



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LENNON DA SILVA BARROS

**REDUÇÃO DE GORDURA SATURADA EM BISCOITOS
LAMINADOS TIPO MARIA UTILIZANDO OLEOGÉIS**

Campinas – SP

2022

LENNON DA SILVA BARROS

**REDUÇÃO DE GORDURA SATURADA EM BISCOITOS
LAMINADOS TIPO MARIA UTILIZANDO OLEOGÉIS**

Dissertação apresentada à Faculdade Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline Joy Steel

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO LENNON DA SILVA BARROS, E ORIENTADO PELA PROFA. DRA. CAROLINE JOY STEEL.

Campinas – SP

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

B278r Barros, Lennon da Silva, 1997-
Redução de gordura saturada em biscoitos laminados tipo Maria utilizando oleogéis / Lennon da Silva Barros. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Caroline Joy Steel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Produtos de padaria. 2. Substitutos de gordura. 3. Ácidos graxos saturados. 4. Ácidos graxos trans. I. Steel, Caroline Joy. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Saturated fat reduction in laminated biscuits using oleogels

Palavras-chave em inglês:

Baked products

Fat substitutes

Saturated fatty acids

Trans fatty acids

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Caroline Joy Steel [Orientador]

Elizabeth Harumi Nabeshima

Rosiane Lopes da Cunha

Data de defesa: 11-03-2022

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-6096-160X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2386637392461518>

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Caroline Joy Steel

Orientadora

Profa. Dra. Elizabeth Harumi Nabeshima

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)

Membro titular

Profa. Dra. Rosiane Lopes da Cunha

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Membro titular

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação e Secretaria do Programa da Unidade.

*Ao meu avô Francisco e minha mãe Luísa,
pela confiança, apoio e compreensão de
sempre, a vocês dedico este título.*

*“O que adquire sabedoria é amigo de si mesmo; o
que guarda o conhecimento prosperará.”*

(Provérbios 19:8)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por sempre me sustentar e proteger durante esse tempo, suprimindo sempre as minhas necessidades. Sem Ele, eu não teria conseguido;

À minha família pelo apoio e compreensão de sempre, principalmente meu avô Francisco, minha mãe Luísa e meus tios Clemilson e Josélio pelo apoio durante as aulas remotas;

À minha querida orientadora, Caroline, pela paciência, compreensão, atenção, cuidado e ensinamentos. Você foi a melhor orientadora que eu poderia ter tido e louvo muito a Deus por sua vida. Certamente, sem você, nada disso seria possível;

Aos queridos colegas do Laboratório de Óleos e Gorduras, em especial à professora Ana Paula, Renato, Thaís Jordânia, Larissa e Marcela, pelo suporte precioso nas análises de óleos e pelos conhecimentos repassados;

Aos amigos que a UNICAMP me deu, em especial, às amigas e parceiras Bruna Gasparetto e Edilaine, pelos auxílios, conversas, carinho e amizade;

Ao professor Daniel Barrera Arellano, que sugeriu o tema dessa pesquisa, e à Kamila Chaves, pelas contribuições, ensinamentos sobre oleogéis e ajuda na análise estatística;

Ao colega de laboratório, Jefferson Barros, pela ajuda nas análises de farinha de trigo e adaptação no laboratório;

À Ana Paula Rebellato, pelas dicas sobre produção de biscoitos e uso da metodologia de índice de peróxido;

Aos nossos fornecedores de matérias-primas: DuPont, Bunge, Agropalma, Chemyunion, Cooperativa Agrária e a International Flavors & Fragrances Inc.;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), por meio da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), em especial ao Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA), pelo suporte institucional;

Às bancas de qualificação e examinadora pelas contribuições valiosas para o enriquecimento e melhoramento da qualidade dessa dissertação.

Muito obrigado a todos vocês que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho!

RESUMO

A gordura é um ingrediente essencial na elaboração de biscoitos. As gorduras *trans* e saturadas, comprovadamente prejudiciais à saúde humana, estão relacionadas com a incidência de doenças cardiovasculares. Por conta disso, diversos órgãos reguladores de alimentos em todo o mundo decidiram proibir o uso das gorduras *trans* e têm incentivado a redução das gorduras saturadas em alimentos, o que tem causado uma busca por novas tecnologias que sejam eficazes na substituição das gorduras *trans* e saturadas em alimentos, dentre elas, a tecnologia de oleogéis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de oleogéis como substitutos de gorduras saturadas na qualidade de biscoitos doces laminados tipo Maria. Foram produzidas formulações de oleogéis à base de óleo de girassol alto oleico (HOSO), com monoestearato de sorbitana (S), monoglicerídeos (M) e *hardfat* de óleo de palma (H) como agentes estruturantes, variando as proporções de cada um de acordo com um Planejamento de Misturas. As matérias-primas lipídicas foram caracterizadas quanto aos índices de acidez e de peróxido, composição em ácidos graxos, conteúdo de gordura sólida (SFC) e índice de iodo calculado. Os oleogéis produzidos foram avaliados visualmente quanto à sua estabilidade de gel, dureza e migração de óleo. Também foi avaliada a composição centesimal, propriedades reológicas (farinografia e extensografia e teores e índice de glúten) da farinha de trigo utilizada na formulação dos biscoitos. As amostras de oleogéis foram aplicados em biscoitos laminados tipo Maria, substituindo totalmente o óleo de palma (PO). Os biscoitos foram avaliados quanto aos parâmetros físicos e químicos (umidade, atividade de água, teor de lipídeos e cor instrumental, diâmetro, espessura, crescimento vertical e horizontal, fator de expansão, volume específico e dureza instrumental) e sensoriais (testes de aceitação e de intenção de compra). Foi analisada, ainda, a vida de prateleira dos biscoitos por 6 meses, em que foram avaliados os parâmetros de umidade, atividade de água (a_w), índice de peróxido, cor e textura instrumental e migração de óleo. Os oleogéis com 2 a 6 % de S em sua composição apresentaram os menores valores de dureza, maiores taxas de maior migração de óleo e consistência mais fluida. Por outro lado, o H, isolado ou combinado, foi o componente das misturas que teve efeito mais positivo sobre os valores de dureza dos oleogéis, produzindo os géis mais firmes, o que foi refletido em menores perdas de óleo. Não houve alterações significativas nos parâmetros tecnológicos e sensoriais dos biscoitos contendo oleogéis. A maioria apresentou dureza próxima à formulação elaborada com gordura padrão (com PO) e, de forma geral, todas as amostras foram bem aceitas pelos provadores, não havendo nenhuma que tenha sido completamente rejeitada. A maioria das formulações de biscoitos contendo oleogéis apresentou aceitação global e intenção de compra estatisticamente similar ($p > 0,05$) ao biscoito padrão. Quanto à estabilidade dos biscoitos na estocagem, não foram observadas alterações de qualidade significativas pelos parâmetros avaliados ao longo de seis meses. Com base nos valores totais de gordura saturada e insaturada das formulações de biscoitos elaboradas, foi possível alcançar uma redução de 70,42 % de gordura saturada e um aumento entre 72,50 % de gordura insaturada nos biscoitos com os oleogéis, em comparação com o biscoito padrão. Assim, este estudo indica que oleogéis de óleo de girassol alto oleico estruturados com monoestearato de sorbitana, monoglicerídeos e/ou *hardfat* de óleo de palma podem ser utilizados em biscoitos laminados como possíveis substitutos do óleo de palma convencionalmente utilizado, apresentando-se como uma alternativa tecnologicamente viável e promissora, livre de ácidos graxos *trans* e com baixos níveis de ácidos graxos saturados.

Palavras-chave: produtos de padaria; substitutos de gorduras; ácidos graxos saturados; ácidos graxos *trans*.

ABSTRACT

Fat is an essential ingredient in biscuits. *Trans* and saturated fats, proven to be harmful to human health, are related to the incidence of cardiovascular diseases. Because of this, several food regulatory agencies around the world have decided to ban the use of *trans* fats and have encouraged the reduction of saturated fats in food products. This has caused a search for new technologies that are effective in the replacement of *trans* and saturated fats in food, among them, the technology of oleogels. The aim of this work was to evaluate the effect of the application of oleogels as substitutes for saturated fats on the quality of sweet laminated cookies (Marie type). High oleic sunflower oil (HOSO) oleogel formulations were produced, with sorbitan monostearate (S), monoglycerides (M) and palm oil hardfat (H) as structuring agents, varying the proportions of each according to a Mixture Design. Lipid raw materials were characterized in terms of acid and peroxide value, fatty acid composition, solid fat content (SFC) and calculated iodine value. The oleogels produced were visually evaluated for their gel stability, hardness, and oil migration. The proximate composition, rheological properties (farinographic, extensographic and gluten contents and index) of the wheat flour used for biscuit formulation were also evaluated. The oleogel samples were applied in laminated biscuits, totally substituting the palm oil (PO). The cookies were evaluated for physical and chemical (moisture, water activity, lipid content and instrumental color, diameter, thickness, vertical and horizontal growth, spread ratio, specific volume, and instrumental hardness) and sensory (acceptance tests and of purchase intention) parameters. The storage behavior of the cookies for 6 months was also analyzed, during which the parameters moisture content, water activity (aw), peroxide value, instrumental color and texture, and oil migration were evaluated. Oleogels that contained 2 to 6 % of S in their composition had the lowest hardness values, higher rates of oil migration and more fluid consistency. On the other hand, H, alone or combined, was the component of the mixtures that had the most positive effect on the hardness of oleogels, producing the firmer gels, which was reflected in lower oil losses. There were no significant changes in the technological and sensory parameters of the biscuits produced with the oleogels. Most of them presented hardness close to the formulation with the standard fat (with PO). In general, all biscuit samples were well accepted by consumers, and none was completely rejected. Most biscuit formulations containing oleogels had acceptance and purchase intent scores similar to the standard biscuit ($p > 0.05$). As for the storage stability of the biscuits, no significant quality changes were observed through the parameters evaluated during the 6 months period. Based on the total values of saturated and unsaturated fats in the biscuit formulations prepared, it was possible to achieve a reduction of 68.53 to 70.42 % saturated fat and an increase between 71.34 and 72.50 % unsaturated fat in the biscuits with oleogels compared to the standard biscuits. Thus, this study indicates that high oleic sunflower oil oleogels structured with sorbitan monostearate, monoglycerides and/or palm oil hardfat can be used in laminated biscuits for possible replacement of conventional fat, presenting themselves as a technologically viable and promising alternative, free of *trans* fatty acids and with low levels of saturated fatty acids.

