 036/IV, do Instituto Adolfo Lutz (2008) tanto para os biscoitos, quanto para os recheios.

3.5.2. Determinação de Lipídeos

A determinação de lipídeos para os biscoitos seguiu o método 032/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). Não foi conduzida análise para os recheios formulados com organogel.

3.5.3. Determinação de Carboidratos

A determinação de carboidratos para os biscoitos seguiu o proposto pela Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003). Assim, a determinação de carboidratos ocorreu por diferença, ou seja, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações de proteína, lipídeo, cinzas e umidade, conforme Equação 1.

$$\% \text{ Carboidrato} = 100\% - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Lipídeo} + \% \text{ Cinzas} + \% \text{ Umidade}) \quad (1)$$

3.5.4. Perda por dessecação – Umidade

A análise de umidade seguiu o método 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata, com 10 g da amostra em estufa a 105 °C por 3h, com pesagem até peso constante.

3.5.5. Resíduo por incineração – Cinzas

A análise de cinzas seguiu o método 018/IV, do Instituto Adolfo Lutz (2008), com 8 g incinerada em mufla a 550 °C. Retirou-se a amostra, colocou-as em dessecador até atingir-se temperatura ambiente. Com amostra à temperatura ambiente procedeu-se à pesagem.

3.5.6. Determinação de pH

As análises realizadas para determinação do pH seguiram o método 017/IV, do Instituto Adolfo Lutz (2008), com 10 g de amostra diluída em água destilada, obtendo-se o pH com pHmetro digital modelo R-TEC-7-MP (Tecnal[®], Brasil).

3.5.7. Atividade de água

Determinou-se a atividade de água (a_w) para os biscoitos e recheios com higrômetro eletrônico LabMaster Aw (NOVASINA, Suíça) a 25 °C. A massa de 1,5 g das amostras foi padronizada em cada placa de determinação.

3.5.8. Colorimetria

O biscoito e o recheio foram analisados em Espectrofotômetro ColorQuest[®] XE, HunterLab (Hunter Associates, Reston, VA, USA). O equipamento foi calibrado com um azulejo branco controle, próprio do aparelho. Os resultados estão de acordo com o sistema CIE L*A*B* (*International Commission on Illumination*), sendo L* a luminosidade. Valores positivos para a* indicam coloração vermelha e negativo coloração verde, valores positivos para b* coloração amarelo e negativo coloração azul.

3.6. Análise de Estabilidade

A análise de estabilidade dos biscoitos e recheios desenvolvidos foi realizada por análise de textura, atividade de água e cor. As análises de acompanhamento

tiveram início no primeiro dia de produção dos produtos, sendo realizadas sequencialmente a cada semana, por um total de 6 semanas, por ser um período adequado para verificação do crescimento de fungos para recheios elaborados sem conservantes, bem como devido ao período de pandemia que nos impediu de prolongar o estudo. Os produtos foram condicionados em uma câmara climática com temperatura de 20 °C e umidade relativa de 60 %.

3.7. Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata (n=3) sendo os resultados apresentados pela média e desvio padrão. As análises estatísticas foram realizadas com uso do Software Minitab version 17 (Minitab LLC, EUA) com análise de variância e teste *Tukey* com significância de 5 %.

3.8. Briefing do Biscoito com Farinha de Sorgo e do Recheio com organogel

O *Briefing* é uma ferramenta muito importante para que o pesquisador, ao desenvolver um produto, consiga estabelecer quais são os objetivos e informações gerais do seu projeto a ser desenvolvido, assim como fornecer quais são as características sensoriais do seu produto desenvolvido, ou caracterizar o produto desenvolvido.

Para o biscoito com farinha de sorgo, o escopo do produto foi em desenvolver um alimento sem glúten e com maior aporte nutricional do que os biscoitos existentes no mercado nacional. O público-alvo caracteriza-se principalmente por indivíduos que não podem consumir produto com glúten em sua composição (celíacos ou alérgicos), bem como indivíduos que procuram por uma alimentação mais saudável.

Espera-se que suas características sensoriais se apresentem em concordância com outros produtos já disponíveis para comercialização, ou seja, um produto com textura crocante, com sabor adocicado, com porção e tamanho semelhantes aos produtos análogos e com longa vida útil.

Para o desenvolvimento do recheio com organogel, além de elaborar um produto com redução de gordura saturada e *trans*, procurou-se desenvolver produto

com maior qualidade nutricional direcionado ao seu público-alvo quanto às suas características sensoriais, como sabor, odor, cor, consistência, brilho, com a peculiaridade de unir duas partes de biscoito sem espalhar, impondo um formato definido ao produto.

Assim, o produto foi pensado para ser industrializado e ofertado a todo o País e para o exterior. Com isso, a descrição das características sensoriais, como aparência, textura, odor e sabor também estão discutidas neste trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biscoitos

4.1.1. Análises Físico-químicas

As propriedades físico-químicas do biscoito elaborado com farinha de trigo (controle) e farinha de sorgo em proporções 50 % (50FS) e 100 % (100FS) são apresentadas na Tabela 8. Os biscoitos elaborados com farinha de sorgo 50 % apresentaram o menor valor de umidade ($3,15 \pm 0,11$ %), quando comparados com os demais biscoitos (Controle: $4,22 \pm 0,16$ % e 100FS: $4,20 \pm 0,24$ %), que obtiveram valores semelhantes. Embora o biscoito elaborado com 100 % de farinha de sorgo não tenha apresentado o menor valor de umidade, ainda assim, seu resultado se aproximou do biscoito controle, elaborado com farinha de trigo, o que o torna adequado para ser uma alternativa aos biscoitos já disponíveis no mercado.

De acordo com os resultados obtidos para a análise de umidade dos produtos, tanto o biscoito controle quanto o biscoito elaborado com 100 % de farinha de sorgo não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$). Embora não seja tão amplamente abordada na literatura, a organização macromolecular do amido durante a produção da massa também afeta os resultados físico-químicos do produto final. O produto elaborado com farinha de trigo (controle) obteve baixo valor de umidade, sendo que, um dos fatores que levaram a esse baixo teor foi a capacidade do glúten em reter água durante o processo de produção da massa. No caso do produto elaborado com 100 % de farinha de sorgo, o que pode ter ocasionado o baixo teor de umidade encontrado nos biscoitos foi a gelatinização do amido presente nessa farinha (100 g de farinha de sorgo apresenta 33 g de carboidrato e 4,1 g de proteína). Esses dois fatores também podem confirmar o fato de o biscoito elaborado com 50 % de farinhas de trigo / sorgo apresentou, entre os 3 diferentes produtos desenvolvidos, o menor teor de umidade (CAIRANO *et. al.*, 2018; MARTI; PAGANI, 2013; GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

No trabalho realizado por Okpala e Okoli (2011), podemos observar que os biscoitos elaborados com 100 % de farinha de sorgo obtiveram valores de umidade de 7,35 %, valor superior aos encontrados neste trabalho. O teor de umidade ideal de um biscoito é específico do produto e depende principalmente de sua espessura, pode

variar em torno de 2,50 % em produtos industrializados. Sua crocância é obtida por cozimento da massa para umidade especificada. A formulação 50FS obteve valor mais próximo ao da indústria ($3,16 \pm 0,11$ %).

Por conta da farinha de sorgo ser considerada um cereal integral, observou-se um aumento no teor de cinzas, resíduo mineral, (Controle = $0,73 \pm 0,05$ %; 50FS: $0,85 \pm 0,03$ %; 100FS: $0,97 \pm 0,05$ %), uma vez que os grãos integrais apresentam alto teor de vitaminas e minerais, apresentando diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras. Duda e Culetu (2015), avaliaram a composição química de biscoitos sem glúten feitos com outro grão integral observaram um aumento no teor de cinzas conforme ocorreu com o aumento da substituição (Controle = $1,59 \pm 0,01$; 30 % de substituição = $1,86 \pm 0,02$; 50 % de substituição = $2,05 \pm 0,02$; 70 % de substituição = $2,29 \pm 0,01$; 100 % de substituição = $2,58 \pm 0,01$).

Dayakar, Kulkarni e Kavitha (2018) avaliaram a composição química de biscoitos produzidos com 12 diferentes cultivares de sorgo, apresentando a influência do cultivar no teor nutricional de um alimento, sendo que apenas um tipo de cultivar de sorgo apresentou teor de proteína ($5,89 \pm 0,04$ %) próximo ao encontrado neste trabalho (Controle: $5,37 \pm 0,23$ %; 50FS: $5,64 \pm 0,49$ % e 100FS: $5,75 \pm 0,49$ %). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os resultados da análise de proteínas. Houve um aumento gradual do teor de proteína com o aumento do teor de farinha de sorgo. Isso se deve ao fato da farinha de sorgo apresentar maior teor proteico do que a farinha (de trigo, como pode ser comprovado pela composição nutricional das farinhas de trigo e de sorgo utilizadas neste trabalho apresentada no Apêndice I.

Tabela 8: Propriedades físico-químicas dos biscoitos formulados

	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	CHO	pH
Controle	$4,22 \pm 0,16^a$	$0,73 \pm 0,05^a$	$5,37 \pm 0,23^a$	$25,52 \pm 1,55^a$	$64,31 \pm 1,59^a$	$6,55 \pm 0,04^a$
50FS	$3,16 \pm 0,11^b$	$0,85 \pm 0,03^{ab}$	$5,64 \pm 0,49^a$	$25,78 \pm 1,05^a$	$64,81 \pm 1,14^a$	$6,31 \pm 0,04^b$
100FS	$4,20 \pm 0,24^a$	$0,97 \pm 0,05^b$	$5,75 \pm 0,49^a$	$24,64 \pm 1,08^a$	$64,43 \pm 1,18^a$	$6,59 \pm 0,02^a$

CHO = Carboidratos; 50FS = Biscoitos com 50% de substituição da farinha de trigo; 100FS = Biscoitos com 100% de substituição da farinha de trigo. Os resultados são expressos como média \pm desvio padrão. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

4.1.2. Análise de Estabilidade

Uma análise de estabilidade de 6 semanas dos biscoitos formulados foi realizada por análises de Textura, Atividade de água (a_w) e Cor, sendo os resultados apresentados na Tabela 9.

4.1.2.1. Textura (Dureza)

As propriedades texturais dos biscoitos foram avaliadas desde o primeiro dia de produção, como pode ser visto na Figura 3. Um gráfico com os resultados de dureza (N) durante a análise de estabilidade dos biscoitos controle, 50FS e 100FS são apresentados na Figura 4, a fim de disponibilizar uma melhor visualização de como tais biscoitos se comportaram durante sua análise de estabilidade.

De acordo com os dados obtidos para o dia de fabricação dos biscoitos, os valores de dureza do 50FS ($30,55 \pm 0,95$ N) e do 100 FS ($29,17 \pm 1,26$ N), não mostraram diferença significativa ($p > 0,05$); entretanto, o biscoito controle ($20,48 \pm 1,28$ N) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais produtos, o que é um resultado esperado por se tratarem de produtos com farinhas diferentes.

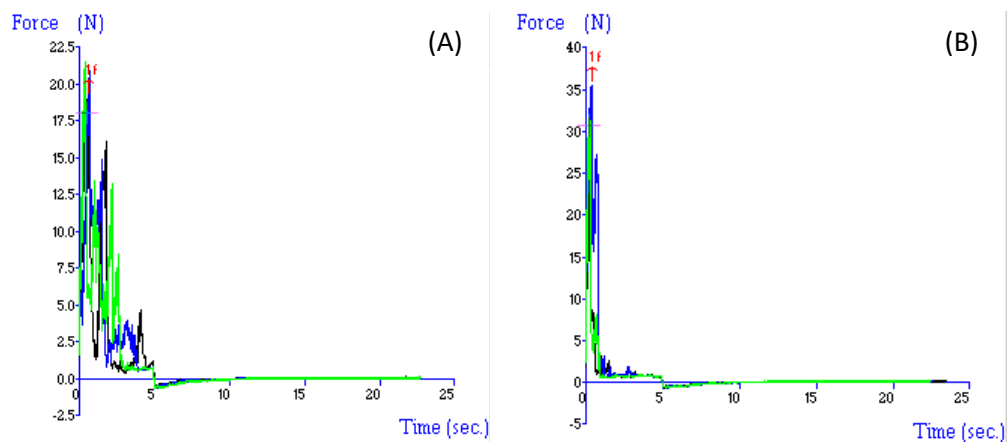
Em um trabalho realizado por Kaur *et al.* (2019) os biscoitos foram elaborados com um *blend* em diferentes proporções de farinha de trigo e farinha de linhaça sendo realizada análise de textura. Os resultados da análise de textura de seus produtos também foram próximos ($12,38 \pm 0,13$ N; $13,55 \pm 0,15$ N; $12,56 \pm 0,15$ N; $13,41 \pm 0,17$ N; $12,01 \pm 0,10$ N), sendo que os produtos elaborados com a mistura de farinhas obtiveram valores de dureza superiores aos biscoitos elaborados com farinha de trigo.

De acordo com a análise de estabilidade dos biscoitos (Tabela 9), todas as amostras obtiveram uma diminuição no valor de dureza com o passar dos dias. Na 6ª semana de análise, o biscoito controle não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) tanto para o biscoito 50FS quanto para o 100FS. Porém, ao comparar os dois últimos, estes apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), o que é considerado um resultado inesperado, uma vez que os produtos utilizavam o mesmo tipo de farinha, mas apenas em quantidades diferentes.