Keywords: baked products; fat substitutes; saturated fatty acids; *trans* fatty acids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de produção dos biscoitos laminados tipo Maria.....	39
Figura 2. Conteúdo de gordura sólida do óleo de palma.	48
Figura 3. Diagrama triangular para a dureza dos oleogéis.	50
Figura 4. Diagrama triangular para a migração de óleo dos oleogéis.	50
Figura 5. Classificação dos oleogéis de acordo com a avaliação visual em 2, 3 e 7 dias após a preparação.....	53
Figura 6. Aparência física dos oleogéis após 7 dias de avaliação	54
Figura 7. Diagrama triangular da dureza dos biscoitos	60
Figura 8. Dureza dos biscoitos durante a estocagem.....	65
Figura 9. Umidade dos biscoitos durante a estocagem.....	66
Figura 10. Atividade de água dos biscoitos durante a estocagem	67
Figura 11. Migração de óleo dos biscoitos durante a estocagem	69
Figura 12. Índice de peróxido dos biscoitos durante a estocagem.	70
Figura 13. Cor instrumental dos biscoitos durante a estocagem	72
Figura 14. Aparência física dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico submetidos à análise sensorial.....	75
Figura 15. Aceitação sensorial dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.	76
Figura 16. Intenção de compra dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores codificados e concentrações dos oleogéis com 3 agentes estruturantes	35
Tabela 2. Classificação para avaliação visual dos oleogéis.....	36
Tabela 3. Formulação para a produção dos biscoitos laminados tipo Maria.....	39
Tabela 4. Valores de índice de acidez e índice de peróxido do óleo de girassol alto oleico (HOSO) e do óleo de palma (PO).....	45
Tabela 5. Composição em ácidos graxos e índice de iodo calculado das matérias-primas lipídicas.....	46
Tabela 6. Avaliação da dureza, migração de óleo e estabilidade visual do gel de oleogéis	49
Tabela 7. Composição centesimal da farinha de trigo	55
Tabela 8. Propriedades reológicas da farinha de trigo.....	57
Tabela 9. Propriedades dimensionais e dureza dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.	58
Tabela 10. Umidade, atividade de água, índice de peróxido, migração de óleo e cor instrumental dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico	62
Tabela 11. Composição em ácidos graxos estimada* dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.....	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Biscoitos laminados	17
2.1.2 Ingredientes	18
2.1.2.1 <i>Farinha de trigo</i>	18
2.1.2.2 <i>Açúcar</i>	19
2.1.2.3 <i>Gordura</i>	19
2.1.2.4 <i>Fermento químico</i>	20
2.1.2.5 <i>Outros ingredientes</i>	20
2.1.3 Processo de produção	22
2.1.3.1 <i>Pesagem e mistura dos ingredientes</i>	22
2.1.3.2 <i>Descanso da massa</i>	22
2.1.3.3 <i>Laminação</i>	22
2.1.3.4 <i>Corte e estampagem</i>	23
2.1.3.5 <i>Forneamento</i>	23
2.1.3.6 <i>Resfriamento e embalagem</i>	23
2.2 Gorduras <i>trans</i> e saturadas	24
2.2.1 <i>Aspectos nutricionais</i>	25
2.2.2 <i>Aspectos regulatórios</i>	26
2.2.3 <i>Substitutos de gordura convencionais</i>	27
2.3 Tecnologia de oleogéis	28
2.3.1 <i>Agentes estruturantes</i>	28
2.3.2 <i>Fase oleosa contínua</i>	29
2.4 Aplicação de oleogéis em produtos de panificação	30
3 OBJETIVOS	32
3.1 Geral	32
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Material	33
4.1.1 <i>Matérias-primas e ingredientes</i>	33
4.2 Métodos	33
ETAPA I:	33
4.2.1 <i>Caracterização das matérias-primas lipídicas</i>	33
4.2.2 <i>Planejamento experimental</i>	34
4.2.3 <i>Preparação dos oleogéis</i>	35

4.2.4 Avaliação dos oleogéis	35
4.2.4.1 Dureza	35
4.2.4.2 Migração de óleo	36
4.2.4.3 Estabilidade visual de gel	36
ETAPA II:	37
4.2.5 Caracterização da farinha de trigo	37
4.2.5.1 Composição centesimal	37
4.2.5.1.1 Umidade:	37
4.2.5.1.2 Proteínas	37
4.2.5.1.3 Lipídeos	37
4.2.5.1.4 Cinzas	37
4.2.5.1.5 Carboidratos	38
4.2.5.2 Análises reológicas	38
4.2.5.2.1 Farinografia	38
4.2.5.2.2 Extensografia	38
4.2.5.2.4 Teores e índice de glúten	38
4.2.6 Produção dos biscoitos	38
4.2.6.1 Formulação	38
4.2.6.2 Processamento	39
4.2.7 Propriedades dos biscoitos	40
4.2.7.1 Propriedades dimensionais e dureza instrumental	40
4.2.7.1.1 Crescimento horizontal e vertical no forneamento	40
4.2.7.1.2 Fator de expansão	41
4.2.7.1.4 Dureza instrumental	41
4.2.7.2 Umidade, atividade de água, cor instrumental, migração de óleo e índice de peróxido	41
4.2.7.2.1 Umidade	41
4.2.7.2.2 Atividade de água	41
4.2.7.2.3 Migração de óleo	41
4.2.7.2.4 Índice de peróxido	41
4.2.7.2.5 Cor instrumental	42
4.2.7.3 Estabilidade dos biscoitos durante a estocagem	42
4.2.7.4 Propriedades sensoriais	42
4.2.7.5 Composição em ácidos graxos estimada e cálculo da redução de gordura saturada nos biscoitos	43
4.2.8 Análise estatística	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Caracterização das matérias-primas lipídicas	45
5.1.1 Índice de acidez e índice de peróxido	45

5.1.2 Composição em ácidos graxos e índice de iodo calculado	45
5.1.3 Conteúdo de gordura sólida (SFC).....	47
5.2 Avaliação dos oleogéis.....	48
5.2.1 Dureza e migração de óleo	48
5.2.2 Estabilidade visual do gel	52
ETAPA II:	55
5.3 Caracterização da farinha de trigo.....	55
5.3.1 Composição centesimal	55
5.3.2 Análises reológicas	56
5.4 Propriedades dos biscoitos.....	58
5.4.1 Propriedades dimensionais e dureza instrumental	58
5.4.2 Umidade, atividade de água, índice de peróxido, migração de óleo e cor instrumental	61
5.4.3 Estabilidade dos biscoitos durante a estocagem.....	64
5.4.4 Propriedades sensoriais.....	74
5.4.4.1 Teste de aceitação	74
5.4.4.2 Teste de intenção de compra	78
5.4.5 Composição em ácidos graxos e percentual de redução da gordura saturada nos biscoitos ...	80
6 CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE.....	94

1 INTRODUÇÃO

Os biscoitos doces são produtos de panificação muito populares e atrativos para os consumidores, principalmente por seus atributos sensoriais agradáveis e praticidade de consumo. No entanto, entre os principais problemas associados a esses produtos estão os seus elevados teores de gordura saturada e de açúcar, que os caracterizam como alimentos altamente calóricos, estando na contramão da tendência de consumo de alimentos mais saudáveis.

A gordura, junto com a farinha de trigo e o açúcar, é um dos principais ingredientes na formulação de biscoitos doces e desempenha importantes funções. A gordura contribui para melhorar a textura, o sabor, o volume, o *mouthfeel* e a palatabilidade dos biscoitos. Além disso, tem efeito lubrificante e encurtador da massa, serve de barreira para a umidade e facilita a transferência de calor durante o forneamento (DREWNOWSKI, 2009; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998; GRIGELMO-MIGUEL; CARRERAS-BOLADERAS; MARTÍN-BELLOSO, 2001; ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002).