Tabela 9: Análises de Textura, Atividade de água e Cor realizadas durante análise de estabilidade dos biscoitos. 50FS = Biscoitos elaborados com 50 % de substituição da farinha de trigo; 100FS = Biscoitos elaborados com 100 % de substituição de farinha de trigo

Semana (S)	Amostra	Dureza (N)	Atividade de Água (a_w)	Análise		
				L*	Cor a*	b*
S1	Controle	20,48±1,28 ^b	0,451±0,00 ^a	69,69±1,09 ^a	1,69±0,39 ^e	33,91±0,58 ^f
	50FS	30,55±0,95 ^a	0,327±0,01 ^b	51,18±0,93 ^b	12,96±0,41 ^d	31,45±0,38 ^g
	100FS	29,17±1,26 ^a	0,391±0,00 ^c	47,98±0,32 ^c	13,30±0,23 ^d	27,55±0,25 ^h
S2	Controle	21,16±2,04 ^b	0,424±0,00 ^a	72,10±0,10 ^a	1,78±0,08 ^e	34,68±0,51 ^f
	50FS	26,81±0,87 ^a	0,329±0,01 ^b	50,70±0,29 ^b	13,55±0,81 ^d	32,14±0,94 ^g
	100FS	24,77±0,40 ^a	0,340±0,00 ^b	48,30±0,04 ^c	13,76±0,24 ^d	29,74±0,51 ^h
S3	Controle	20,19±1,23 ^a	0,458±0,00 ^a	73,24±0,56 ^a	1,61±0,35 ^e	35,02±0,29 ^f
	50FS	24,03±2,98 ^a	0,381±0,00 ^b	50,12±0,22 ^b	13,56±0,49 ^d	32,29±0,08 ^g
	100FS	20,10±1,53 ^a	0,420±0,00 ^c	49,12±0,03 ^c	13,68±0,04 ^d	29,43±0,20 ^h
S4	Controle	20,81±0,84 ^a	0,462±0,02 ^a	73,24±0,56 ^a	1,61±0,35 ^e	35,02±0,29 ^f
	50FS	20,34±1,93 ^a	0,408±0,00 ^b	51,47±0,37 ^b	13,68±0,28 ^d	32,63±0,07 ^g
	100FS	18,91±0,93 ^a	0,425±0,00 ^b	49,29±0,77 ^c	13,62±0,23 ^d	29,28±0,61 ^h
S5	Controle	19,63±0,79 ^a	0,455±0,00 ^a	73,04±0,50 ^a	1,64±0,04 ^e	34,76±0,55 ^f
	50FS	19,59±1,62 ^a	0,390±0,00 ^a	51,34±0,84 ^b	13,44±0,44 ^d	32,72±0,07 ^g
	100FS	10,33±0,75 ^b	0,467±0,00 ^b	48,33±0,35 ^c	14,11±0,24 ^d	30,62±0,22 ^h
S6	Controle	16,09±1,28 ^{ab}	0,452±0,00 ^a	72,84±1,13 ^a	1,78±0,08 ^e	35,17±0,34 ^f
	50FS	19,63±5,68 ^a	0,389±0,00 ^b	50,27±1,40 ^b	14,22±0,35 ^d	33,37±0,18 ^g
	100FS	10,09±0,65 ^b	0,437±0,00 ^c	49,02±0,87 ^b	13,97±0,23 ^d	30,13±0,34 ^h

Os resultados são expressos como média \pm desvio padrão. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna para cada semana são significativamente diferentes ($p < 0,05$).



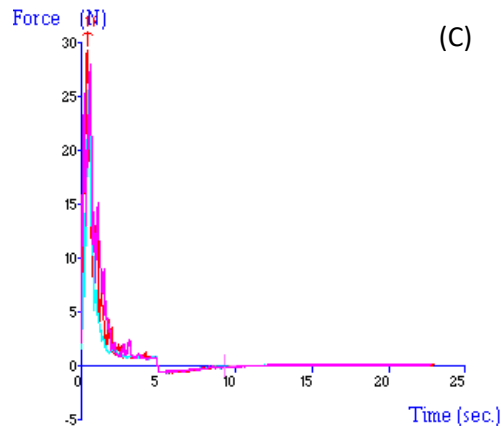


Figura 3: Gráficos de textura para biscoitos do dia 1 com diferentes concentrações de farinha de sorgo. (A) Biscoito elaborado com 100 % de farinha de trigo e 0% de farinha de sorgo; (B) Biscoito elaborado com 50 % de farinha de trigo e 50 % de farinha de sorgo; (C) Biscoito elaborado com 0 % de farinha de trigo e 100 % de farinha de sorgo.

Embora o biscoito controle não seja o que apresentou maior valor de dureza ao final da análise de estabilidade ($16,09 \pm 1,28$ N), apresentou a menor redução de dureza, seguido de 50FS ($19,63 \pm 5,68$ N). O biscoito 100FS apresentou maior redução de dureza ao final da avaliação de sua estabilidade, com menor valor ($10,09 \pm 0,65$ N) dentre as três formulações estudadas.

Os valores de dureza obtidos do biscoito 50FS, que apesar de mostrar uma diminuição nos valores, ao final do período de avaliação, foi o que apresentou os valores mais altos de dureza (Controle: $16,09 \pm 1,28$ N; 50FS: $19,63 \pm 5,68$ N e 100FS: $10,09 \pm 0,65$ N) nas amostras analisadas. Os valores foram considerados satisfatórios devido estarem alto ainda no final da avaliação da análise de estabilidade.

A diminuição da dureza dos biscoitos é um parâmetro físico relativamente normal para análise de textura, quando aplicado à análise de estabilidade. O biscoito 100FS apresentou os maiores valores de dureza e maior declínio ao longo das semanas. Um fator importante para tal ocorrência é não conter glúten em sua composição, sendo este componente fundamental para que os biscoitos apresentem sua característica crocante usual.

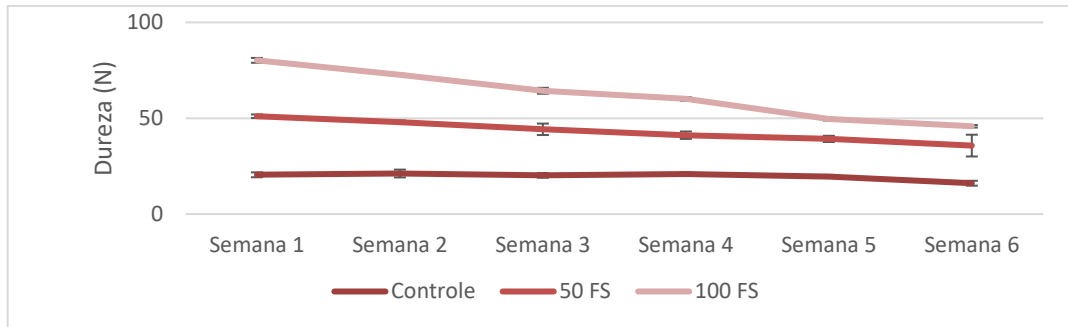


Figura 4: Gráfico de dureza (N) dos biscoitos controle e com farinha de sorgo durante a avaliação de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições. Controle = Biscoito com farinha de trigo 50FS = Biscoitos com 50 % de substituição da farinha de trigo; 100FS = Biscoitos com 100 % de farinha de sorgo

O glúten, presente na farinha de trigo, é o principal determinante para a qualidade dos produtos de panificação, pois permite uma massa com propriedades adequadas à panificação, como a capacidade de absorver água e conferir coesão e viscoelasticidade à massa (GOESAERT *et. al.*, 2005; WANG; ZHENGYU; XUEMING, 2015).

Embora o glúten seja um componente estrutural muito importante para a produção de pão, no preparo da massa de biscoito sua presença não é de extrema importância, sendo que o desenvolvimento da rede do glúten deve ser mínimo ou mesmo indesejável, dependendo do tipo de biscoito a ser elaborado, uma vez que esta rede de glúten deve ser pouco desenvolvida para que o produto obtenha apenas uma característica de massa coesa mas pouco elástica. No caso dos biscoitos sem glúten, o amido é o componente determinante da massa, uma vez que sua estrutura macromolecular após a gelatinização proporciona uma textura semelhante às encontradas em produtos sem glúten. Sendo assim, em biscoitos sem glúten, a textura do produto final é atribuída principalmente à gelatinização do amido e não à estrutura da proteína do glúten (CAIRANO *et. al.*, 2018; MARTI; PAGANI, 2013; GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Em trabalho realizado por Vasanthakumari e Jaganmohan (2018) foram elaborados biscoitos de várias leguminosas e multicereais e foi realizada análise de textura dos biscoitos elaborados. Após 3 semanas da fabricação do produto, obteve-se uma diminuição na força de ruptura (dureza) dos biscoitos elaborados com a mistura de farinhas (Semana 01: $1,57 \pm 0,15$ N e Semana 03: $0,86 \pm 0,02$ N), sendo

considerados mais macios do que os biscoitos elaborados com a farinha de trigo (Semana 01: $1,41 \pm 0,10$ N e Semana 03: $0,97 \pm 0,05$ N).

4.1.2.2. Atividade de Água

Além da análise de textura, a atividade de água dos biscoitos elaborados também foi realizada por 6 semanas durante a avaliação da análise de estabilidade, os resultados são apresentados na Tabela 9 e na Figura 5.

No primeiro dia de produção dos biscoitos, de acordo com o teste de *Tukey*, todas as amostras foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). Como pode ser visto na Tabela 9 e na Figura 5, a amostra controle obteve maiores valores de atividade de água ($0,451 \pm 0,00$) do que os biscoitos 50FS ($0,327 \pm 0,01$) e 100 FS ($0,391 \pm 0,00$).

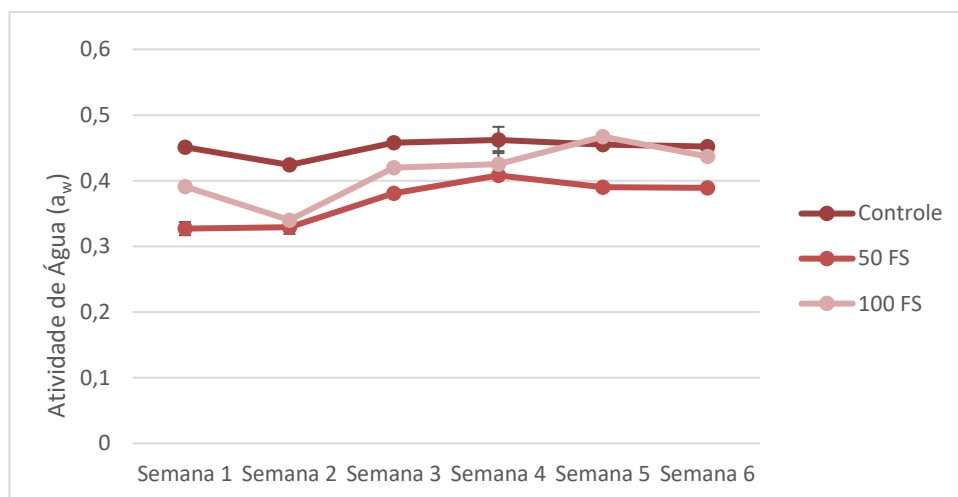


Figura 5: Atividade de água dos biscoitos durante a análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições. Controle= Biscoito com farinha de trigo; 50FS = Biscoitos com 50 % de substituição de farinha de trigo; 100FS = Biscoitos com 100 % de substituição de farinha de trigo.

Conforme os resultados da Tabela 9, apesar de apresentar maior valor de atividade de água, o biscoito controle manteve-se com os valores mais constantes ao longo da sua análise de estabilidade. O biscoito 100FS teve um aumento no teor de atividade de água, quando comparada a semana 01 ($0,391 \pm 0,00$) com a última semana ($0,437 \pm 0,00$). O biscoito 50FS apesar de obter um aumento no final da análise de estabilidade (Semana 01: $0,327 \pm 0,01$ e Semana 06: $0,389 \pm 0,00$) ainda assim obteve um bom valor de atividade de água. Todos os produtos formulados estão

no grupo de alimentos com baixa atividade de água ($a_w \leq 0,60$), podendo ter vida útil longa de prateleira.

Com os resultados obtidos para a atividade de água, observa-se um aumento que está relacionado à diminuição da resistência à quebra de todas as amostras durante a análise de textura, ou seja, uma diminuição da dureza dos biscoitos. A mesma tendência também pode ser observada no trabalho de Tavares et al. (2016), onde elaboraram biscoitos doces sem glúten à base de arroz (farelo de arroz e arroz quebrado) e soja (okara), obtendo diminuição no valor da textura (dureza) dos biscoitos doces com o aumento da atividade de água.

4.1.2.3. Cor

O parâmetro de cor de um produto é um dos principais atributos que devem ser considerados em uma análise física, principalmente durante a vida útil dos alimentos. Uma mudança no parâmetro de cor em um mesmo tipo de produto pode não ser bem aceita pelos consumidores, pois pode indicar um erro na produção desse alimento ou mesmo a presença de microrganismos patogênicos.

De acordo com o sistema CIELab (1976), a coordenada L^* representa a luminosidade das amostras, a coordenada a^* indica informação de cor para vermelho (se o valor for positivo) e verde (se o valor for negativo), enquanto a coordenada b^* indica a coloração amarela (quando os resultados estão com valores positivos) e azul (resultados com valores negativos) (RIOS; LANNES, 2014).

Com isso, uma análise de cor, em conjunto com outros testes físico-químicos do produto durante o prazo de validade, permite ao fabricante indicar se a mudança de cor do produto ocorreu de maneira adequada ou se há algum erro ou presença de algum microrganismo indesejável em seu produto. Os resultados para L^* (Luminosidade), a^* e b^* durante a análise de estabilidade de todas as amostras são apresentados na Tabela 9 e expressos nas Figuras 6 – 8.

De acordo com os dados obtidos, os valores para os três biscoitos desenvolvidos (controle, 50FS e 100FS) foram significativamente diferentes ($p < 0,05$), podendo ser devido aos diferentes tipos (sorgo e farinha de trigo) e teores (50 % e 100 % de farinha de sorgo) de farinhas utilizadas.

Analisando o comportamento de cada tipo de biscoito durante as semanas de avaliação, o biscoito elaborado controle apresentou diferença significativa ($p < 0,05$)

apenas no primeiro dia de produção (semana 1), o que pode ser observado a partir dos dados obtidos na Tabela 9, com valor de luminosidade menor do que nas outras semanas. Os biscoitos 50FS e 100FS não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre seus valores durante o período de avaliação.

As coordenadas a^* e b^* dos biscoitos elaborados com farinha de trigo são mostradas na Tabela 9 e na Figura 6. Como pode ser observado, esses biscoitos apresentam uma cor amarela e avermelhada, já que as coordenadas a^* e b^* apresentaram valores positivos. Este é um resultado já esperado, uma vez que a utilização de farinha de trigo na produção desses biscoitos torna o produto amarelado e a caramelização do açúcar durante o cozimento dos biscoitos faz com que apresentem esse padrão b^* com valor positivo.

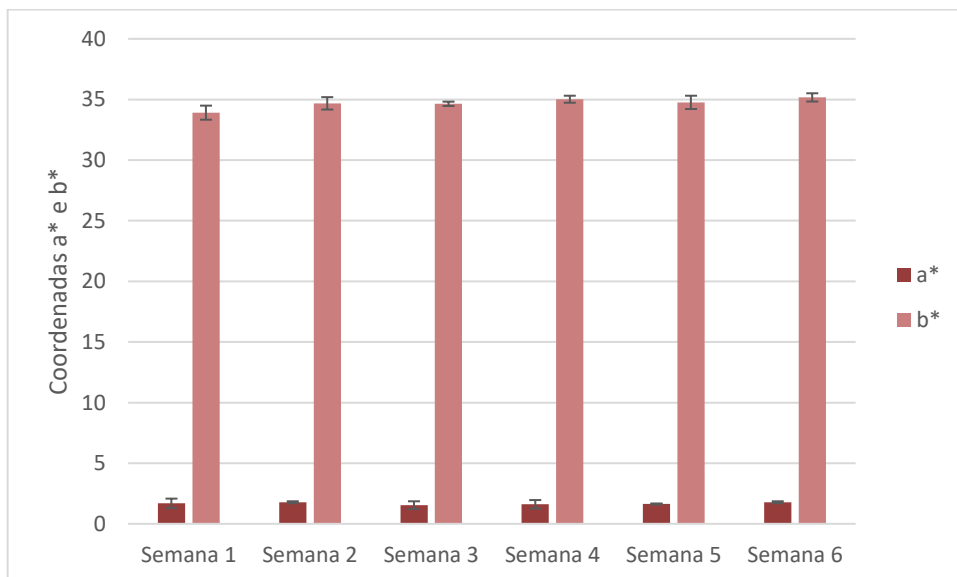


Figura 6: Gráfico com os valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com farinha de trigo (controle) durante a análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

As coordenadas a^* e b^* dos biscoitos elaborados com 50 % de farinha de sorgo são mostradas na Figura 7 e para os biscoitos elaborados com 100 % de farinha de sorgo são exibidos na Figura 8, e os valores aparecem na Tabela 9. Embora os biscoitos 50FS e 100FS ainda obtenham uma coloração mais predominantemente amarela, nota-se que o valor de a^* aumentou em relação aos biscoitos elaborados com farinha de trigo. Essa condição ocorre porque a farinha de sorgo utilizada no preparo desses biscoitos tem uma cor avermelhada. As diferenças nas cores de cada

biscoito podem ser visualizadas na Figura 9, onde são apresentadas as imagens de cada biscoito após assamento.

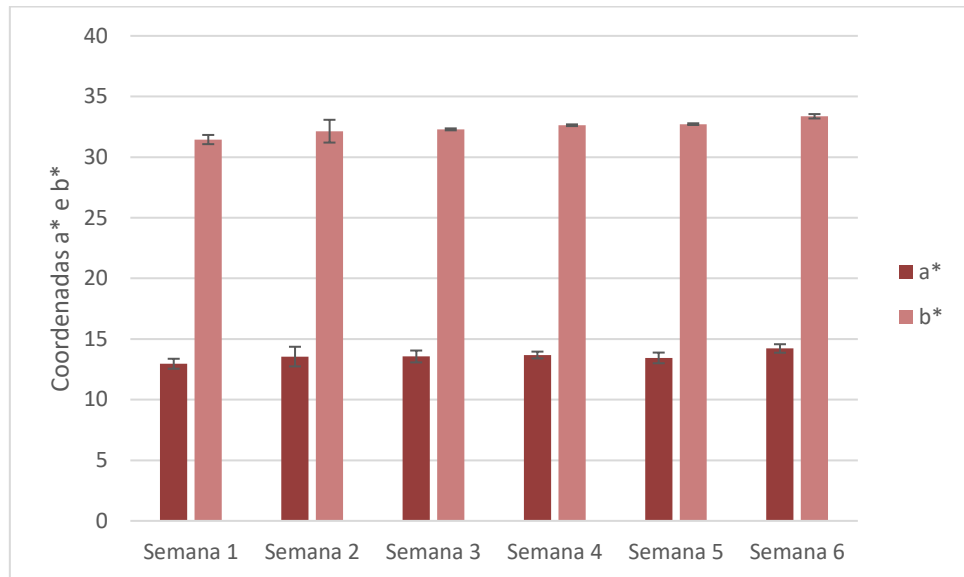


Figura 7: Valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com 50% de farinha de sorgo (50FS) durante a análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95% para as medições.

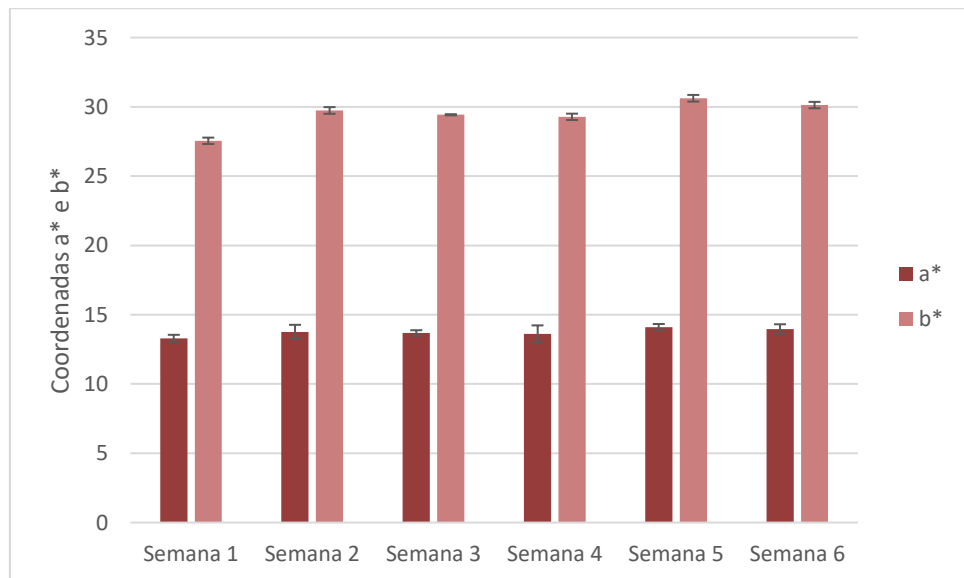


Figura 8: Valores das coordenadas a^* e b^* para biscoitos elaborados com 100% de farinha de sorgo (100FS) durante a análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95% para as medições.

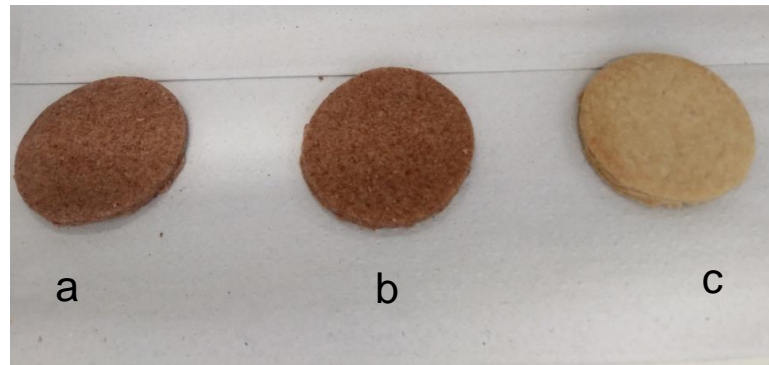


Figura 9: Biscoitos elaborados com 100 % de farinha de sorgo 100FS (a), 50 % de farinha de sorgo 50FS (b) e 100 % de farinha de trigo - controle (c).

Um teste de análise sensorial para biscoitos elaborados com diferentes tipos de cultivares de farinha de sorgo foi desenvolvido por Dayakar, Dhanashri e Kavitha (2018) no qual analisaram qual era a aceitação do consumidor em relação a esses biscoitos. Os resultados encontrados mostraram boa aceitação pelos consumidores ($6,85 \pm 0,04$ a $8,50 \pm 0,03$) quanto à cor dos biscoitos, concluindo que os valores da análise de cor para biscoitos de farinha de sorgo são tão bem aceitos quanto os da farinha de trigo, não sendo, portanto, um fator impeditivo para a produção destes biscoitos sem glúten.

4.2. Recheios

4.2.1. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas dos recheios elaborados com gordura vegetal (controle) e com o organogel são apresentados na Tabela 10. À partir dos resultados obtidos pelas análises físico-químicas elaborou-se uma tabela nutricional dos biscoitos recheados (recheio de organogel e base com 50 % de farinha de sorgo – 50FS) apresentada no Apêndice III.

Tabela 10: Propriedades físico-químicas dos recheios controle e de organogel

Recheios	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	CHO	pH
Controle	$1,28 \pm 0,05^a$	$1,20 \pm 0,02^a$	$1,63 \pm 0,05^a$	$34,21 \pm 0,14$	$64,31 \pm 1,59^a$	$6,51 \pm 0,02^a$
Organogel	$13,55 \pm 0,41^b$	$0,62 \pm 0,01^b$	$2,66 \pm 0,15^a$	12,09 %	71,08 %	$6,44 \pm 0,02^b$

CHO = Carboidratos. Os resultados são expressos como média \pm desvio padrão. Os valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Uma vez que a formulação controle, elaborada com a gordura vegetal, não leva água em sua formulação, os resultados para umidade apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação à formulação elaborado com o organogel.

Em relação ao recheio com formação de organogel, o mesmo apresentou resultados elevados para os valores de umidade, sendo esperado devido à quantidade de água da formulação. Michelim e Lannes (2006) desenvolveram três tipos de recheios com frutas (morango, maracujá e laranja) e seus resultados também obtiveram altos valores de umidade (10,75 %, 12,35 % e 10,2 %, respectivamente). Recheios que levam frutas *in natura* em sua composição também apresentam alto valor de umidade em seus resultados, uma vez que as frutas apresentam muita água livre em sua composição. Esses e outros fatores fazem com que a análise de estabilidade de um produto seja tão importante para a melhor conservação do produto.

Os valores de proteína para os dois recheios elaborados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que o recheio elaborado com organogel apresentou maior valor ($2,66 \pm 0,15$ %) em comparação ao recheio controle ($1,63 \pm 0,05$ %). O colágeno é uma proteína e seu uso em formulações consequentemente levaria à um aumento no teor proteico dos alimentos.

Foi analisado o teor proteico do recheio de um biscoito recheado adquirido no mercado local, com ingredientes da formulação próximos aos da formulação controle, com resultado de $1,0 \pm 0,00$ %, próximo ao valor do recheio controle ($1,63 \pm 0,05$ %). Assim sendo, o produto elaborado com organogel demonstra ser um produto com maior aporte nutricional, pois apresenta maior concentração de proteína e zero de gorduras saturadas e *trans*, visto que não utiliza a gordura vegetal em sua composição.

Em trabalho realizado por Gonçalves e Lannes (2011) com elaboração de *fondue* de chocolate, os resultados para as formulações que utilizaram o colágeno para a substituição parcial de gordura (manteiga de cacau) também obtiveram valores de proteína maiores do que os outros recheios que não levaram o colágeno em sua composição (Amostra E – $13,55 \pm 0,10$ % e Amostra F – $13,55 \pm 0,10$ %).

O teor lipídico do recheio formulado com organogel foi determinado por cálculo a partir do teor lipídico de cada ingrediente, totalizando 12,09 %, apresentando então uma diminuição aproximada de 65 % do valor lipídico do recheio controle ($34,21 \pm 0,14$ %), apresentando-se como um produto saudável, sem gorduras saturadas e

trans. O produto de mercado avaliado, também elaborado com gordura vegetal, apresentou teor lipídico ($26,55 \pm 1,67$ %) menor do que o recheio controle.

Observou-se uma diminuição do pH no recheio elaborado com organogel em relação ao recheio controle, sendo que, de acordo com a especificação do fabricante, o colágeno hidrolisado Peptiplus® SB apresenta pH médio de 6,67 %, especificado para produtos com faixa de pH de 3,8 – 7,6; com isso, os valores de pH do recheio formulado com organogel ($6,44 \pm 0,02$) apresentou-se adequado ao tipo de produto e com valor mais ácido do que o recheio controle ($6,51 \pm 0,02$).

4.2.2. Análise de Estabilidade

A análise de estabilidade dos recheios controle e formulados com organogel foi realizada em um período de 6 e 11 semanas, respectivamente, com os de testes de Análise de Perfil de Textura (TPA), Atividade de água (a_w) e Cor e os seus resultados são apresentados na Tabela 11.

4.2.2.1. Textura

No teste de textura para os recheios, não só a dureza, mas outros parâmetros se tornam relevantes para identificar se o produto irá apresentar características semelhantes aos produtos que já são produzidos usualmente. Na Figura 10 são apresentados os resultados de análise de textura dos recheios controle e com organogel realizada em seus dias de produção.

A análise de perfil de textura é um método frequentemente utilizado em análises físicas, onde utiliza-se um teste de compressão uniaxial de dois ciclos, onde irá reproduzir como se o produto estivesse sendo mastigado na boca. Tal análise pode caracterizar parâmetros como dureza, adesividade, coesão, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade, conforme pode ser visto pelos resultados dispostos na Tabela 11.

A análise de estabilidade dos recheios com organogel ocorreu em um período menor do que para o recheio controle (11 semanas), pois após o período de 6 semanas este recheio apresentou alguns focos de bolor, indicando a presença de microrganismos.

Os resultados são expressos como média \pm desvio padrão, respeitando as seguintes comparações: Para os parâmetros de Textura foi feita comparação entre as amostras controle de cada semana (letra maiúscula), e entre amostras controle e organogel para cada semana (letra minúscula). Para cor e atividade de água foi feita comparação entre as amostras controle e organogel em cada semana (letra minúscula). Os valores seguidos por letras iguais na mesma coluna determinam que não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$).