Atualmente, com a proibição da utilização de gordura parcialmente hidrogenada em alimentos ao redor do mundo, pela presença de ácidos graxos *trans*, a principal base lipídica utilizada em biscoitos é o óleo de palma (refinado, interesterificado ou fracionado), que possui um elevado teor de ácidos graxos saturados (cerca de 51 %) em sua composição. O elevado consumo de ácidos graxos saturados é também comprovadamente prejudicial à saúde humana, com forte relação com a incidência de doenças cardiovasculares, como infarto do miocárdio e Acidente Vascular Cerebral (AVC), em decorrência do aumento dos níveis de LDL-colesterol que esses ácidos graxos provocam (MARCKMANN, 2000). Por conta disso, os órgãos reguladores de saúde ao redor do mundo, além da eliminação da gordura *trans*, têm incentivado a redução do teor de gordura saturada em alimentos. Além disso, há uma crescente consciência por parte dos consumidores sobre a relação entre alimentação e saúde e, portanto, há uma demanda por alimentos com reduzidos níveis de gorduras saturadas e *trans*, consideradas ruins.

No âmbito da substituição de gorduras convencionais (*shortenings*) em biscoitos, diversas alternativas têm sido testadas, dentre elas, a utilização de óleos vegetais e de produtos à base de carboidratos, proteínas e lipídeos. Em geral, é possível utilizar óleo vegetal nesses produtos, mas essa aplicação resulta em produtos com maior migração de óleo, de menor crocância e com estabilidade oxidativa reduzida durante a vida útil. Além disso, as propriedades reológicas da massa podem ser afetadas por conta da baixa viscosidade do óleo

(JANG *et al.*, 2015). Por outro lado, a substituição de *shortenings* por ingredientes à base de carboidratos, proteínas e lipídeos possui êxito apenas quando aplicados de forma parcial nos produtos (LIM; INGLET; LEE, 2010), não permitindo reduções completas de gordura saturada nos alimentos.

No contexto das abordagens que podem ser exploradas para a redução da gordura saturada em alimentos, a tecnologia de oleogéis se apresenta como uma alternativa promissora para se obter uma estrutura semissólida similar a uma gordura, ideal para a elaboração de produtos com propriedades físicas e sensoriais aceitáveis. Esta tecnologia é relativamente simples e de baixo custo, e está baseada na estruturação de óleos vegetais em forma de gel tridimensional e termorreversível, por meio do uso de estruturantes em baixa concentração (CO; MARANGONI, 2012). Ela apresenta como principais vantagens a não formação de isômeros *trans*, e a não modificação química da estrutura do óleo. A utilização de oleogéis em biscoitos poderia evitar problemas resultantes da substituição das gorduras atualmente utilizadas, como por exemplo, mudanças drásticas de textura, liberação de óleo e oxidação lipídica (STORTZ *et al.*, 2012).

Estudos anteriores têm mostrado que, em geral, é possível substituir *shortenings* por formulações de oleogéis em biscoitos, sem grandes alterações das propriedades tecnológicas (HWANG; SINGH; LEE, 2016; JANG *et al.*, 2015; YILMAZ; ÖLÜTCÜ, 2015). Mas, o grande desafio, ainda, é alcançar características sensoriais atraentes aos consumidores, o que é normalmente limitado pela utilização de oleogéis contendo ceras como agentes estruturantes (MERT; DEMIRKESEN, 2016a). Entretanto, ainda são poucos os estudos sobre a utilização de oleogéis em biscoitos e, no caso de biscoitos laminados tipo Maria, não foram encontrados relatos dessa aplicação na literatura científica. É importante testar o uso de diferentes formulações de oleogéis nos mais variados tipos de biscoitos existentes, os quais contêm diferentes teores de gordura em sua composição e possuem características específicas de qualidade e de processo.

Portanto, visando o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis por meio da redução de gordura saturada, e a ampliação do conhecimento acerca do uso de oleogéis em biscoitos, o objetivo deste trabalho foi reduzir o teor gordura saturada em biscoitos laminados tipo Maria utilizando oleogéis à base de óleo de girassol alto oleico estruturado com monoestearato de sorbitana, monoglicerídeos e *hardfat* de óleo de palma, e avaliar o efeito dessa substituição sobre a qualidade tecnológica e sensorial desses produtos, além de sua estabilidade na estocagem.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Biscoitos laminados

Existem diversas pesquisas voltadas para a área de ciência e tecnologia de cereais que têm estudado amplamente novas tecnologias aplicadas aos produtos de panificação. Entre esses produtos, o biscoito se destaca por ser um alimento versátil da indústria alimentícia, que ocupa uma posição significativa devido às suas características atraentes, como maior vida útil, sabor variado e textura, bem como seu grande consumo. Por causa disso, há um vasto interesse da indústria em melhorar a qualidade nutricional do biscoito para atender à enorme demanda do consumidor por alimentos com ingredientes mais saudáveis e nutritivos, mantendo seu sabor e crocância (AREPALLY *et al.*, 2020).

A palavra biscoito vem do latim *panis biscocetus*, que significa pão cozido duas vezes, uma referência à prática inicial de assar o produto em forno quente e então transferi-lo a um forno mais frio, que era feito por marinheiros, com o objetivo de conservar o alimento por mais tempo durante as grandes navegações (CAUVAIN, 2016a). A Legislação Brasileira define biscoitos como “produtos obtidos pela mistura de farinhas, amidos e/ou féculas com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005), os quais são caracterizados principalmente por sua baixa atividade de água (0,1 a 0,3), baixo teor de umidade (2 a 5 %) e crocância elevada (MILLER, 2016).

Atualmente, o Brasil ocupa a quarta oposição no *ranking* mundial de vendas de biscoitos, com registro de 1,53 milhão de toneladas comercializadas em 2020. O faturamento atingiu R\$ 20 bilhões, com crescimento de 5,50 % na comparação com 2019 (R\$ 18,97 bilhões). O biscoito está presente em 98 % dos lares brasileiros, independente da classe social, e seu consumo *per capita* no Brasil tem girado em torno de 7,2 kg/pessoa/ano, com expectativa de crescimento nos próximos anos, devido aos novos lançamentos e adequação dos produtos ao mercado (ABIMAPI, 2020).

Os biscoitos são segmentados em Recheados, Crackers e Água e Sal, *Wafers*, Maria e Maisena, Secos e Doces, Amanteigados, Salgados, Rosquinhas e outros. Os biscoitos tipo Maria estão entre os mais consumidos no Brasil nos últimos 3 anos, com vendas girando em torno de 200 milhões de toneladas, e com um faturamento médio de 2 bilhões de reais (ABIMAPI, 2020).

Os biscoitos tipo Maria fazem parte da categoria de biscoitos semidoces duros laminados. Trata-se de um produto originado na Europa e na Ásia, onde são consumidos normalmente com chá e café, sem apresentar cobertura ou recheio. Esse tipo de biscoito é caracterizado por um *flavor* relativamente sutil, por uma cor uniforme e atraente, com textura variando entre o duro e o delicado, e superfície lisa e clara (MANLEY, 2011a). Quanto à composição, destaca-se pelo seu conteúdo de gordura na faixa de 15 a 22 % (base farinha), combinado com grandes proporções de açúcar. Por fim, esses produtos são sempre distinguidos pela palavra “Maria” ou “Marie” estampados na superfície dos biscoitos (SYKES; DAVIDSON, 2020).

2.1.2 Ingredientes

Os ingredientes que fazem parte da formulação do biscoito laminado tipo Maria incluem: farinha de trigo, açúcar granulado e invertido, gordura vegetal, amido de milho, sal, fermento químico (bicarbonatos de sódio e de amônio, fosfato monocálcico e pirofosfato ácido de sódio), água, lecitina, agentes redutores (metabissulfito de sódio ou L-cisteína) e proteases (SYKES; DAVIDSON, 2020).

2.1.2.1 Farinha de trigo

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na produção de biscoitos. Deve ser fraca, ou seja, com menor quantidade das proteínas formadoras da rede de glúten (gliadina e glutenina), e devem apresentar baixa absorção de água, alta extensibilidade e baixa elasticidade. A farinha também deve ter granulometria fina e baixo teor de amido danificado (BERNUSSI, 1996).

Especificamente para os biscoitos laminados tipo Maria, a farinha deve ser média ou fraca, extensível e pouco elástica, pois uma farinha forte pode interferir no processo de laminação pela alta elasticidade e resultar em retração da lâmina e deformações. Farinhas com alta absorção de água e com granulometria mais grossa afetam a consistência desejada da massa desse tipo de biscoito e o gasto energético para a retirada da água no forneamento. Ainda, com objetivo de reduzir a absorção de água, é desejável uma farinha com uma menor quantidade de amido danificado (LABUSCHAGNE; CLAASSEN; VAN DEVENTER, 1997; WADE, 1989).

2.1.2.2 Açúcar

O açúcar é um ingrediente essencial na formulação da maioria dos biscoitos. Além de conferir doçura e sabor, as variadas formas de açúcar utilizadas em biscoitos são responsáveis pela cor, textura, expansão e aparência, pelo aumento do volume; auxilia na formatação, na retenção de umidade e propicia produto atrativo. Na indústria de biscoitos, os açúcares são utilizados das seguintes formas: granulados, como sacarose (açúcar refinado, cristal e de confeitiro) e dextrose; e xaropes, como glicose, frutose, e açúcar invertido. Dentre esses tipos de açúcar, a sacarose é a mais utilizada, mas raramente é usada como o único açúcar em formulações de biscoitos. São adicionadas pequenas quantidades de xaropes de glicose na maioria das formulações para reter umidade e melhorar a textura e a cor do produto (MANLEY, 2011b, 2011c; SMITH, 1972).