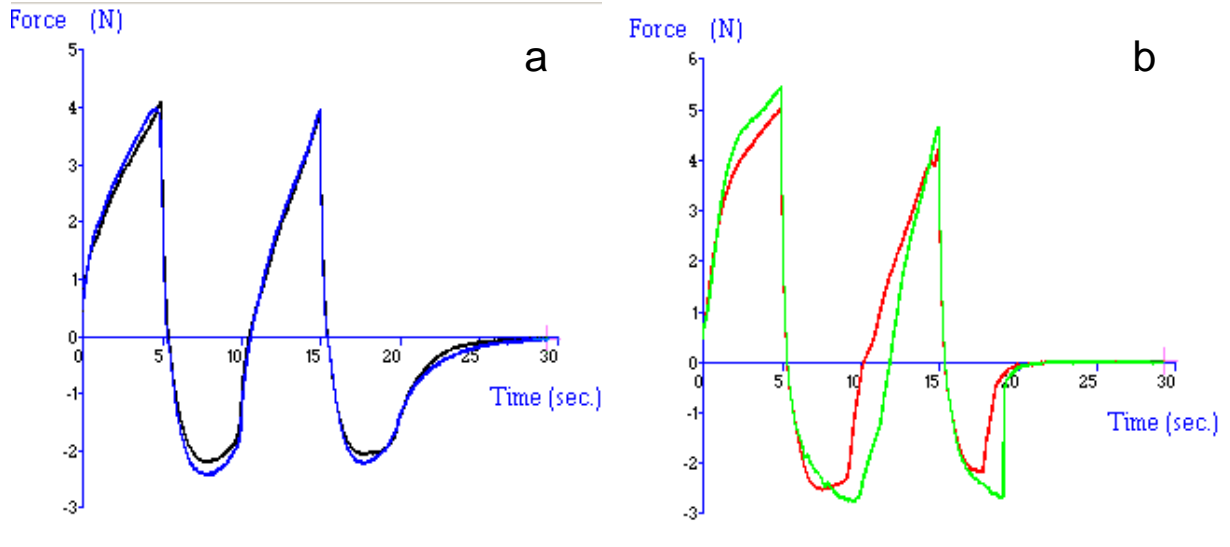


Figura 10: Gráficos de textura para recheio elaborado com organogel (a) e recheio controle (b) em seus dias de produção.

Dureza

Um recheio de biscoito desejável deve ser firme o suficiente para manter sua forma nos biscoitos também durante o seu momento de consumo. Os resultados de dureza dos recheios controle e com organogel são apresentados na Tabela 11. Os recheios formulados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) durante a análise de estabilidade. Os recheios formulados com organogel foram os que apresentaram maiores valores de dureza durante a avaliação (Semana 5: $25,08 \pm 4,03$ N; Semana 6: $26,64 \pm 1,13$ N). Os recheios elaborados com gordura vegetal (controle) também tiveram aumento dos valores de dureza na análise de estabilidade (Semana 5: $15,83 \pm 1,11$ N; Semana 6: $16,04 \pm 2,23$ N).

Em um estudo elaborado por Hadnadev *et al.* (2014) foram elaborados recheios de confeitaria com substituição de gordura por organogel preparado com dois tipos diferentes de maltodextrina. Avaliou-se o efeito da redução da gordura nas propriedades texturais dos recheios. Os resultados mostraram que quanto maior foi a substituição de gordura dos recheios pelo organogel formado, maior valor de dureza os recheios apresentaram.

Palla, Wasinger e Carrín (2020) elaboraram recheios de biscoitos com organogel de monoglicerídeo (monoestearina e óleo de girassol alto oleico) como substituto de gordura na formulação de recheios para biscoitos. A partir disso, também foram realizadas análises de textura destes recheios após 72 h de armazenamento, obtendo-se parâmetros de dureza. Comparando-se os resultados (amostra FC-22 -

3,48 ± 0,73 N) com os resultados obtidos para o recheio com organogel, na Semana 1 (4,04 ± 0,07) é possível estabelecer que os recheios foram condizentes.

Na formulação de um recheio a gordura vegetal tem um papel fundamental no revestimento das partículas superficiais do açúcar para que estas não entrem em atrito e não apresentem um recheio com uma característica mais granulosa (aspecto cristalizado). A formação do organogel com o colágeno e emulsão como agentes estruturantes apresentou interação com as partículas de açúcar, possivelmente impondo ao produto textura mais granulosa do que o recheio controle, pois não houve a gordura para promover a encapsulação do açúcar. O aumento no valor de dureza desse recheio apresentou-se condizente com os resultados apresentados para a atividade de água (HADNADEV *et al.*, 2014).

Conforme os resultados apresentados, para a semana 1 de análise de estabilidade, os valores para dureza dos recheios controle e com organogel foram os únicos que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) dentre todos os parâmetros de textura analisados. De acordo com os resultados apresentados, os recheios com organogel apresentou menor valor de dureza (4,04 ± 0,07 N) para o dia de produção (semana 1) que o controle (5,24 ± 0,31 N). Ao alterar um dos ingredientes na formulação de um produto, é possível que algumas de suas características apresentem diferenças em relação ao produto controle. Cabe ao agente estruturante utilizado na formação do organogel permitir que o produto formulado apresente uma característica semelhante aos produtos elaborados com gordura vegetal, e apresente os parâmetros texturais adequados ao tipo de produto formulado (GUPTA, 2017).

O uso do colágeno na formulação do recheio teve a finalidade de produzir um organogel (colágeno + óleo vegetal + água) com o objetivo de estabilizar tanto o óleo quanto a água da formulação, fazendo com que estes dois ingredientes não se desestruturassem e passassem para a superfície do produto durante o seu período de análise de estabilidade. Tal objetivo foi alcançado, uma vez que durante todo o período de estabilidade do recheio de organogel não houvesse desestruturação do mesmo ou migração da água e/ou do óleo para a superfície do produto, o que poderia alterar seus parâmetros de textura.

Adesividade

O parâmetro de adesividade ocorre quando o texturômetro separa o produto preso em sua placa de compressão. Tal procedimento é comparado ao “grudar” do produto nos palatos e dentes quando ingerido (LIU; CAO; LIU, 2019; SAÑUDO-BARAJAS, 2019).

Os resultados de adesividade dos recheios controle e com organogel durante todo o seu período de análise de estabilidade são apresentados na Tabela 11. Apenas as semanas 3 e 4 apresentaram valores para este parâmetro com diferença significativa ($p < 0,05$), o que indica que o recheio formulado com organogel apresentou semelhanças para a adesividade com o recheio controle. Segundo os ensaios realizados, os resultados de adesividade do recheio com organogel, apesar de obter elevação do valor na semana 4 ($29,91 \pm 3,17$ N), obteve resultados semelhantes aos encontrados no recheio controle, já que se iniciou com um baixo valor (Semana 1 – Controle: $10,90 \pm 2,60$ N; Organogel: $9,03 \pm 0,75$ N), seguido de um aumento (Semana 3 – Controle: $12,35 \pm 5,07$ N; Organogel: $22,07 \pm 0,43$) e por fim uma diminuição no valor deste parâmetro (Semana 6 - Controle: $9,65 \pm 0,17$ N; Organogel: $5,80 \pm 2,04$).

A adesividade do recheio controle apresentou diminuição constante com os dias da avaliação. O mesmo ocorreu com o recheio com o organogel que apresentou ao final da avaliação, valor de adesividade menor do que o recheio controle (Controle: $9,65 \pm 0,17$ N; Organogel: $5,80 \pm 2,04$) pois o organogel apresentou característica de “gel forte”, que possibilitou o aumento da dureza do produto e, conseqüentemente, a diminuição de sua adesividade. Além disso, o recheio formulado com organogel apresenta alto teor de açúcar em sua composição, levando a uma cristalização da superfície do recheio, caracterizando também o produto como menos adesivo do que o recheio controle.

Em um estudo conduzido por Tanti, Barbut e Marangoni (2016), foram elaborados organogeis estruturados com hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e metilcelulose (MC) para serem aplicados em substituição parcial e total de gordura vegetal em recheios para biscoitos. Ao fazer uma análise de perfil de textura dos recheios, encontrou-se que 50 % e 75 % de substituição de gordura vegetal por estes organogeis apresentaram menor valor de adesividade que o recheio controle (Controle: $5,89 \pm 0,30$; 50 % de substituição com HPMC: $1,38 \pm 0,08$; 50 % de

substituição com MC: $2,04 \pm 0,12$; 75 % de substituição com HPMC: $0,96 \pm 0,06$; 75 % de substituição com MC: $0,82 \pm 0,06$).

Para o recheio com organogel, as semanas 3 e 4 apresentaram valor maior de adesividade em relação ao recheio controle (Semana 3 – Controle: $12,96 \pm 0,07$ N; Organogel: $22,97 \pm 0,43$ e Semana 4 – Controle: $10,20 \pm 2,45$ N; Organogel: $29,91 \pm 3,17$ N). As outras semanas de análise para este parâmetro encontram-se em coerência ao encontrado no trabalho citado.

Coesividade e Gomosidade

A coesividade é um importante atributo para análise de textura, pois a partir desta propriedade é possível identificar o quanto de energia será necessária para a mastigação de tal alimento. Em recheios, tal parâmetro deve ser baixo, pois espera-se que o produto seja macio e de fácil mastigação, ou seja, que não necessite de muita energia para que o produto seja finalmente engolido. Em um alimento semi-sólido utiliza-se o parâmetro de gomosidade como a forma de identificar a energia que é necessária para desintegrar tal alimento; este parâmetro é o equivalente a mastigabilidade, utilizado para produtos sólidos. Os parâmetros de gomosidade e mastigabilidade nunca devem ser utilizados para um mesmo tipo de produto (BOURNE; SZCZESNIAK, 2003).

Os resultados para os parâmetros de Coesividade e Gomosidade dos recheios controle e de organogel durante análise de estabilidade estão na Tabela 11.

Os dois recheios formulados obtiveram baixos resultados para coesividade, indicando que ambos não são alimentos difíceis de serem mastigados. Apenas para a semana 3 da avaliação de sua estabilidade foram apresentados resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$) para os recheios controle e com organogel, sendo que os maiores valores foram encontrados na semana 1 (Controle: $0,51 \pm 0,12$; Organogel: $0,69 \pm 0,00$), que foi quando os recheios foram elaborados.

Em um trabalho conduzido por Gonçalves e Lannes (2011) foram elaborados *fondue* de chocolate, sendo duas amostras elaboradas com substituição da manteiga de cacau por um organogel também elaborado com colágeno hidrolisado, formado no momento da formulação na fase gordurosa. Foram conduzidas análise de textura destes produtos durante sua análise de estabilidade e os resultados indicaram que os

maiores valores encontrados para a coesividade destes produtos foram àqueles elaborados com o organogel, uma vez que o agente estruturante utilizado interagiu com a água, resultando assim em um maior valor de coesividade.

Os resultados para coesão apresentados neste trabalho mostraram valores de coesividade para os recheios de organogel menores do que os recheios controle, diferente do trabalho citado. Porém, tais resultados não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) e, assim sendo, considera-se que o recheio elaborado com organogel não apresentou nenhuma alteração ou desestruturação durante todo o período de estabilidade dos recheios.

Conforme análise estatística realizada para a gomosidade, os resultados não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), ou seja, o recheio formulado com organogel apresentou mesmo parâmetro de gomosidade que o recheio controle elaborados com gordura vegetal. Isso permite concluir que o recheio com organogel necessita de uma energia igual ao recheio controle para ser desintegrado na boca. Os valores foram aumentando a cada semana de avaliação, sendo que a gomosidade apresenta uma relação direta com a dureza.

Os resultados de gomosidade para o recheio controle não apresentaram diferença ($p > 0,05$) durante as 11 semanas de avaliação de estabilidade.

Com os resultados apresentados na Análise de Perfil de Textura dos recheios controle e com organogel foi possível concluir que a nova formulação de recheio apresentou aspectos de textura condizentes aos existentes no mercado, podendo então ser um produto indicado para a produção de biscoitos recheados como um novo recurso mais saudável e que respeite as diretrizes quanto à elaboração de produtos com menor concentração de gorduras saturadas e *trans*.

4.2.2.2. Atividade de Água

A análise de atividade de água é considerada um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos, uma vez que identifica-se a água disponível para o crescimento de microrganismos e suas reações que podem alterar os alimentos, possibilitando a previsão de estabilidade do produto (CELESTINO, 2010). Os valores para atividade de água dos recheios controle e formulado com organogel para as 6 semanas de avaliação de estabilidade são encontradas na Tabela 11 e na Figura 11.

Os resultados para análise estatística de atividade de água dos recheios controle e de organogel apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Realizando uma comparação entre os recheios formulados, observa-se que a nova formulação com organogel apresentou valores maiores para atividade de água, sendo que contém água em sua composição.

Na Figura 12, é possível identificar que as amostras formuladas com organogel apresentaram-se estáveis durante o período de avaliação da estabilidade, sem diferença significativa dos valores encontrados ($p > 0,05$). Ocorreu maior aumento nos valores da formulação controle, apresentando diferença significativa dos resultados ($p < 0,05$) (Figura 13).

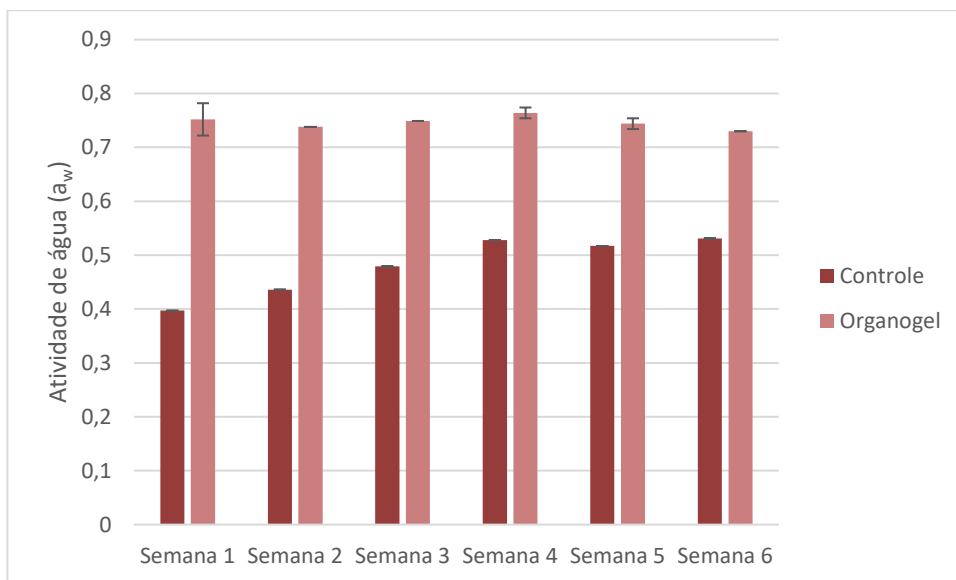


Figura 11: Gráfico para Atividade de Água (a_w) para recheios controle e com organogel durante período de 6 semanas de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

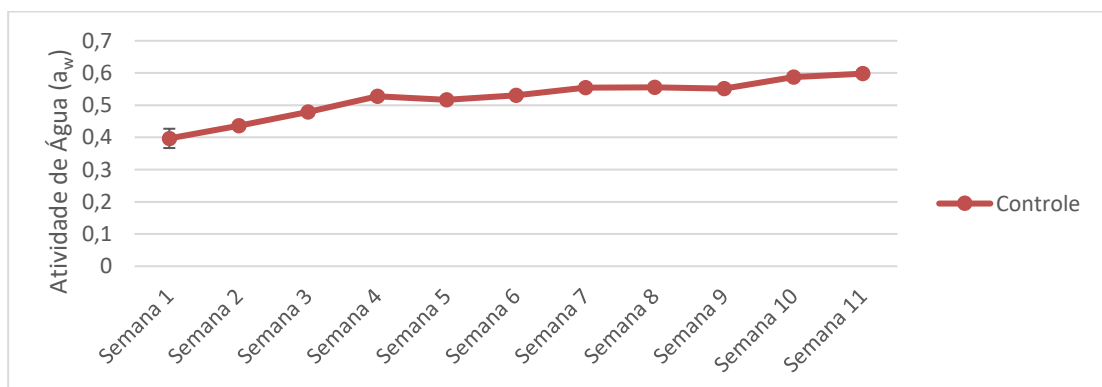


Figura 12: Gráfico para Atividade de Água (a_w) para o recheio controle durante as 11 semanas de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

Em trabalho conduzido por Farinazzi-Machado *et al.* (2018), foi elaborado um recheio para bombons usando amido hidrolisado (mylose e glucomalt) e avaliaram os valores de atividade de água no dia de produção e após 15 dias de vida útil. Os resultados para a atividade de água no dia de produção ($0,744 \pm 0,02$) foram próximos aos encontrados neste trabalho para o recheio com organogel ($0,752 \pm 0,00$). Após 15 dias, os resultados para os bombons recheados com chocolate ao leite e glucomalt ($0,731 \pm 0,01$) e bombons recheados com chocolate amargo e glucomalt ($0,751 \pm 0,00$) foram próximos aos resultados encontrados para os recheios com organogel na semana 03 de análise de estabilidade ($0,749 \pm 0,00$), sugerindo que esse recheio pode ser indicado a outros tipos de produtos de panificação e confeitaria.

Vukoja *et al.* (2021) elaboraram recheios à base de fibras cítricas e suco de amora com adição de diferentes dissacarídeos (sacarose, maltose e trealose), armazenando tais produtos à temperatura ambiente por um período de três meses, para assim avaliar a estabilidade. Desde o dia de produção os recheios apresentaram alto valor de atividade de água (sacarose = 0,94; maltose = 0,95 e trealose = 0,96) e após três meses de armazenamento os níveis de atividade de água mantiveram-se constantes, assim como os recheios com organogel durante a análise de 6 semanas de análise de estabilidade.

4.2.2.3. Cor

As cores dos produtos são atribuídas de acordo com os ingredientes utilizados na formulação. Para o preparo dos recheios controle e com organogel não foi utilizado corante. Todos os ingredientes utilizados apresentam uma coloração branca/amarela e com isso a cor dos recheios apresentou este mesmo padrão de coloração. Na Tabela 11 são apresentados os valores encontrados para os parâmetros L^* , a^* e b^* durante o período de 6 semanas para os recheios controle e com organogel

A Figura 13 apresenta um gráfico com os valores de Luminosidade L^* para os recheios controle e com organogel durante o período de avaliação de sua estabilidade.

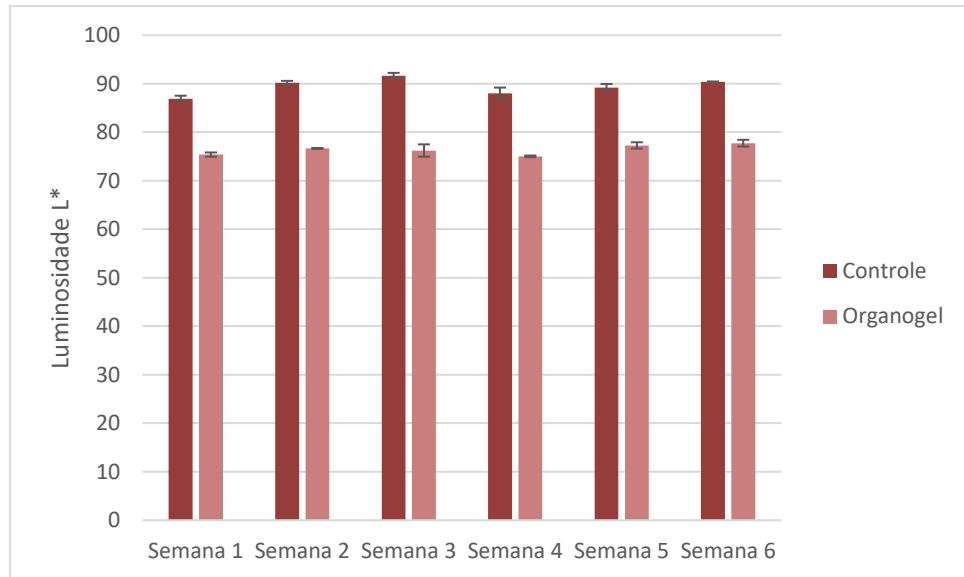


Figura 13: Gráfico dos resultados de Luminosidade L* para os recheios controle e organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

Os resultados apresentados para Luminosidade L* dos recheios controle com organogel apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), pois os recheios formulados com organogel apresentaram valor de L* mais baixo do que o recheio controle. Também é possível observar que o recheio controle obteve durante a avaliação de sua estabilidade algumas oscilações nos resultados (Semana 3: $91,64 \pm 0,60$ e Semana 4: $87,99 \pm 1,22$).

Na semana 1, a presença de colágeno na formulação do recheio com organogel pode ter influenciado no menor valor de L* (Controle: $86,90 \pm 0,63$ e Organogel: $75,39 \pm 0,44$).

As Figuras 14 e 15 representam os valores de a* e b* dos recheios controle e com organogel durante 6 semanas de avaliação de estabilidade. As coordenadas a* quando representadas por um valor negativo indicam que as amostras apresentam coloração mais esverdeada. As coordenadas b* quando representadas por um valor positivo indicam que as amostras apresentam uma coloração amarelada.

Os valores dos parâmetros a* apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as semanas de análise de estabilidade dos recheios.

Os valores da coordenada a*, que podem ser observados na Tabela 11 e na Figura 14, para o recheio controle apresentaram tendência na coloração mais esverdeada comparativamente ao recheio com organogel, e com diminuição dos

valores de a^* ocorrendo conforme o aumento do tempo de vida útil. Apesar da semana 6 ter apresentado aumento do valor do parâmetro a^* ($-4,78 \pm 0,13$) em relação a semana 5, este não foi maior do que o encontrado para a Semana 1 ($-6,84 \pm 0,07$).

Apesar da semana 6 apresentar valor ($-3,95 \pm 0,28$) maior do parâmetro a^* do que a semana 5 ($-3,16 \pm 0,30$) para os recheios com organogel observa-se na Figura 14 que com o aumento do tempo no gráfico disposto na Figura 14 que conforme aumentou a semana de análise da estabilidade ocorreu diminuição dos valores a^* .

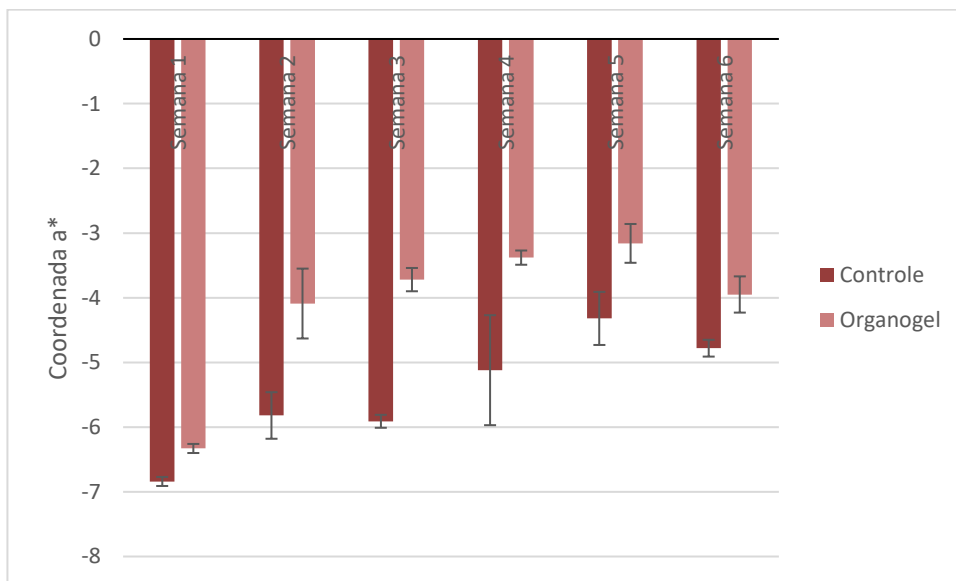


Figura 14: Gráfico para os valores da coordenada a^* dos recheios controle e com organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

Para algumas semanas da avaliação, os valores de b^* dos recheios controle e com organogel não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Semana 2 – Controle: $27,60 \pm 0,41$; Organogel: $27,13 \pm 0,44$ e Semana 4 - Controle: $28,65 \pm 1,83$; Organogel: $27,43 \pm 1,83$). A Figura 15 dispõe um gráfico com as coordenadas b^* para os recheios controle e de com organogel.

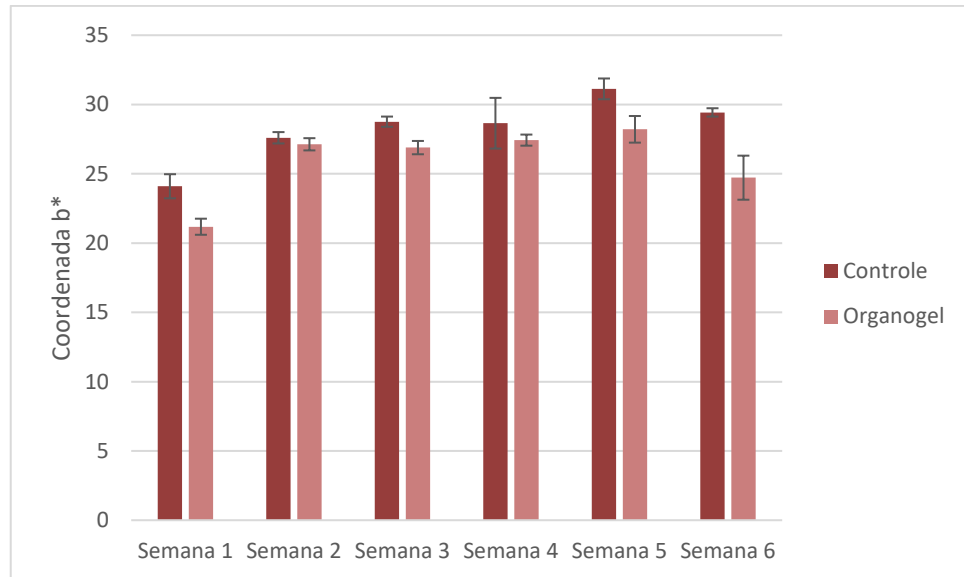


Figura 15: Gráfico para os valores da coordenada b* dos recheios controle e organogel durante 6 semanas de análise de estabilidade. As barras de erro representam limites de confiança de 95 % para as medições.

Apesar dos valores obtidos para a coordenada b* serem próximos para os recheios controle e com organogel nas Semanas 2, 3 e 4 (Semana 2 – Controle: $27,6 \pm 0,41$; Organogel: $27,13 \pm 0,44$; Semana 3 – Controle: $28,76 \pm 0,37$; Organogel: $26,89 \pm 0,48$ e Semana 4 – Controle: $28,65 \pm 1,83$; Organogel: $27,43 \pm 0,40$) indicando que os recheios apresentaram uma coloração mais amarela, o recheio controle obteve valores maiores do que o recheio formulado com organogel.

No estudo conduzido por Palla, Wasinger e Carrín (2020), a formulação de recheios para biscoitos apresentaram ingredientes semelhantes aos utilizados neste trabalho (organogel, açúcar, leite em pó desnatado e aroma de baunilha). Foi encontrado alto valor de L* ($81,73 \pm 0,68$). Encontrou-se neste trabalho uma tendência de menores valores das coordenadas a* e b* das amostras com organogel em relação ao recheio controle.

Com isso, é possível determinar que a coloração do recheio formulado com organogel encontra-se de acordo com resultados encontrados na literatura. Os resultados das amostras controle e com organogel foram significativamente diferentes ($p < 0,05$).

4.3. Análise Reológica

As análises reológicas de tixotropia foram realizadas com testes oscilatório e rotacional para os recheios controle e formulados com organogel, em seu dia de produção, e de produto do mercado. As Figuras 16-18 apresentam os tixogramas obtidos.

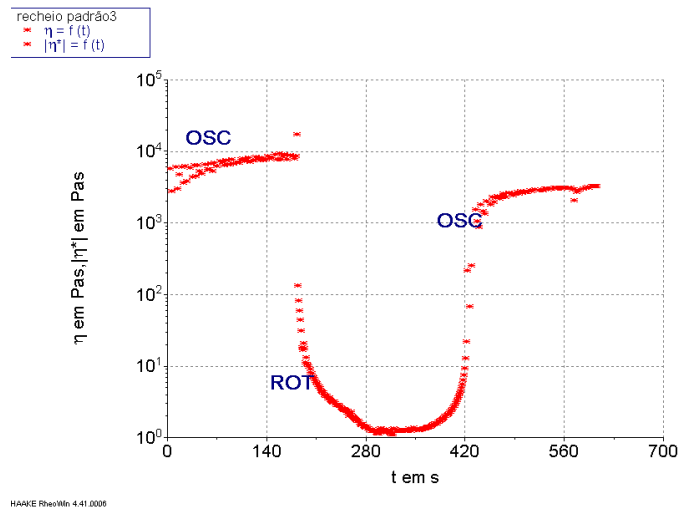


Figura 16: Tixograma para recheio controle em seu dia de produção.