2.1.2.3 Gordura

Em biscoitos laminados, e na maioria dos biscoitos, a gordura é o terceiro componente em maior quantidade na formulação, após a farinha de trigo e o açúcar. Nesses produtos, a gordura possui múltiplas funções, dentre as quais se destacam: atribuição de suavidade, manutenção da qualidade e textura, melhoramento do sabor e sensação na boca (*mouthfeel*), e influência direta sobre as propriedades mecânicas dos biscoitos (GRIMALDI; GONÇALVES, 2009). A gordura também tem a função de aumentar a aeração e o volume, influenciando a densidade e a textura da massa; afeta a transferência de calor e a espalhabilidade (influenciando as dimensões), e ainda contribui para a estrutura do produto (ATKINSON, 2011; LAI; LIN, 2007).

Na fabricação de biscoitos, a gordura pode ser adicionada diretamente na massa, integrar recheios e coberturas, e ainda ser aspergida na forma de “spray” sobre a superfície do produto para a adesão de sal e condimentos. As principais formas de gorduras presentes em biscoitos são: óleo vegetal (óleo de palma, óleo de girassol, etc.) e, principalmente, gordura vegetal obtida por diferentes processos de modificação de óleos, como hidrogenação, interesterificação e fracionamento, as quais são designadas de *shortenings*, que é um termo usado para descrever uma das principais funções de gordura em biscoitos que é encurtar a massa a fim de conferir principalmente a crocância típica de biscoitos (ATKINSON, 2011).

A gordura mais utilizadas na fabricação industrial de biscoitos tipo Maria, no Brasil, atualmente, é o óleo de palma fracionado ou interesterificado, que é descrita nos rótulos

desses produtos como “gordura vegetal” ou “gordura vegetal de palma”, e que possui altos teores de ácidos graxos saturados em sua composição.

Um levantamento dos teores de gorduras totais, *trans* e saturadas descritas nos rótulos de 14 marcas comerciais de biscoitos tipo Maria realizado por Barros, Leite & Steel (2021) demonstrou que os conteúdos de gordura saturada variaram de 0,4 a 2,1 g/porção de 30 g, equivalente a percentuais de 1,33 a 7,0 % nos produtos. Do total de marcas avaliadas, duas apresentaram gordura *trans* em sua tabela nutricional, com um conteúdo de 0,6 g/porção de 30 g, equivalente a 2 % nesses produtos. Isso demonstra que, mesmo em menor frequência, ainda há a presença de gordura *trans* em biscoitos tipo Maria do mercado brasileiro e que há uma quantidade muito significativa de gordura saturada nesses produtos, o que reforça a necessidade de buscar tecnologias a fim de solucionar esse problema.

2.1.2.4 Fermento químico

Os agentes de aeração normalmente utilizados em biscoitos, que são denominados de fermento químico, são um grupo de sais predominantemente inorgânicos que, quando adicionados à massa, de forma individual ou em combinação, produzem gases que formam os alvéolos para o desenvolvimento da estrutura e textura de um biscoito durante o forneamento (MANLEY, 2011d).

Os sais mais usados em biscoitos são os bicarbonatos de sódio (NaHCO_3) e de amônio (NH_4HCO_3) e o sais ácidos mais utilizados na indústria atualmente são o fosfato monocalcico (MCP) e o pirofosfato ácido de sódio (SAPP). O bicarbonato de sódio, na presença de água, reage com o sal ácido, em uma reação de neutralização, liberando dióxido de carbono (CO_2). Já o bicarbonato de amônio se dissocia completamente no assamento, liberando CO_2 , gás de amônia e água. É altamente solúvel e muito alcalino, o que deixa a massa com consistência macia, fazendo com que se requeira uma quantidade menor de água para alcançar a consistência desejada. Sua dissociação é particularmente mais rápida à temperatura de forneamento ($\sim 60^\circ\text{C}$). É importante a volatilização completa da amônia durante o forneamento, para evitar o surgimento de sabor indesejável (MANLEY, 2011d).

2.1.2.5 Outros ingredientes

Os demais microingredientes, aditivos e coadjuvantes de tecnologia utilizados no processamento industrial de biscoitos laminados tipo Maria são: sal, emulsificantes, aromatizantes, agentes redutores e proteases.

O cloreto de sódio (NaCl) é o principal sal usado em formulações de biscoitos, cuja concentração mais comum é em torno de 1-1,5 %, base farinha. O sal possui as seguintes funções tecnológicas em produtos de panificação: realçar e equilibrar o sabor, fortalecer a rede de glúten, deixando a massa menos pegajosa, reduzir a absorção de água, melhorar a retenção de gás e contribuir com uma melhor textura e volume do produto. Em massas onde o desenvolvimento da rede de glúten não é desejado, o sal atua enrijecendo a rede de glúten, resultando em uma massa menos pegajosa (LAI; LIN, 2007; MANLEY, 2011d).

A lecitina é o principal emulsificante utilizado em biscoitos. Trata-se de uma substância natural proveniente da soja, composta majoritariamente por fosfolipídios, que possuem uma cabeça polar e uma cauda apolar em sua estrutura, tendo, assim, afinidade por água e por óleo. Em biscoitos, a lecitina possui função estabilizante de emulsões água em óleo e modifica a cristalização da gordura. Por complexar-se com o amido, proteínas e açúcar, altera a consistência da massa, o inchamento e a gelatinização do amido. A utilização de lecitina em formulações de biscoitos é recomendada devido ao seu efeito na textura, que leva à redução do nível de gordura e consequente redução do custo da formulação (MANLEY, 2011d). A dosagem usual de lecitina em biscoitos para alcançar o efeito desejado é de 0,2 % (base farinha). Adições mais elevadas podem resultar em diminuição de volume (ZHOU; HUI, 2014).

Em biscoitos semidoces duros, como os tipo Maria, são adicionados aromas de baunilha, caramelo e/ou cítricos como realçadores de *flavor*, embora parte dessa adição seja prejudicada pelo processamento, no qual ocorrem perdas significativas de aroma (MANLEY, 2011e).

O metabissulfito de sódio (SMS) é um agente redutor que enfraquece a rede de glúten, atuando principalmente através da hidrólise das ligações dissulfeto da glutenina, o que diminui a característica de elasticidade da massa. A utilização desse agente redutor aumenta a extensibilidade do glúten, reduzindo o trabalho mecânico e a quantidade de água e, dessa forma, facilitando o processo de laminação (GOMES-RUFFI; NABESHIMA; MONTENEGRO, 2009; MANLEY, 2011e).

Por fim, as enzimas proteases são usadas em biscoitos a fim de reduzir a força e a resistência da farinha por meio da hidrólise das ligações peptídicas das proteínas formadoras da rede proteica. Atuam tanto na gliadina como na glutenina, e contribuem para a obtenção de uma massa extensível, desejável para biscoitos laminados (GOMES-RUFFI; NABESHIMA; MONTENEGRO, 2009; MANLEY, 2011e).

2.1.3 Processo de produção

O processo de produção dos biscoitos laminados tipo Maria é composto pelas etapas de: pesagem e mistura dos ingredientes, descanso da massa, laminação, corte e estampagem, forneamento, e resfriamento e embalagem.

2.1.3.1 *Pesagem e mistura dos ingredientes*

Antes de dar início à produção dos biscoitos, as matérias-primas devem ser pesadas precisamente conforme a formulação. As massas de biscoitos semidoces são formadas pelo método “*all-in*”, que consiste em juntar todos os ingredientes ao mesmo tempo em uma batedeira horizontal, com exceção do fermento, que é dissolvido e adicionado na massa no final (DAVIDSON, 2019).

Nessa etapa, acontece a homogeneização dos ingredientes, dispersão de sólidos em líquidos ou de líquidos em líquidos, formação de soluções de sólidos em líquidos, desenvolvimento do glúten, aeração da massa e aumento da temperatura da massa até a temperatura ideal para o final da mistura. A massa deve ser amassada até alcançar a consistência correta para ser laminada (MANLEY, 2011b; SYKES; DAVIDSON, 2020).

2.1.3.2 *Descanso da massa*

Para diminuir o estresse do processo de mistura e tornar a massa mais extensível, esta deve descansar por um período de 30 a 45 minutos. Se na formulação houver sulfito, metabissulfito de sódio ou enzimas, o descanso não pode ser muito longo para evitar a ação desses agentes durante essa etapa e uma possível deterioração da massa. Ainda, é importante cobrir a massa durante o período de descanso para evitar o ressecamento da superfície da massa (SOMERS, 1974; WADE, 1989).

2.1.3.3 *Laminação*

É a etapa que adequa a espessura da massa para o corte e a estampagem dos biscoitos. Esse processo de laminação é caracterizado pela redução progressiva da espessura da massa através de uma série de rolos calibrados em sequência. Para biscoitos semidoces duros, a espessura final geralmente usada é entre 1 e 3 mm. Essa etapa favorece o desenvolvimento do glúten (BERNUSSI, 1996; MANLEY; CLARK, 2011a).