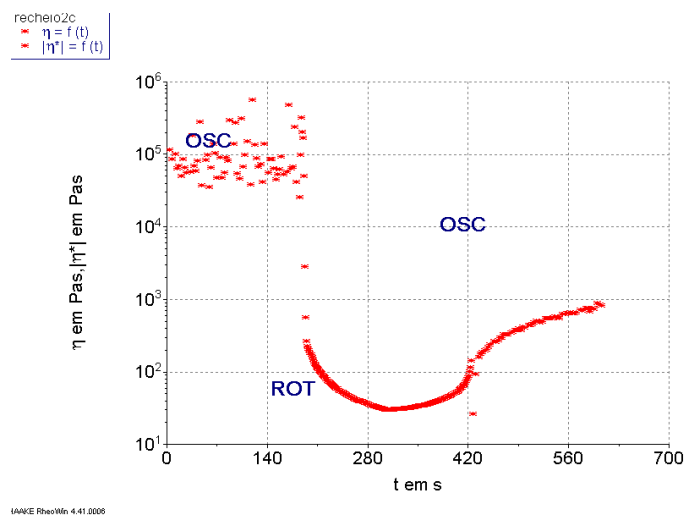


Figura 17: Tixograma para recheio formulado com organogel em seu dia de produção.

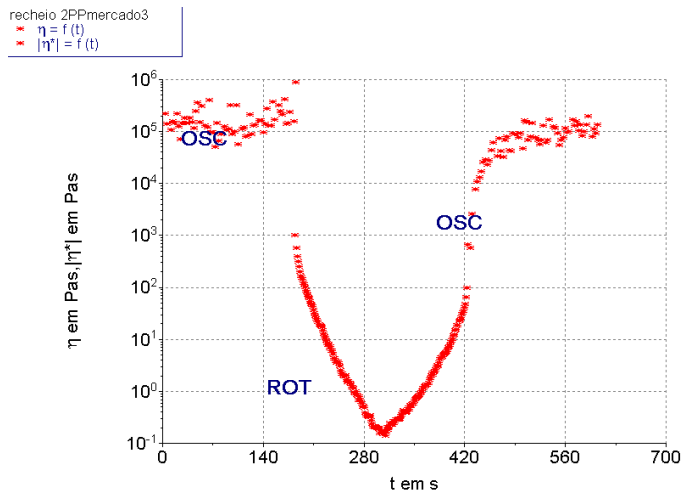


Figura 18: Tixograma para recheio de mercado dentro da validade.

Observa-se na Figura 16 que o comportamento tixotrópico esteve presente para a formulação controle, com recuperação quase total da estrutura. O recheio preparado com organogel mostrou uma pequena recuperação da sua estrutura. O recheio do biscoito de mercado mostrou completa recuperação da estrutura, com resultados próximos da formulação controle.

Palla, Wasinger e Carrín (2020) ao elaborarem um recheio com organogel formado a partir de um monoglicerídeo e ao avaliar as propriedades reológicas identificou que os recheios apresentaram um comportamento predominante sólido, sendo que o parâmetro de elasticidade G' aumentou conforme diminuiu o teor de organogel das formulações.

Em um estudo conduzido por Fayaz et al (2017) foi produzido *spread* de chocolate com a aplicação de um organogel formado a partir do óleo de romã e agentes estruturantes o monoglicerídeo, cera de abelha e de própolis procedendo-se avaliações reológicas. Os resultados apresentaram que os organogeis com monoglicerídeo apresentaram comportamento reológico maior do que os elaborados com cera. Com isso, os diferentes comportamentos reológicos dos recheios podem ser atribuídos ao tipo de agente estruturante em que foi utilizado na formulação.

4.4. *Briefing* do biscoito com farinha de sorgo e do recheio com Organogel

Um *briefing* para o biscoito elaborado com farinha de sorgo (50FS) e recheio formulados com organogel foi elaborado para avaliação qualitativa dos produtos formulados, conferindo direcionamentos quanto ao seu sabor, textura, cor e conservação, por exemplo. (DUAS RODAS, 2020). As Tabelas 12 e 13 apresentam uma análise descritiva de tais produtos.

Tabela 12: Briefing dos biscoitos elaborados com Farinha de Sorgo

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS	PERCEPÇÃO	DESCRIÇÃO
COR	Suave	O biscoito elaborado com farinha de sorgo apresentou uma coloração avermelhada suave, característico da farinha utilizada em sua formulação.
HOMOGENEIDADE	Ausente	O biscoito teve distribuição homogênea de seus ingredientes.
PARÂMETROS DE CONFORMAÇÃO	Suave	Uma vez que a farinha de sorgo é um grão integral, o biscoito apresentou pontos de granulosidade, com textura própria.
PARÂMETROS DE SUPERFÍCIE	Suave	O biscoito não apresentou aspectos seco, oleoso, ceroso em seu estado final. Apresentou-se um pouco mais úmido do que o biscoito elaborado com farinha de trigo (controle).
TAMANHO, FORMA E INTERAÇÕES ENTRE PEDAÇOS E PARTÍCULAS	Ausente	O biscoito apresentou tamanho e forma usuais dos biscoitos do mesmo tipo.
TEXTURA VISUAL	Fraco	Visualmente o biscoito apresentou aspecto granuloso e seco.
TEXTURA TÁTIL	Suave	Produto com textura tátil dura, sem aspectos viscosos, fluído e adesivo.
TEXTURA AUDITIVA	Forte	Apresentou textura auditiva crocante maior que as dos biscoitos elaborados com farinha de trigo (controle), mas normais aos produtos já existentes nos mercados
TEXTURA ORAL	Forte	Aspecto fibroso, característico de produtos integrais; aspecto crocante normal aos biscoitos industrializados; não apresenta características oleosas e nem é um produto muito seco.
NOTAS AROMÁTICAS	Imperceptível	Apresenta odor característico de biscoitos industrializados, sem a presença de aromatizantes.
GOSTO	Forte	Sabor doce, característico de biscoitos industrializados
SENSAÇÕES TÁTEIS BUCAIS	Ausente	O produto não apresentou nenhuma sensação tátil incomum aos biscoitos industrializados.
PRESSÃO (TATO) E TEMPERATURA	Imperceptível	O produto não apresenta características quentes, refrescantes ou picantes.
SABOR RESIDUAL	Fraco	Sensação gustatória dos grânulos integrais residuais, mas que não interferem ao sabor original do produto

Tabela 13: Briefing do recheio elaborado com organogel

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS	PERCEPÇÃO	DESCRIÇÃO
COR	Suave	Coloração amarelada, semelhante aos recheios de baunilha;
HOMOGENEIDADE	Forte	Característica de homogeneidade translúcida
PARÂMETROS DE CONFORMAÇÃO	Fraco	Característica cristalina/açucarada e cremosa.
PARÂMETROS DE SUPERFÍCIE	Forte	Aspecto úmido, não rançoso e nem ceroso.
TAMANHO, FORMA E INTERAÇÕES ENTRE PEDAÇOS E PARTÍCULAS	Ausente	Não apresentou grumos e partículas separadas. Ingredientes totalmente homogeneizados.
TEXTURA VISUAL	Suave	Visualmente apresentou aspecto cremoso
TEXTURA TÁTIL	Forte	Produto com textura viscosa e suavemente adesiva
TEXTURA AUDITIVA	Imperceptível	Não apresentou textura auditiva perceptíveis.
TEXTURA ORAL	Suave	Textura suavemente densa, característica de recheios, sem presença de óleo/água na superfície e sem a presença de aspecto ceroso.
NOTAS AROMÁTICAS	Suave	Odor leitoso devido ao conteúdo de leite da formulação. Não apresentou odores rançosos.
GOSTO	Forte	Sabor doce, com traços leitosos, pois não foi formulado com aromatizantes
SENSAÇÕES TÁTEIS BUCAIS	Fraco	Sensação tátil bucal dos recheios apresentarem suaves traços alcalinos e metálicos, devido ao colágeno utilizado na formulação.
PRESSÃO (TATO) E TEMPERATURA	Imperceptível	Não apresentou características quentes, refrescantes ou picantes.
SABOR RESIDUAL	Fraco	Sabor residual metálico, mas sem interferência ao sabor original que um recheio deve apresentar.

5. CONCLUSÃO

O uso da farinha de sorgo em biscoitos, para a formulação apresentada, mostrou-se adequado e equiparado aos biscoitos de farinha de trigo tanto na composição físico-química quanto na sua análise de estabilidade. Os valores apresentados para atividade de água e umidade dos biscoitos elaborados com farinha de sorgo foram adequados para que o produto seja considerado de longa vida útil. A análise de textura durante as 6 semanas mostrou que o biscoito elaborado com 50% de farinha de sorgo (50FS) apresentou a menor perda de dureza, seguidos dos elaborados com farinha de trigo, enquanto o elaborado com 100 % farinha de sorgo (100FS) teve maior amolecimento. As três formulações de biscoito (50FS, 100FS e controle) obtiveram valores próximos na composição centesimal, sendo o valor proteico maior nos produtos elaborados com a farinha de sorgo.

Quanto aos recheios, conclui-se a partir dos resultados obtidos que a formulação com formação de organogel apresentou-se adequada para ser utilizada em biscoitos, pois suas propriedades texturais apresentaram-se próximas aos recheios controle elaborados neste trabalho. Apesar de apresentar maior atividade de água do que o recheio controle, podem ser utilizados em biscoitos, pois durante sua análise de estabilidade de 6 semanas não houve grande alteração no valor. Os resultados para os parâmetros físico-químicos foram satisfatórios, pois atingiram o objetivo de diminuir o teor de gordura saturada e *trans* dos recheios, obtendo melhora nos teores proteicos devido à adição de colágeno.

Os recheios controle, com organogel e de mercado apresentaram comportamento tixotrópico durante a avaliação reológica, sendo que o produto de mercado teve comportamento próximo à formulação controle, com recuperação quase total da estrutura.

Foram desenvolvidos cinco produtos, sendo três inovadores, com valor nutricional agregado, atendendo às legislações vigentes, 6 semanas de vida útil e ao apelo de mercado atual, podendo ser comercializados como biscoito recheado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELHALIM, T. S., et. al. Exploiting the potential of Sudanese sorghum landraces in biofortification: Physicochemical quality of the grain of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) landraces. **Food Chemistry**, v. 337, p. 1-7, 2020.

ABIMAP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES INDUSTRIALIZADOS. Estatísticas: Biscoitos. 2020. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>. Acesso em: 09 de Março de 2021.

ADILI, L., et. al. Development and characterization of reinforced ethyl cellulose based oleogel with adipic acid: Its application in cake and beef burger. **LWT – Food Science and Technology**, v. 126, p. 109 – 277, 2020.

AHMED, M.; VERMA, A. F.; PATEL, R. Collagen extraction and recent biological activities of collagen peptides derived from sea-food waste: A review. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 18, p. 1 – 13, 2021.

AGUDELO, A., et. al. Formulating fruit fillings. Freezing and baking stability of a tapioca starch – pectin mixture model. **Food Hydrocolloids**, v. 40, p. 203 – 213, 2014.

ALMEIDA, P. F.; LANNES, S. C. S. Effects of chicken by-product gelatin on the physicochemical properties and texture of chocolate spread. **Journal of Texture Studies**, v. 48, p. 392 – 402, 2016.

AMARAL, A. A.; LANNES, S. C. S. **Comportamento reológico de recheios para chocolate em base gordurosa e formulados com polpas de frutas e gomas**. 2013. 140f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technology**, v. 52, n.3, p. 47 – 53, 1998.

AKOH, C. C.; SWANSON, B. G. Carbohydrate polyesters as fat substitutes. New York: Marcel Dekker, v.1, 1994. 269 p.

AKOH, C. C.; DAVID, B. M. Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology. New York: Marcel Dekker, v.1, 2002. 1005 p.

AMENDOLA, J.; REES, N. Understanding baking: The Art and Science of Baking. New Jersey: John Wiley & Sons, INC. 3. ed, 2003. 279 p.

AMIR, B., et. al. Chemical composition, rheological properties and cookies making ability of composite flours from maize, sorghum and wheat. **Journal of Agroalimentary Process and Technology**, v. 21, n. 1, p. 28 – 35, 2015.

ARTUNDUAGA, L. J.; GUTIÉRREZ, L. F. Effects of replacing fat by betaglucans from *Ganoderma lucidum* on batter and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 451 – 461, 2019.

BAILEY, A. E.; SHAHIDI, F. Bailey's industrial oil and fat products. New Jersey: John Wiley & Sons, v.1-6, 2005.

BALIC, R., et. al. Utilization of Modified Wheat and Tapioca Starches as Fat Replacements in Bread Formulation. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 1, p. 1 – 11, 2016.

BELORIO, M.; SAHAGÚN, M.; GÓMEZ, M. Psyllium as a Fat Replacer in Layer Cakes: Batter Characteristics and Cake Quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, p. 2085 – 2092, 2019.

BLIDI, O. E., et. al. Extraction Methods, Characterization and Biomedical Applications of Collagen: a Review. **Biointerface Research in Applied Chemistry**, v. 11, n. 5, p. 13587 – 13613, 2021.

BOCKISH, M. Fats and Oils Handbook. Illinois: AOCS Press, ed. 1, 1998. 838 p.

BOURNE, M. C.; SZCZESNIAK, A. S. Sensory Evaluation | Texture. *In*: CABALLERO, B. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Science, 2003. p. 5167 – 5174.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. Tecnologia de Panificação e Confeitaria. **EDUFRPE**, Recife – PE, 2011. Disponível em:
www.abip.org.br/site/wp-content/.../Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf.
Acesso em: 28 de Março de 2019.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, Setembro de 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 332, de 23 de Dezembro de 2019. Regulamento Técnico sobre os requisitos para uso de gorduras *trans* industriais em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, Dezembro de 2019.

BRASIL. Resolução RDC nº 429, de 08 de Outubro de 2020. Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, Outubro de 2020.

CAIRANO, M. D., et. al. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and Issues. **Trends in Food and Science & Technology**, v. 81, p. 203 – 212, 2018.

CAPPA, C.; KELLY, J. D.; NG, P. K. W. Baking performance of 25 edible dry bean powders: Correlation between cookie quality and rapid test indices. **Food Chemistry**, v. 302, p. 1 – 11, 2020.

CAPPELLI, A.; OLIVA, N.; CINI, E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough Rheology, Bread Characteristics, and Improvement Strategies. **MDPI**, v. 10, 1 – 19, 2020.

CAUVAIN, S. P. Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics. **Wheat – based foods**, v. 1, p. 1 – 7, 2016.

CAUVAIN, S. P. 12 – Raw Materials. *In: _____*. (org.). **Baking Problems Solved**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2017. p. 153 – 234.

CAUVAIN, S. P. YOUNG, L. S. 13 – Chemical and physical deterioration of bakery products. *In: SKIBSTED, L. H; RISBO, J; ANDERSEN, M. L. **Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages***. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2010. p. 381 – 412.

CAUVAIN, S. P. Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics. **Wheat – based foods**, v. 1, p. 1 – 7, 2016.

CAYRES, C. A., et. al. Consumers' acceptance of optimized gluten-free sorghum-based cakes and their drivers of liking and disliking. **Journal of Cereal Science**, v. 93, p. 1 – 10, 2020.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. **EMBRAPA**, Planaltina – DF, 2010. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf>.

Acesso em: 05 de Setembro de 2019.

CHAVAN, U. D.; YEWALE K.V.; DAYAKAR R. B. Preparation of bread and cookies from sorghum flour. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 7, n. 5, p. 11145 – 11153, 2016.

CHAVEZ, D. J., et. al. Sorghum, an alternative cereal for gluten-free product. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 45, n. 2, p. 169-177, 2018.

CHOW, C. K. Fatty acids in foods and their health implications. Florida: CRC Press, ed. 3, 2008. 1281 p.

CO, E. D.; MARANGONI, A. G. Organogels: An alternative edible oil-structuring method. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 89, n. 5, p- 749-780, 2012.

COLLA, K.; COSTANZO A.; GAMLATH, S. Fat replacers in baked food products. **MDPI: Foods**, v. 7, n. 192, p. 1 – 12, 2018.

CROPOTOVA, J., et. al. Thermal properties of fruit fillings as a function of different formulations. **Food Structure**, v. 14, p. 85 – 94, 2017.

CURTI, E. et. al. Structured emulsions as butter substitutes: effects on physicochemical and sensory attributes of shorbread cookies. **Society of Chemical Industry**, v. 98, p. 3836 – 3842, 2018

DAVIDSON, I. Chapter 16 – Ingredients for Biscuits: An Introduction. *In: _____*. (org.). **Biscuit, Cookie and Cracker Production: Process, Production and Packaging Equipment**. 2 ed. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 165 – 172.

DAYAKAR, B. R.; KULKARNI, D. B.; KAVITHA, C. Study on evaluation of starch, dietary fiber and mineral composition of cookies developed from 12 sorghum cultivars. **Food Chemistry**, v. 238, p. 82-86, 2018.

DIAS, F. S. L., et. al. Why policies in Brazil effective to reducing *trans* fat from industrial origin in foods?. **Revista de Saúde Pública**, v. 52 n. 34, p. 1-9, 2018.

DUAS RODAS. Guia prático de análise sensorial para alimentos. **Duas Rodas: Flavors & Botanicals**, Brasil 2020. Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/categorias/materiais/>. Acesso em: 15 de março de 2021.

DUAS RODAS. Modelo de Briefing – Novo Produto. **Duas Rodas: Flavors & Botanicals**, Brasil 2020. Disponível em:

<https://www.duasrodas.com/blog/categorias/materiais/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

DUDA, D. E.; CULETU, A. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. **Journal of Food Engineering**, v. 162, p. 1-8, 2015.

ESPERT, M., et. al. Functionality of low digestibility emulsions in cocoa creams. Structural changes during *in vitro* digestion and sensory perception. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 146-153, 2019.

EDWARDS, W. P. The science of bakery products. Cambridge: RSC Publishing, v. 1, 2007. 258 p.

FARID, H. The science of cookie and cracker production. New York: Chapman & Hall, v.1, 1994. 516 p.

FAYAZ, G., et. al. Potential application of pomegranate seed oil oilgels based on monoglycerides, beeswax and propolis wax as a partial substitutes of palm oil in functional chocolate spread. **LWT**, v. 86, p. 523 – 529, 2017.

FERREIRA, S. M. R., et. al. Gluten free cookies prepared with sorghum flour. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.59, n.4, p.433-440, 2009.

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

GAONKAR, A. G. Ingredient interactions: effects on food quality. New York: Marcel Dekker, v. 1, 1995. 585 p.

GARVEY, E. C., et. al. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 7, p. 1160 – 1188, 2020.

GHARAIE, Z. et. al. Gum tragacanth oil/gels as an alternative to shortening in cookies: Rheological, chemical and textural properties. **LWT – Food Science and Technology**, v. 105, p. 265 – 271, 2019.

GOESAERT, H., et. al. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 1-3, p. 12 – 30, 2005.

GONÇALVES, E. V.; LANNES, S. C. S. **Desenvolvimento e caracterização reológica de formulações especiais de *fondue* de chocolate**. 2011. 76p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GIARNETTI, M., et. al. Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. **Food Science and Technology**, v. 63, p. 339-345, 2015.

GUNSTONE, F. D.; PADLEY, F. B. Lipid technologies and applications. New York: Marcel Dekker, ed. 1, 1997. 834 p.

GUPTA, M. K. Chapter 10 – Fundamentals of Fat Crystallization Related to Making Plastic and Pourable Shortenings. *In: _____*. (org.). **Practical Guide to Vegetable Oil Processing**. 2. ed. Illinois: AOCS Press, 2017. p. 261 – 290.

GURR, M. I. Role of fats in food and nutrition. New York: Elsevier Science Publishers LTD, ed. 2, 1992. 207 p.

HADNADEV, M., et. al. Physical and sensory aspects of maltodextrin gel addition used as fat replacer in confectionery filling systems. **Food Science and Technology**, v. 59, p. 495-503, 2014.

HADNADEV, T. D., et. al. Functionality of OSA starch stabilized emulsions as fat replacers in cookies. **Journal of Food Engineering**, v. 167, p. 133-138, 2015.

HUI, Y. H. et. al. Bakery Products – Science and Technology. Oxford: Blackwell Publishing , v.1, 2006, 575p.

HONG, H., et. al. Preparation of low-molecular-weight , collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. **Food Chemistry**, v. 301, p. 1 – 10, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise de consumo alimentar pessoal do Brasil**. 1.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 120 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos de análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 1020 p.

IRASTORZA, A., et.al. The versatility of collagen and chitosan: From food to biomedical applications. **Food Hydrocolids**, v. 116, p. 1 – 11, 2021.

JACOB, J.; LEELAVATHI, K. Effect of fat-type on cookie-dough and cookie quality. **Journal of food engineering**, v. 79, p. 299 – 305, 2007.

JANG, A. et. al. Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as alternative to shortening in baked goods. **Food Chemistry**. v 187, p. 525 – 529, 2015.

JUNG, D., et. al. Utilization of butter and oleogel blends in sweet pan bread for saturated fat reduction: Dough rheology and baking performance. **LWT – Food Science and Technology**, v. 125, p. 1 – 6, 2020.

KAUR, P., et. al. Effect of addition of flaxseed flour on phytochemical, physicochemical, nutritional, and textural properties of cookies. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18, n. 4, p. 372 – 377, 2019.

KIM, J. Y., et. al. Utilization of Oleogels as a Replacement for Solid Fat in Aerated Baked Goods: Physicochemical, Rheological, and Tomographic Characterization. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 2, p. 445 – 452, 2017.

KLINJAPO, R.; KRASAEKOOPT, W. Chapter 14 – Microencapsulation of Color and Flavor in Confectionery Products. *In*: GRUMEZESCU, A. M.; HOLBAN, A. M. **Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 457 – 494.

LAGUNA, L. et. al. HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. **Food Science and Technology**, v. 56, p. 494-501, 2014.

LÉON-LÓPEZ, A., et. al. Hydrolyzed Collagen – Sources and Applications. **MDPI**, v. 24, p. 1 – 16, 2019.

LI, J. et. al. Extraction and characterization of type I collagen skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its potential application in biomedical scaffold material for tissue engineering. **Process Biochemistry**, v. 74, p. 156 – 163, 2018.

LI, J. M; NIE, S. P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**, v. 53, p. 46 – 61, 2016

LIU, Y. X.; CAO, M. J.; LIU, G. M. 17 – Texture analyzers for food quality evaluation. *In*: ZHONG, J.; WANG, X. **Evaluation Technologies for Food Quality**. Amsterdam: Elsevier, 2019. p. 441 – 463.

LORENZ, K. J.; KULP, K. Handbook of Cereal Science and Technology. New York: Marcel Dekker Inc., v.1, 1991. 882 p.

MAJEED, M. et. al. Study of the combined effect of pectin and banana powder as carbohydrate based fat replacers to develop low fat cookies. **Foods and Raw Materials**, v. 5, n. 2, p. 62-69, 2017

MANLEY, D. 5 – Chocolate and chocolate flavoured coating. *In: _____*. (org.). **Biscuit, Cookie and Cracker Manufacturing Manuals: Manual 5: Secondary Processing in Biscuit Manufacturing**. Cambridge: Woodhead Publishing, 1998. p. 22 – 41.

MANLEY, D. Biscuit, Cracker and Cookie recipes for the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing, v.1, 2001. 189 p.

MARTI, A.; PAGANI, M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta? **Trends in Food and Science Technology**, v. 31, n.1, p. 63 – 71, 2013.

MARSTON, K.; KHOURYEH, H.; ARAMOUNI, F. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. **LWT – Food and Science Technology**, v. 65, p. 637 – 644, 2016.

MARTINS, A. J., et. al. Edible oleogels: an opportunity for fat replacement in foods. **Food & Function**, v. 9, p. 758-773, 2018.

MERT, B.; DEMIRKESEN, I. Evaluation of highly unsaturated oleogels as shortening replacer in a short dough product. **LWT – Food Science and Technology**, v. 68, p. 477 – 484, 2016.

MERT, B.; DEMIRKESEN, I. Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. **Food Chemistry**, v. 199, p. 809-816, 2016.

METHA, K. L., et. al. Ultrasonic Investigation of the Effect of Vegetable Shortening and Mixing Time on the Mechanical Properties of Bread Dough. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, p. 455 – 461, 2009.

MICHELIM, J. N.; LANNES, S. C. S. **Avaliação reológica e físico-química de bombons recheados com prepare de morango, laranja e maracujá em base de açúcar fondant, gordura hidrogenada e chocolate branco**. 2006. 92p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MIELE, N. A., et. al. Reduced-calorie filling cream: Formula optimization and mechanical characterization. **Chemical Engineering Transactions**, v. 43, p. 67-72, 2015.

NIU, Y., et. al. A novel fat replacer composed by gelatin and soluble dietary fibers from black beans coats with its application in meatballs. **LWT**, v. 122, p. 1 – 7, 2020.

O'BRIEN, R. D. **Fats and Oils: Formulating and processing for applications**. Florida: CRC Press, ed. 2, 2004, 592 p.

OH, I. K., et. al. Assessing the effectiveness of wax-based sunflower oil oleogels in cakes as a shortening replacer. **LWT – Food Science and Technology**, v. 86, p. 430 – 437, 2017.

OH, I. K.; LEE, S. Utilization of foam structured hydroxypropyl methylcellulose for oleogels and their application as a solid fat replacer in muffins. **Food hydrocolloids**, v. 77, p. 796 – 802, 2018.

OKPALA, L. C.; OKOLI, E. C. Nutritional evaluation of cookies produced from pigeon pea, cocoyam and sorghum flour blends. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 433-438, 2011.

PALLA, C. A.; WASINGER, M. F.; CARRÍN, M. E. Monoglyceride oleogels as fat replacers in filling creams for sandwich cookies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 6, p. 2398 – 2405, 2021.

PANG, Z., et. al. Evaluation of tilapia skin gelatin as a mammalian gelatin replacer in acid milk gels and low-fat stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 3436 – 3447, 2017.

PARK, J.; CHOI, I.; KIM, Y. Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. **LWT – Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 660 – 666, 2015.

PATTERSON, H. B. W. Hydrogenation of Fats and Oils: Theory and Practice. Illinois: AOCS Press, 1994, 267 p.0,92

PEHLIVANOGLU, H., et. al. Investigating the usage of unsaturated fatty acid-rich and low-calorie oleogels as a shortening mimetics in cake. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 6, p. 1 – 11, 2018.

PEHLIVANOGLU, H., et. al. Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 8, p. 1330-1341, 2018.

PREEDY, V. R., et. al. Flour and Breads and their fortification in health and disease prevention. London: Academic Press, v.1, 2011. 542 p.

PUNIA, S.; DHULL, S. B. Chia seed (*Salvia Hispanica* L.) Mucilage (A heteropolysaccharide): Functional, Thermal, Rheological Behavior and Its Utilization. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.140, p. 1084-1090, 2019.

PUNIA, S., et. al. Rheological and pasting behavior of OSA modified mungbean starches and its utilization in cake formulation as fat replacer. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 128, p. 230 – 236, 2019.

QUEIROZ, V. A. V., et. al. Nutritional composition of sorghum [*sorghum bicolor* (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress. **Journal of Cereal Science**, v. 65, p. 103-111, 2015.

RASHID, S., et. al. Physicochemical and techno-functional characterization of inulin extracted from chicory roots and Jerusalem artichoke tubers and exploring their ability to replace the fat in cakes. **Progress in Nutrition**, v. 20, n. 2, p. 191 – 202, 2018.

RICARDO, C. Z., et. al. Trans Fat Labeling Information on Brazilian Packaged Foods. **MDPI**, v. 11, p. 1 – 14, 2019.

RICHTER, M.; LANNES, S. C. S. **Desenvolvimento de formulações de recheio para bombons para fins especiais com características funcionais**. 2005. 131p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

RIOS, R. V., et. al. Application of fats in some food products. **Food Science Technology**, v. 34, n. 1, p. 3 – 15, 2014.

RIOS, R. V., et. al. Use of succinyl chitosan as fat replacer on cake formulations. **LWT – Food Science and Technology**, v. 96, p. 260 – 265, 2018.

RIOS, R. V.; LANNES, S. C. S. **Efeitos da Substituição de gordura vegetal hidrogenada nas propriedades estruturais de bolos**. 2014. 131p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RODRIGUEZ, M. I. A.; BARROSO, L. G. R.; SÁNCHEZ, M. L. Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 17, n. 1, 2018.

ROLLER, S.; JONES, S. A. Handbook of fat replacers. Florida: CRC Press, ed.1, 1996. 325 p.

SALAS, A. G. V.; LANNES, S. C. S. **Elaboração de produtos com características funcionais a base de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*)**. 2011. 106p.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SALEHI, F. Effect of common and new gums on the quality, physical, and textural properties of bakery products: A review. **Journal of Texture Studies**, v. 51, n. 1, p. 361 – 370, 2020.

SANCHÉZ-PAZ, L. A., et. al. Effect of a mixture of canola-chia oils and gelatin addition on a pound cake reduced in margarine. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 1, 1 – 8, 2019.

SAÑUDO-BARAJAS, J. A., et. al. Chapter 14 – Texture. *In*: YAHIA, E. M. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Amsterdam: Elsevier, 2019. p. 293 – 314.