2.1.3.4 Corte e estampagem

Para esse tipo de biscoito, os cortadores mais utilizados são do tipo prensa. Os cortadores desse tipo devem sempre funcionar bem regulados, a fim de que se obtenham biscoitos com uniformidade de peso e aparência. Esses cortadores podem ser tradicionais, que pressionam a lâmina de massa com movimentos de subida e descida, cortando as unidades de massa; ou podem ser rolos de estampagem, que são rolos rotativos de borracha que pressionam a massa laminada provocando o corte. Há ainda a opção de utilizar rolos combinados em que um rolo faz a estampagem e depois outro rolo efetua o corte (MORETTO; FETT, 1999).

Nessa etapa, são feitos os furos na superfície da massa cortada. Isso é importante para facilitar a saída de água e ar durante o forneamento, evitando a formação de bolhas na superfície do biscoito ao final do processo (CAUVAIN, 2016b).

2.1.3.5 Forneamento

O forneamento de biscoitos é dividido em três fases. Na primeira, ocorre a expansão da massa, provocada pela liberação de gás carbônico e amônia do fermento químico e pela expansão dos gases pela ação do calor; na segunda, ocorre redução de umidade, que é importante para aumentar a vida útil e conferir crocância ao produto; e, na terceira, ocorre a mudança de cor, que é decorrente das reações de Maillard e de caramelização (GOMES-RUFFI; NABESHIMA; MONTENEGRO, 2009; MANLEY; CLARK, 2011b).

O tempo e a temperatura estimados de forneamento dependem das condições de processo e tipos de forno, mas geralmente, na indústria, trabalha-se com tempo total de forneamento entre 5 e 6,5 min e a temperatura varia de 170 a 270 °C. Ao final do processo de forneamento, a espessura do biscoito pode ser aumentada de 4 a 5 vezes em relação à espessura de entrada (MANLEY; CLARK, 2011b; MORETTO; FETT, 1999; SMITH, 1972), e a umidade e a atividade de água são reduzidas a valores próximos a 5 % e 0,3, respectivamente.

2.1.3.6 Resfriamento e embalagem

Os biscoitos saem moles do forno e com a umidade não distribuída uniformemente e, por isso, eles precisam ser resfriados antes de serem embalados. Nessa operação, é preciso ter cuidado para evitar as trincas (*checking*) provocadas pelo resfriamento inadequado e/ou pelo excesso de umidade no biscoito. Por isso, é importante que o gradiente de umidade entre o

centro e as extremidades do biscoito seja o menor possível (0,5-1,0 %) e o resfriamento deve ser lento, evitando-se correntes de ar (GOMES-RUFFI; NABESHIMA; MONTENEGRO, 2009; MANLEY, 2011b; MILLER, 2016).

Por serem produtos altamente higroscópicos, os biscoitos têm tendência à absorver umidade do ambiente e, por esse motivo, devem ser acondicionados em embalagens que impeçam a entrada de vapor de água e que protejam contra a entrada de luz e oxigênio, para evitar a oxidação lipídica (GOMES-RUFFI; NABESHIMA; MONTENEGRO, 2009; MORETTO; FETT, 1999; WADE, 1989).

2.2 Gorduras *trans* e saturadas

A gordura é um ingrediente essencial na elaboração de biscoitos e pode ser utilizada de diferentes formas (óleos ou gorduras hidrogenadas, fracionadas ou interesterificadas). Quimicamente, a gordura é constituída majoritariamente por triacilgliceróis, onde diferentes ácidos graxos se ligam à molécula de glicerol. Esses ácidos graxos podem ter diferentes comprimentos da cadeia carbônica e diferentes graus de insaturação (presença de duplas ligações). Os ácidos graxos insaturados podem ainda apresentar isomeria de posição geométrica (SCRIMGEOUR, 2005)

Os isômeros geométricos *cis* e *trans* são distinguidos apenas pela localização espacial dos átomos de hidrogênio da ligação dupla da cadeia carbônica do ácido graxo. Se os átomos de hidrogênio estiverem no mesmo lado da cadeia, tem-se a configuração *cis*. Por outro lado, se os átomos de hidrogênio da ligação dupla se encontrarem em lados opostos da cadeia, denomina-se configuração *trans*. Essa mudança de posição dos hidrogênios na molécula influencia diretamente as propriedades físico-químicas e tecnológicas dos óleos e gorduras (MARTIN *et al.*, 2005; MARTIN *et al.*, 2007).

Industrialmente, os ácidos graxos *trans* (AGT) podem ser formados, em menores quantidades, na etapa de desodorização do processo de refino de óleos vegetais. No entanto, a hidrogenação parcial de óleos vegetais é o principal meio de formação de isômeros *trans*, o que corresponde a cerca de 80 a 90 % dos AGT consumidos na dieta. Esse processo tem como objetivo alterar as propriedades físicas e químicas dos óleos, como sua composição, estrutura, consistência, estabilidade oxidativa e ponto de fusão, transformando-os em gorduras semissólidas, com características tecnológicas desejáveis para indústria de alimentos (LIST; KING, 2003; MARTIN; MATSUSHITA; SOUZA, 2004).

Os ácidos graxos saturados, por sua vez, são aqueles que não possuem duplas ligações em sua cadeia carbônica. Estão naturalmente presentes em óleos e gorduras, como manteigas de cacau e amendoim, óleo de palma e palmiste, coco e babaçu, mas também podem ser formados por meio de métodos de modificação lipídica, como interesterificação, hidrogenação parcial e total ou podem ser concentrados em métodos como o fracionamento (BIER, 2016; LÓPEZ-PEDROUSO *et al.*, 2021).

2.2.1 Aspectos nutricionais

Embora tenha vantagens do ponto de vista tecnológico, a modificação da estrutura química de um ácido graxo para a configuração *trans* pode interferir em diversos processos fisiológicos importantes, que afetam a sua função metabólica no organismo. Como exemplos, os AGT podem se incorporar à estrutura dos fosfolipídios. Além do mais, os AGT têm sido correlacionados com a inibição do metabolismo de ácidos graxos essenciais, como os ácidos linoleico – C18:2 e linolênico – C18:3. Contudo, o efeito negativo mais grave sobre a saúde, relacionado à ingestão de AGT, é o aumento do risco de surgimento de doenças cardiovasculares, uma vez que atuam aumentando os níveis da lipoproteína de baixa densidade (LDL), conhecida como “mau colesterol”, e diminuindo a lipoproteína de alta densidade (HDL), conhecida como “bom colesterol” (AUED-PIMENTEL *et al.*, 2003). Alguns estudos também têm associado a incidência de infertilidade, endometriose, cálculos biliares, doença de Alzheimer e diabetes tipo II ao consumo desses ácidos graxos (DOWNS; THOW; LEEDER, 2013; MOZAFFARIAN *et al.*, 2006; TEEGALA; WILLET; MOZAFFARIAN, 2009).

Os efeitos adversos dos ácidos graxos saturados (AGS) sobre a saúde são menos acentuados quando comparados aos efeitos dos AGT, pois os AGS promovem apenas aumento dos níveis de LDL-colesterol, sem interferir nos níveis de HDL-colesterol, diferentemente dos AGT. Ainda assim, se forem consumidos em altas concentrações frequentemente, os AGS podem se depositar nas artérias, podendo ocasionar problemas como infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC) (MARCKMANN, 2000).

Esses possíveis impactos oriundos da ingestão de gorduras *trans* e saturadas na saúde do consumidor são alguns dos exemplos de problemas que podem ser superados com a substituição de gorduras hidrogenadas pelas do tipo insaturadas (como óleos vegetais), que são consideradas mais saudáveis do ponto de vista nutricional (ROCHE, 2005).

2.2.2 Aspectos regulatórios

Pelos impactos na saúde dos consumidores, a Organização Mundial da Saúde (OMS) pediu a eliminação rápida, completa e sustentada das gorduras *trans* produzidas industrialmente e orientou a redução das gorduras saturadas da cadeia de alimentos (OMS, 2018). Em países como os Estados Unidos, os AGT não são mais permitidos e precisaram ser removidos completamente dos alimentos desde 2018 (FOOD DRUG ADMINISTRATION, 2015).

No Brasil, o processo de restrição às gorduras *trans* e saturadas começou em 2003, por meio da Resolução RDC nº 360/2003, que obrigou as empresas a declarar os percentuais de gorduras *trans* e saturadas nos rótulos das embalagens dos alimentos (BRASIL, 2003).

Em 2012, houve a alteração da legislação de Informação Nutricional Complementar (INC) por meio da RDC nº 54/2012, afetando também gorduras totais, saturadas e *trans*. Dentre os termos autorizados para a INC de alimentos, referentes ao conteúdo de gorduras saturadas e *trans*, preconiza-se que, para um alimento ser considerado “baixo em gordura saturada” deve ter, no máximo, 1,5 g de gorduras saturadas e *trans* (somadas) por 100 g ou 100 mL, cumprindo, ainda, o requisito de ser considerado zero *trans* ($< 0,1$ g/100 g ou 100 mL), e que a energia proveniente de gorduras saturadas não seja superior a 10 % do valor energético total do alimento. A mesma RDC determina que alimentos “reduzidos em gordura saturada” devem ter redução mínima de 25 % no conteúdo de gordura saturada, em relação ao alimento referência, sem resultar em um aumento das quantidades de ácidos graxos *trans* no alimento (BRASIL, 2012).