SERIN, S.; SAYAR, S. The effect of the replacement of fat with carbohydrate-based fat replacers on the dough properties and quality of the baked pogaca: a traditional high-fat bakery product. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 25 – 32, 2017.

SHAIK, R., et. al. Effect of rice bran oil spread on the physical, sensory and fatty acid profile of cake. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 7, p. 2126 – 2134, 2017.

SCHEUER, P. M., et. al. Response surface methodology assessment of the effect of whole wheat flour and fat replacer levels on bread quality. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 5, p. 2079 – 2087, 2016.

SIBILLA, S., et. al. An Overview of the Beneficial Effects of hydrolyzed collagen as a Nutraceutical on Skin properties: Scientific Background and Clinical Studies. **The Open Nutraceuticals Journal**, v. 8, n. 1, p. 29 – 42, 2015.

SINGH, A.; AUZANNEAU, F.-I.; ROGERS, M. A. Advances in edible oleogel technologies – A decade in review. **Food Research International**, v. 97, p. 307-317, 2017.

SIRAJ, N., et. al. Organogelators as a saturated fat replacer for structuring edible oils. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 9, p. 1973-1989, 2015.

STOLL, L. et. al. Citrus peel and its application as a fat substitute in loaf bread. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 567 – 573, 2015.

STORTZ, T. A. et. al. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. **Lipid Technology**, v. 24, n. 7, p. 151-154, 2012.

SUBRAMANIAM, P. The stability and shelf life of confectionery products. *In*: KILCAST, D; SUBRAMANIAM, P. (org.). **Food and Beverage Stability and Shelf Life**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. p. 716 – 742.

SYKES, G. B.; DAVIDSON, I. Chapter 7 – Sandwich Biscuits. *In*: _____. (org.). **Biscuit, Cookie and Cracker Process and Recipes: Process and Recipes**. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 157 – 193.

TANTI, R.; BARBUT, S.; MARANGONI, A. G. Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams. **Food hydrocolloids**, v. 61, p. 329 – 337, 2016.

TIEFENBACHER, K. F. Chapter five – Adjuncts – Filling creams, Inclusions, Cacao and Chocolate. *In*: _____. (org.). **The Technology of Wafers and Waffles I: Operational aspects**. Amsterdam: Elsevier, 2017. 313 – 404.

TIEFENBACHER, K. F. Chapter six – Recipes for Filling Creams. *In*: _____. (org.). **The Technology of Wafers and Waffles II: Recipes, Product Development and Know-how**. Amsterdam: Elsevier, 2019. p. 81 – 109.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FoodData Central. 2020. Available in: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Access in: March 06, 2020.

YILMAZ, E.; OGUTCU, M. Texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. **Food & Function**, v. 6, n. 4, p. 1194 – 1204, 2015.

WANG, P.; ZHENGYU, J.; XUEMING, X. Physicochemical alterations of wheat gluten proteins upon dough formation and frozen storage – A review from gluten, glutenin and gliadin perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 46, n. 2 – A, p. 189 – 198, 2015.

WIESER, H.; KOEHLER, P.; SCHERF, K. A. Chapter 4 – Wheat-based food and feed. *In: _____*. (org.). **Wheat – An exceptional Crop**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2021. p. 61-102.

WOOMER, J. S.; ADEDEJI, A. A. Current applications of gluten-free grains – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-11, 2020.

ZHU, L., et. al. Structural feature and self-assembly properties of type II collagens from the cartilages of skate and sturgeon. **Food Chemistry**, v. 331, p. 1 – 11, 2020.

APÊNDICE I –Tabela Nutricional da Farinha de Trigo e Ficha Técnica da Farinha de Sorgo

Tabela Nutricional		
Porção de 50 g(1/2 Xícara de chá)		
Quantidade por porção	Valor calórico	%VD
Valor Energético	165Kcal = 82,5kj	0%
Carboidratos	35g	0%
Proteínas	5g	0%
Gorduras totais	0g	0%
Gorduras saturadas	0g	0%
Gorduras trans	0g	"VD não estabelecido" ou "Valor Diário não estabelecido"
Colesterol	0mg	0%
Fibra alimentar	1g	0%
Sódio	0mg	0%
Ferro	2,1mg	15%
Ácido fólico	75mcg	18%

* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000kcal ou 8.400kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. **% VD não estabelecidos.



Nossa Missão:
 "Produzir produtos com qualidade assegurada, com responsabilidade ambiental, que
 supere as expectativas dos clientes, investindo sempre em novas tecnologias, desenvolvendo
 a competência dos colaboradores e praticando uma conduta ética."



REVISÃO 1

FICHA TÉCNICA

FARINHA INT. DE SORGO VERMELHO

NOME CIENTÍFICO

Sorghum bicolor

NOME USUAL/COMERCIAL

Farinha integral de sorgo vermelho.

BENEFÍCIOS/INDICAÇÕES DE USO

Pode ser utilizado em indústrias de panificação e biscoitos para enriquecer o sabor, textura e valores nutricionais necessários à saúde. É uma boa fonte de calorias na dieta, devido à grande quantidade de carboidratos. Sua proteína responde positivamente à complementação com farinha de feijão, soro de leite em pó e lisina sintética. Os minerais presentes são o enxofre, fósforo, potássio, magnésio e cálcio.

FABRICAÇÃO

Os grãos são previamente classificados em equipamento de limpeza passando por diversos tamanhos de peneiras e em mesa densimétrica, o qual classifica somente os grãos inteiros e uniformes. Após a classificação, o produto passa por processo de seleção de grão, neste processo os grãos passam por equipamento de saca pedra eletrônico, seletor ótico, mesa de peneira e detector de metais onde são eliminadas as sujidades que ainda não foram retirados na etapa de limpeza. Após a classificação e seleção, o sorgo vermelho passa pelo processo de moagem, obtendo-se a farinha integral.

PESAGEM

Individual em balanças eletrônicas, excluindo-se o peso da embalagem.

SHELF LIFE

Cento e oitenta dias após a data de fabricação.

ACONDICIONAMENTO

Ensaque efetuado em sacaria de polipropileno laminada, diretamente das mesas de classificação e polimento, fechadas com costura mecânica (fio de poliéster) com etiquetas personalizadas identificando a nomenclatura do produto, nome do destino, peso da embalagem e validade. Produto acondicionado em sacarias de 25 Kg.

GRANULOMETRIA

Malha Mesh	Mínimo	Máximo
	% Ret.	% Ret.
20-850 UM	0	15
30-600 UM	0	25
40-425 UM	15	35
50-300 UM	10	35
60-250 UM	5	25
Fundo	20	40



Farinhas Integrais Cisbra Ltda - Unid. Industrial e Vendas | Panambi/RS Av. Pres. Kennedy, 4681, B. Arro Iris | Cx. Postal 231 | CEP 98280-000 | Fone/Fax: (51) 3336 9100



Nossa Missão:
 "Produzir produtos com qualidade assegurada, com responsabilidade ambiental, que
 supere as expectativas dos clientes, investindo sempre em novas tecnologias, desenvolvendo
 a competência dos colaboradores e praticando uma conduta ética."



CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Cor	Avermelhada
Aspecto	Pó solto
Odor	Característico sem odores estranhos
Sabor	Característico sem sabores estranhos

FÍSICO QUÍMICAS

	Mínimo	Máximo
Umidade	11	15
Cinzas	0,9	1,8
Proteínas	6,5	9,8
Fibra Alimentar	6,2	9,3
Lípidios	1,3	2
Carboidratos	53	81

MICROBIOLÓGICAS

Conforme RDC nº 12, de 02/01/01 da Anvisa, item 10A, para amidos, farinhas, féculas e fubá, em pó ou flocados.

Coliformes a 45°C (ufc/g)	Máx. 10
<i>Salmonella</i> spp	Ausência em 25g
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	Max. 100

MATÉRIAS ESTRANHAS

Conforme RDC nº 14, de 28/03/2014

Fragmentos de insetos indicativos de falhas nas BP não considerado de risco	Ausência (Alim.em geral)
Areia ou cinzas insol. em ácido	Max. 1,5% (Alim.em geral)
Ácaros Mortos	Máx. 5 (Alim.em geral)

AGROTÓXICOS

Pesticidas Organoclorados incl. Piretróides e Organofosforados

CONTAMINANTES INORGÂNICOS

Conforme RDC nº 42 Agosto/2013

Chumbo	0,20mg/kg
Arsênio	0,30mg/kg
Cádmio	0,10mg/kg

MICOTOXINAS

Conforme RDC 07/2011 e 138/2017, da Anvisa.



Nossa Missão:
 "Produzir produtos com qualidade assegurada, com responsabilidade ambiental, que supere as expectativas dos clientes, investindo sempre em novas tecnologias, desenvolvendo a competência dos colaboradores e praticando uma conduta ética."



Micotoxina	Máximo (µg/Kg)
Aflatoxina B1+ B2 + G1 + G2 (Afla)	5
Desoxinivalenol (Don)	750
Zearalenona (Zea)	100
Ocratoxina (Ocr)	10

COMPOSIÇÃO

Conforme Res. RDC Nº 359 e 360, de 23/12/2003 MS

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção 50 g (1/2 xícara)

Quantidade por porção		% VD (*)
Valor energ.	156 kcal=655 kJ	8%
Carboidratos	33 g	11%
Proteínas	4,1 g	5%
Gorduras Totais	0,8 g	1%
Gorduras Saturadas	0,1 g	0%
Gorduras Trans	0 g	"VD não estab."
Fibra Alimentar	3,9 g	16%
Sódio	0 mg	0%

*% Valores Diários com base em uma dieta de 2 000 kcal ou 8 400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas necessidades energéticas.

CONTÉM GLÚTEN

Ingredientes: Farinha integral de sorgo vermelho.

ALÉRGICOS: PODE CONTER TRIGO, AVEIA, CENTEIO, CEVADA, TRITICALE E SOJA.

OBSERVAÇÃO: O SORGO NORMALMENTE NÃO CONTÉM GLÚTEN, MAS A FARINHA É PROCESSADA EM AMBIENTE QUE SÃO PROCESSADOS PRODUTOS COM GLÚTEN .


DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE QUALIDADE


Responsável Técnica: Helenara Burmann – CRQ-V 05100929

CONTROLE DE REVISÕES

Revisão	Descrição	Data	Responsável
0	Emissão inicial	02/04/18	Helenara Burmann
1	Revisão do limite de DON e de cinzas / inclusão da informação sobre lactose	19/03/19	Juliana Tünnermann

APÊNDICE II – Ficha Técnica do Colágeno Peptiplus®, da marca Gelita®





ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

PEPTIPLUS® SB
Colágeno Hidrolisado

Descrição: Peptídeos de Colágeno derivados de peles bovinas, com odor e sabor característicos. Este produto é adequado para o enriquecimento proteico de alimentos como barras, gomas e bebidas ou na fabricação de comprimidos, suspensões farmacêuticas e suplementos alimentares.

Aparência: Pó fino de coloração clara.

Solubilidade: Solúvel em água fria e quente.


Parâmetros	Método de Teste	Especificação	Unidade
Viscosidade	20%, 25°C	30 – 80	mP
Umidade	Ph. Eur., USP/NF	3,0 – 8,0	%
pH 1,0 %, 55°C	Ph. Eur., USP/NF	3,8 – 7,8	-
Cinzas*	USP35/GME (550°C)	≤ 2	%
Peróxido	Ph. Eur., USP/NF	≤ 10	mg/Kg
Dióxido de Enxofre*	Ph.Eur./USP-NF	≤ 50	mg/kg
Arsênico*	ICP-OES	≤ 1	mg/Kg
Cobre*	ICP-OES	≤ 30	mg/Kg
Zinco*	ICP-OES	≤ 30	mg/Kg
Chumbo*	ICP-OES	≤ 10	mg/Kg
Cromo*	Espectrofotometria	≤ 2	mg/Kg
Níquel*	Cromatografia Ionica	≤ 5	mg/Kg
Selênio*	ICP-OES	≤ 0,3	mg/Kg
Antimônio*	ICP-OES	≤ 2	mg/Kg
Ferro*	Espectrofotometria	≤ 30	mg/Kg
Identificação*	Ph. Eur./USP-NF	Aprovado	-
Solubilidade*	Ph. Eur./USP-NF	Aprovado	-
Condutividade*	Ph. Eur./USP-NF	≤ 1	mS/cm
Proteína*	Kjeldahl	≥ 90	%
Conductividade*	Ph.Eur./USP-NF	≤ 1	mS/cm
Proteína*	Kjeldahl	≥ 90	%
Cinzas Insolúveis em Ácido*	Egyptian Stand. Spec. QES 1233	≤ 1,5	%
Nitrogênio*	Kjeldahl	≥ 15	%
Cont. Total de Bact. Aeróbicas	Ph.Eur./USP-NF	≤ 1000	UFC/g
E. coli	Ph.Eur., USP/NF adaptado	Negativo	/10g
Cont.Total Bolores e Leveduras	Ph.Eur., USP/NF	≤ 100	UFC/g
Salmonella sp	Ph.Eur., USP/NF	Negativo	/25g
Granulometria	IAL Adaptado	=80	Mesh

*O parâmetro é monitorado de acordo com nosso plano de monitoramento anual, garantidos pelo nosso Sistema da Qualidade.

CÓDIGO: FO.SGI.01.03.01 VERSÃO: 4 APROVAÇÃO: 22/11/2019

Esta informação é baseada no nosso estado atual de conhecimento e se destina a fornecer informações gerais sobre nossos produtos e seus usos. Não deve, portanto, ser interpretada como garantia de propriedades específicas dos produtos descritos ou a sua adequação para uma determinada aplicação. A qualidade dos nossos produtos é garantida sob as nossas condições gerais de venda, e nosso sistema de garantia de qualidade de acordo com ISO 9001 e FSSC 22000.
GELITA do Brasil – Rua Philip Leimer, 200 – Rio Corde – Cede – São Paulo – Brasil.

Elaborado por: PS – PSP CEB912 - Emitido em: 16/12/2020
Revisado por: JB
Página 1 de 2



Armazenamento: É geralmente reconhecida como sendo estável durante pelo menos cinco anos, quando devidamente armazenados em recipientes fechados, e sob armazenamento em local fresco e seco.

Embalagem: Sacos de papel Kraft revestido internamente com polietileno, e são identificados e rotulados individualmente, contendo de 15 kg a 20 kg de peso líquido, dependendo do tamanho de partícula do produto.

Nota: N/A