Em 17 de dezembro de 2019, a ANVISA, por meio da RDC nº 332/2019, decidiu proibir o uso das gorduras *trans* industriais em alimentos. O processo de remoção terá início em 2021, com a adoção do limite de 2 % de gorduras *trans* industriais sobre o total de gordura presente nos alimentos em geral, industrializados e comercializados no atacado e varejo. A partir do dia 1º de janeiro de 2023, as empresas do setor alimentício estarão proibidas de utilizar gordura parcialmente hidrogenada nas formulações de seus produtos (BRASIL, 2019).

Essas regulamentações têm incentivado a indústria a buscar tecnologias alternativas a fim de substituir tanto ácidos graxos *trans* como saturados, obtendo-se produtos que sejam aceitáveis do ponto de vista tecnológico, nutricional e sensorial. No entanto, este é um grande desafio, considerando a funcionalidade das gorduras *trans* e saturadas sobre a qualidade tecnológica de alguns alimentos (HUGHES *et al.*, 2009).

2.2.3 Substitutos de gordura convencionais

A restrição ao uso de gordura parcialmente hidrogenada aliada à demanda por gorduras livres de ácidos graxos *trans* (AGT), incentivou o estudo de processos de modificação de óleos e gorduras, promovendo, principalmente, as técnicas de fracionamento e interesterificação (GARCIA; MOREIRA GANDRA; BARRERA-ARELLANO, 2013).

O uso de fracionamento (separação física da oleína – fração líquida insaturada – e estearina – fração sólida saturada) é uma alternativa para a obtenção de bases lipídicas com propriedades físicas e plasticidade adequadas para uso em diversos produtos. Porém, apesar de não formar isômeros *trans*, o fracionamento não reduz o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS) em formulações lipídicas, pelo contrário, pode aumentar significativamente os teores de AGS nessas formulações para alcançar propriedades de cristalização, resistência térmica e consistência desejáveis para aplicação (MENAA *et al.*, 2013).

A interesterificação é atualmente o processo que apresenta maior disponibilidade para o mercado de alimentos. Nesse processo, não existe a isomerização de duplas ligações e não se altera o grau de saturação e a estrutura dos ácidos graxos. O que ocorre é a formação de inúmeros novos triacilgliceróis, pelo rearranjo dos ácidos graxos na estrutura do glicerol por meio de processos químicos ou enzimáticos (FONTENELE DOMINGUES *et al.*, 2015). Entretanto, além da manutenção de altos teores de gordura saturada, o processo de interesterificação ainda possui uma questão nutricional: a possibilidade de desenvolvimento de triacilgliceróis com ácidos graxos saturados na posição *sn-2* do glicerol. Os ácidos graxos localizados na posição central da molécula de triacilglicerol são mais facilmente absorvidos, levando ao aumento da absorção desse tipo de ácido graxo pelo organismo, podendo causar o aumento dos níveis de gordura no sangue (HUNTER, 2001).

Nesse sentido, a tecnologia de oleogéis se destaca como uma alternativa promissora para a substituição de gordura *trans* e para a redução de saturados, pois se trata de uma tecnologia que pode ser de baixo custo, caracterizada basicamente pela estruturação de óleos vegetais em forma de “gel” (com textura variada), podendo-se evitar problemas resultantes da substituição da gordura vegetal somente por óleos (alterações de textura e vazamento de óleo) (STORTZ *et al.*, 2012), sem a necessidade de modificar quimicamente a estrutura da molécula dos ácidos graxos, tampouco a dos triacilgliceróis, podendo ainda imitar as funções da gordura convencional em alimentos.

2.3 Tecnologia de oleogéis

A tecnologia de oleogéis é uma forma não convencional de estruturação de lipídeos, que consiste basicamente em sistemas lipídicos semissólidos, estruturados em forma de gel, onde uma fase contínua líquida oleosa (óleos vegetais) é aprisionada por uma rede tridimensional e termorreversível (PATEL *et al.*, 2013; ROGERS *et al.*, 2007).

A utilização dessa tecnologia em alimentos é muito viável e atrativa quando comparada com as tecnologias de estruturação convencional, pois pode fornecer características de plasticidade e consistência desejáveis industrialmente sem modificar a estrutura química dos óleos, especialmente, sem formar ácidos graxos *trans* e sem aumentar o conteúdo de ácidos graxos saturados, resultando em produtos com maior apelo nutricional (ROGERS; WRIGHT; MARANGONI, 2009).

Diversas estruturas de oleogéis têm sido desenvolvidas para aplicações nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e de alimentos. Os oleogéis podem apresentar diversas estruturas e conter os mais variados agentes estruturantes, que formam redes tridimensionais que imobilizam a fase líquida. Os mecanismos de estruturação compreendem mecanismos específicos, como automontagem (*self assembly*) e partículas cristalinas. As características físicas e propriedades dos agentes estruturantes são o que determina a forma e o tamanho dessas estruturas, bem como suas interações (PERNETTI *et al.*, 2007).

2.3.1 Agentes estruturantes

Os agentes estruturantes são materiais lipídicos capazes de reter um grande volume de óleo, eficazes em baixas concentrações. Através de interações não covalentes, formam estruturas moleculares que aprisionam o óleo, caracterizando o sistema dos oleogéis (CO; MARANGONI, 2012). Macromoléculas como lipídeos, proteínas, alguns carboidratos, e compostos de baixo peso molecular de natureza lipídica são alguns dos componentes que podem ser utilizados como elementos estruturantes (CHAVES; BARRERA-ARELLANO; RIBEIRO, 2018). A utilização desses componentes em conjunto pode causar um efeito sinérgico, podendo potencializar o efeito estruturante (PERNETTI *et al.*, 2007). Diversos materiais orgânicos com potencial de estruturação de matrizes lipídicas complexas têm sido reportados na literatura científica recente. Dentre eles, destacam-se os *hardfats*, como o *hardfat* de óleo de palma (H), e emulsificantes como os monoglicerídeos (M) e o monoestearato de sorbitana (S) (ROGERS; WRIGHT; MARANGONI, 2009; SILVA; ARELLANO, 2018; SIRAJ *et al.*, 2015).

Os *hardfats* são óleos vegetais totalmente hidrogenados que possuem grande potencial de estruturação em sistemas lipídicos. Além de apresentarem baixo custo, os *hardfats* possuem efeito estruturante e acelerador de processos de cristalização em fases lipídicas contínuas ou emulsionadas, devido à sua composição em ácidos graxos e triacilgliceróis (TAGs) (OMONOV; BOUZIDI; NARINE, 2010). O *hardfat* de óleo de palma (H), em especial, é composto majoritariamente por esteárico (50-60 %) e ácido palmítico (20-40 %) e possui comportamento polimórfico β' , que corresponde à propriedade de cristalinidade que lhe confere alta aplicabilidade em produtos de base lipídica (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Os monoglicerídeos (M) são compostos lipídicos formados por um ácido graxo esterificado a uma molécula de glicerol, que pode variar de acordo com o tamanho da cadeia e o grau de insaturação (CHEN; TERENCEV, 2010). Na tecnologia de oleogéis, os M estruturam óleos por meio de automontagem (*self assembly*), formação de micelas ou fases lamelares inversas após o resfriamento do gel formado. O mecanismo de estruturação dos M ocorre por meio da constituição das micelas pelos grupos hidrofílicos dos M em meio hidrofóbico (nesse caso, os óleos), resultando na formação de uma bicamada lipídica estabilizada por meio de ligações de hidrogênio (LOPEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2015; VALOPPI *et al.*, 2017).

O monoestearato de sorbitana (S) é um emulsificante hidrofóbico que possui vasta aplicação na indústria de alimentos. Recentemente, tem sido testado como agente estruturante de oleogéis devido à sua capacidade de formação de dispersões viscosas em solventes orgânicos e óleos comestíveis, através do mecanismo de automontagem (CO; MARANGONI, 2012; SANSÓN, 2019; ZETZL; MARANGONI, 2012). Em geral, os oleogéis obtidos com a utilização de S como agente estruturante de óleos apresentam ponto de fusão em torno de 40 °C, temperatura normalmente observada para a maioria das gorduras destinadas a aplicações industriais. Além disso, a utilização desse emulsificante em sistemas lipídicos confere características positivas, como opacidade, aspecto semissólido, maior resistência e estabilidade à temperatura ambiente (HWANG *et al.*, 2014; PERNETTI *et al.*, 2007; SAMUDITHA *et al.*, 2011).

2.3.2 Fase oleosa contínua

No desenvolvimento de oleogéis para fins alimentícios, os óleos vegetais líquidos são usados como fluidos orgânicos que são estruturados como géis pelos agentes

estruturantes. Desta forma, os óleos de soja, girassol alto oleico e canola estão entre os óleos mais estudados devido à sua composição, importância econômica, disponibilidade, custos ou estabilidade oxidativa (CHAVES; BARRERA-ARELLANO; RIBEIRO, 2018).

O óleo de girassol alto oleico (HOSO) é o produto originado a partir do cruzamento seletivo de sementes de girassol, o que torna as sementes mais estáveis às diferentes condições climáticas, e aumenta o teor de ácido oleico (reduzindo o teor de ácido linoleico), tornando também o óleo mais estável em sua aplicação (GUNSTONE, 1952). Além do elevado teor de ácido graxo monoinsaturado (ácido oleico), a estabilidade oxidativa desse óleo está associada à posição regioespecífica do ácido linoleico (poliinsaturado), o qual está esterificado, majoritariamente, na posição *sn*-2 do glicerol, deixando-o menos exposto a reações de rancidez oxidativa. Os principais ácidos graxos presentes na composição do HOSO são: ácido oleico, C18:1 (75-91 %), ácido linoleico, C18:2 (2,5-17 %), ácido palmítico, C16:0 (2,5-5 %) e ácido linolênico, C18:3 (0 e 0,03 %), o que garante uma estabilidade oxidativa 10 vezes maior que a dos óleos de soja, canola e girassol regulares (GROMPONE, 2020). Aliado à sua excelente estabilidade oxidativa, o HOSO possui sabor e aroma neutros, o que faz dele uma matéria-prima de ampla utilização na indústria de alimentos.

2.4 Aplicação de oleogéis em produtos de panificação

A utilização de oleogéis em alimentos tem a finalidade de estruturar óleos comestíveis para reduzir a necessidade de utilização de gorduras *trans* e saturadas em produtos como recheios de chocolates, margarinas, *spreads* e produtos de panificação, como massas folhadas e biscoitos (HUGHES *et al.*, 2009; ROGERS; WRIGHT; MARANGONI, 2009). No entanto, a substituição total de *shortenings* por oleogéis em alimentos ainda é um grande desafio para os pesquisadores e para as indústrias, considerando a dificuldade em alcançar as características tecnológicas, sensoriais e de estabilidade requeridas pelos alimentos quando se substitui totalmente a gordura convencional (SILVA; ARELLANO, 2018). Por esses motivos, o uso parcial de oleogéis é muito comum nos estudos de aplicação em produtos alimentícios.

A panificação, por meio de produtos como pães, bolos e biscoitos, se destaca como uma das principais áreas de estudos de aplicação de oleogéis em alimentos. A viabilidade da substituição de gorduras convencionais por oleogéis preparados com diferentes estruturantes em formulações de pães, bolos, *muffins* e biscoitos tem sido avaliada em diversos estudos científicos recentes (GIACOMOZZI; CARRÍN; PALLA, 2018; KIM *et al.*, 2017; ONACIK-

GÜR; ŻBIKOWSKA, 2020; WILLETT; AKOH, 2019). Os resultados observados nesses estudos mostraram-se satisfatórios e com grande potencial de utilização. Por exemplo, no estudo de Kim *et al.* (2017), a substituição de até 50 % da gordura vegetal por oleogéis de óleo de canola estruturados com 10 % de cera de carnaúba em bolos, manteve efetivamente a capacidade de retenção de ar nas massas.

Giacomozzi *et al.* (2018) substituíram a margarina comercial por oleogéis de óleo de girassol alto oleico estruturados com até 10 % de monoglicerídeos em formulações de *muffins*, e observaram um maior crescimento e volume específico, estrutura de miolo mais unida e homogênea em comparação aos *muffins* elaborados com margarina comercial. Da mesma forma, Onacik-Gür *et al.* (2020) obtiveram biscoitos de massa curta com propriedades tecnológicas e reológicas semelhantes à amostra controle (com óleo de palma), ao utilizarem oleogéis de óleo de colza alto oleico estruturados com 5 % de monoglicerídeos.

Além disso, a combinação de ceras de candelila e de farelo de arroz, etilcelulose e monoglicerídeos permitiu obter produtos com migração de óleo semelhante ou menor do que a amostra controle. O crescimento horizontal, a dureza e a quebra de biscoitos preparados com oleogéis feitos à base de diferentes óleos e estruturados com ceras (candelila, girassol, abelha e carnaúba) também foram bastante satisfatórios tecnologicamente (HWANG; SINGH; LEE, 2016; JANG *et al.*, 2015; MERT; DEMIRKESEN, 2016b; YILMAZ; ÖLÜTCÜ, 2015).

Considerando que diferentes óleos e agentes estruturantes, bem como suas proporções, influenciam diretamente as propriedades dos oleogéis e a qualidade dos alimentos, é fundamental avaliar os efeitos de variadas formulações de oleogéis em diferentes tipos de alimentos. Esse é o caso dos biscoitos laminados tipo Maria, sobre os quais não foram encontrados estudos de aplicação dessa tecnologia na literatura científica, embora se encontrem entre os biscoitos mais consumidos no Brasil e no mundo.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho foi reduzir o teor de gordura saturada em biscoitos laminados tipo Maria utilizando oleogéis à base de óleo de girassol alto oleico estruturados com monoestearato de sorbitana, monoglicerídeos e *hardfat* de óleo de palma, bem como avaliar o efeito dessa substituição sobre a qualidade tecnológica e sensorial e na estabilidade desses produtos durante a estocagem.

3.2 Específicos

- Produzir oleogéis à base de óleo de girassol alto oleico estruturados com monoestearato de sorbitana, monoglicerídeos e *hardfat* de óleo de palma;
- Avaliar a dureza, migração de óleo de estabilidade de gel dos oleogéis produzidos;
- Produzir biscoitos laminados tipo Maria com substituição total do óleo de palma convencionalmente utilizado pelas formulações de oleogéis produzidas;
- Avaliar as propriedades químicas e tecnológicas dos biscoitos produzidos com oleogéis;
- Verificar a estabilidade dos biscoitos durante a estocagem;
- Avaliar a aceitação sensorial e a intenção de compra dos biscoitos por parte dos consumidores;
- Determinar o percentual de redução de gordura saturada nos biscoitos com oleogéis em relação ao biscoito padrão, com óleo de palma.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Matérias-primas e ingredientes

Para a produção dos oleogéis, foram utilizadas as seguintes matérias-primas: óleo de girassol alto oleico refinado (HOSO), fornecido pela Bunge Alimentos S/A (Campinas-SP) e pela Chemyunion (Sorocaba-SP); monoglicerídeos (M) (Grindsted® Crystallizer 100 R-K), monoestearato de sorbitana (S) (Grindsted® SMS-B PO), ambos fornecidos pela Du Pont Brasil Ltda. (Cotia, SP); e *hardfat* de óleo de palma (H), fornecido pela Agropalma S/A (Limeira-SP). A farinha de trigo utilizada na elaboração dos biscoitos foi fornecida pelo Moinho Anaconda e o óleo de palma (PO), usado como base lipídica padrão, foi fornecido pela Agropalma S/A (Limeira-SP). Os demais ingredientes da formulação dos biscoitos foram adquiridos no comércio local de Campinas, SP.

4.2 Métodos

ETAPA I:

4.2.1 Caracterização das matérias-primas lipídicas

As matérias-primas de origem lipídica (HOSO, PO, S, M e H) foram caracterizadas por meio das análises de índices de acidez e de peróxido (HOSO e PO), composição em ácidos graxos, índice de iodo e conteúdo de gordura sólida (SFC) (apenas PO), as quais estão descritas nos itens 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4 e 4.2.1.5, respectivamente.

4.2.1.1 Índice de acidez: O índice de acidez do HOSO e do PO foi determinado segundo o método Ca 5a-40 da AOCS (2009).

4.2.1.2 Índice de peróxido: O índice de peróxido do HOSO e PO foi medido através do método Cd 8b-90 da AOCS (2009).

4.2.1.3 Composição em ácidos graxos: A composição em ácidos graxos do HOSO, PO, S, M e H foi determinada utilizando-se um cromatógrafo em fase gasosa com coluna capilar, através do método Ce 1f-96 da AOCS (2009). O preparo dos ésteres metílicos seguiu o método de Hartman e Lago (1973). As condições de operação do cromatógrafo gasoso capilar CGC Agilent 6850 Series GC System (Agilent, China), dotado de coluna capilar DB-23 Agilent (50 % cyanopropyl-methylpolysiloxane, dimensões: comprimento = 60 m; diâmetro

interno = 0,25 mm; filme = 0,25 μ m) foram: temperatura do forno: 110 °C por 5 min; 110 a 215 °C (5 °C/min); 214 °C por 34 min; temperatura do detector: 280 °C; temperatura do injetor: 250 °C; gás de arraste: hélio; *split*: 1:50; volume injetado: 1,0 μ L. A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos respectivos padrões de ácidos graxos.

4.2.1.4 Índice de iodo calculado: Para a determinação do índice de iodo calculado foi utilizado o Método Cd 1c-85 da AOCS (2009).

4.2.1.5 Conteúdo de gordura sólida: O perfil de gordura sólida do PO foi determinado utilizando espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) Bruker pc120 Minispec (Bruker, Alemanha), em conjunto com banhos secos com faixa de temperatura de 0 °C a 70 °C, Tcon 2000 (Duratech, EUA). A determinação foi realizada em triplicata, utilizando o Método AOCS Cd 16b-93: método direto com leitura das amostras em série nas temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 37,5, 40, 45 e 50 °C, com temperagem para gorduras não estabilizadas (AOCS, 2009).

4.2.2 Planejamento experimental

As formulações dos oleogéis testados nos biscoitos laminados tipo Maria desse estudo foram desenvolvidas e estudadas por Chaves & Ribeiro (2019). Os oleogéis têm como fase oleosa o HOSO e os estruturantes S, H e M. A concentração máxima de estruturante nos oleogéis é de 6 % no sistema, as variações do conteúdo de cada estruturante foram definidas por meio de um planejamento experimental de misturas *simplex* centroide de sete experimentos (Ensaio 1 a 7), com três experimentos adicionais para validação do modelo (Ensaio 8 a 10), e uma repetição do ponto central (Ensaio 11), como pode ser visto na Tabela 1 (CHAVES; RIBEIRO, 2019). Os estruturantes S, H e M são representados em valores codificados por x_1 , x_2 e x_3 , respectivamente. Desta maneira, $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ (ou 100 %). Nesse delineamento, tem-se representações de oleogéis em sistemas únicos (Ensaio 1, 2 e 3), nos quais os estruturantes encontram-se isoladamente no óleo; binários (Ensaio 4, 5 e 6), com combinações de dois estruturantes no óleo; e sistemas ternários ou híbridos (Ensaio 7, 8, 9, 10 e 11), com combinações de diferentes concentrações dos três agentes estruturantes estudados.

Tabela 1. Valores codificados e concentrações reais dos oleogéis com 3 agentes estruturantes.

Ensaio	Valores codificados			Concentrações reais		
	x ₁	x ₂	x ₃	S (%)	H (%)	M (%)
1	1	0	0	6	0	0
2	0	1	0	0	6	0
3	0	0	1	0	0	6
4	½	½	0	3	3	0
5	½	0	½	3	0	3
6	0	½	½	0	3	3
7	½	½	½	2	2	2
8	2/3	1/6	1/6	4	1	1
9	1/6	2/3	1/6	1	4	1
10	1/3	1/3	2/3	1	1	4
11	½	½	½	2	2	2

*Onde x₁, x₂, x₃ correspondem aos valores codificados de S, H e M, respectivamente e S (%), H (%) e M (%) correspondem aos valores reais de monoestearato de sorbitana, *hardfat* de óleo de palma e monoglicerídeos.

4.2.3 Preparação dos oleogéis

Os oleogéis foram preparados, também segundo Chaves & Ribeiro (2019), através do método de mistura direta dos agentes estruturantes (S, H e M) no HOSO. O óleo foi aquecido a 80 °C e, em seguida, os estruturantes foram adicionados. Essa mistura foi agitada em agitador magnético por 3 minutos para homogeneização completa e, logo após, foi resfriada à temperatura de 5 °C, por 24 horas para gelificação, em estufa SP-500 B.O.D. (Tecnalise, Piracicaba/SP). Após 24 horas, elevou-se a temperatura para 25 °C, na qual os oleogéis permaneceram por mais 24 horas, e até o momento de seu uso e aplicação, conforme Rocha *et al.* (2013) e Stahl *et al.* (2015).

4.2.4 Avaliação dos oleogéis

Os oleogéis obtidos dos 11 ensaios do planejamento de misturas foram avaliados quanto à dureza instrumental, migração de óleo e estabilidade visual de gel.

4.2.4.1 Dureza: A dureza dos oleogéis foi determinada por meio de um texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra) controlado por microcomputador. Para a análise, 40 mL de oleogéis foram colocados em béqueres de 50 mL (diâmetro de 44 mm), os quais foram acondicionados em estufa B.O.D. Um teste de compressão/extrusão foi realizado utilizando uma *probe* cilíndrica de acrílico de 25 mm de diâmetro e 35 mm de comprimento com

velocidade de 1,0 mm/s e distância de penetração fixa da *probe* de 15 mm. O valor considerado foi a força máxima obtida expressa em N (ROCHA *et al.*, 2013).

4.2.4.2 Migração de óleo: Foi analisado nos oleogéis para avaliar a estabilidade de aprisionamento de óleo das amostras após a sua obtenção. Para isso, aproximadamente 9,5 g de amostras de oleogéis foram pesadas em cápsulas de alumínio e colocadas vertidas sobre papel de filtro de 9 cm, dentro de placas de Petri. As amostras foram monitoradas pelos períodos de 1 e 7 dias de estocagem a 25 °C. A determinação de perda de óleo foi calculada de acordo com a Equação 1 (SILVA; ARELLANO, 2018).

$$\text{Migração de óleo (\%)} = \frac{PPFf(g) - PPFi(g)}{\text{Peso da amostra (g)}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

PPFi = Peso da placa com papel de filtro inicial

PPFf = Peso da placa com papel de filtro final

4.2.4.3 Estabilidade visual de gel: Os oleogéis foram avaliados visualmente para observação da sua consistência física e estabilidade ao longo de 7 dias. Para isso, as amostras foram armazenadas em tubos de ensaio com capacidade para 10 mL, em estufa SP-500 B.O.D. (Tecnalise, Piracicaba/SP), com controle de temperatura. Foram utilizadas as temperaturas de 5 °C por 24 horas e, após este período, de 25 °C. As observações foram realizadas nos períodos de 2, 3 e 7 dias após a obtenção dos oleogéis, em triplicata (GODOI *et al.*, 2019). A fim de padronizar a avaliação, a Tabela 2 foi utilizada para classificar as amostras em relação às características observadas.

Tabela 2. Classificação para avaliação visual dos oleogéis.

Avaliação visual do oleogel	Classificação
Totalmente firme	5
Firme	4
Médio	3
Fraco	2
Totalmente líquido	1

Fonte: (GODOI *et al.*, 2019).

Os oleogéis foram classificados de acordo com Godoi *et al.* (2019) (Tabela 2), que determina que para um oleogel ser classificado como:

1 – TOTALMENTE LÍQUIDO: o oleogel deverá apresentar-se semelhante a um óleo, escoando com facilidade quando o tubo de ensaio for vertido ou submetido à força;

- 2 – FRACO: o oleogel deverá apresentar-se viscoso, com escoamento mais lento quando o tubo de ensaio for submetido à força ou quando for vertido;
- 3 – MÉDIO: o oleogel deverá apresentar característica visual de gel, mas com fácil escoamento quando o tubo de ensaio for vertido ou submetido à força;
- 4 – FIRME: o oleogel deverá apresentar-se visualmente como um gel, sem escoamento quando o tubo de ensaio for vertido, mas com escoamento lento quando for submetido à força (virado para baixo, e exercida uma força com 5 pequenas batidas no tubo de ensaio em direção à superfície de apoio);
- 5 – TOTALMENTE FIRME: o oleogel não deverá apresentar escoamento quando o tubo de ensaio for vertido e nem quando for submetido à força.

ETAPA II:

4.2.5 Caracterização da farinha de trigo

A farinha de trigo usada na produção dos biscoitos foi caracterizada quanto à composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos), análises reológicas (farinografia e extensografia), atividade enzimática e teores e índice de glúten.

4.2.5.1 Composição centesimal

4.2.5.1.1 Umidade: A umidade da farinha de trigo foi determinada em estufa com circulação e renovação de ar modelo TE-394/2 (Tecnal, Piracicaba/SP), por 1 hora a 130 °C, segundo o método 44-15.02 (AACCI, 2010), em triplicata.

4.2.5.1.2 Proteínas: O teor de nitrogênio total da farinha foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl, segundo o método 46-13.01 (AACCI, 2010), utilizando 5,7 como fator de conversão de nitrogênio em proteínas, em triplicata.

4.2.5.1.3 Lipídeos: O teor de lipídeos da farinha foi analisado de acordo com o método 30-10.01 (AACCI, 2010), utilizando o conjunto para extração de gordura Soxhlet e éter de petróleo como solvente, em triplicata.

4.2.5.1.4 Cinzas: O conteúdo de resíduo mineral fixo da farinha foi determinado segundo o método 08-01.01 (AACCI, 2010), por meio de incineração em mufla modelo 2031 (Fornitec) a 550 °C por 6 horas, em triplicata.

4.2.5.1.5 Carboidratos: Os carboidratos totais foram determinados por cálculo, pela diferença entre 100 % e a somatória dos valores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas.

4.2.5.2 Análises reológicas

4.2.5.2.1 Farinografia: As características farinográficas da farinha de trigo foram determinadas, em triplicata, em farinógrafo modelo 810101 (Brabender, Alemanha) de acordo com o método 54-21.01 (AACCI, 2010). Os parâmetros obtidos a partir do farinógrafo foram: absorção de água (AA, %), tempo de chegada (TC, min), tempo de desenvolvimento (TD, min), tempo de saída (TS, min), estabilidade (EST, min) e índice de tolerância à mistura (ITM, UF, unidades farinográficas).

4.2.5.2.2 Extensografia: As propriedades de extensão da farinha de trigo foram avaliadas, em triplicata, de acordo com o método 54-10.01 (AACCI, 2010), em extensógrafo modelo 860000 (Brabender, Alemanha). Os parâmetros avaliados nos extensogramas foram: resistência à extensão (R, UE), resistência máxima (R_m, UE), extensibilidade (E, mm) e número proporcional ($D = R/E$).

4.2.5.2.4 Teores e índice de glúten: Os teores de glúten úmido e seco e o índice de glúten foram medidos pelo sistema Glutomatic, modelo SE-141 05 (Perten, Suíça), de acordo com o método 38-12.02 (2010), em triplicata.

4.2.6 Produção dos biscoitos

4.2.6.1 Formulação

A formulação de biscoitos laminados tipo Maria está apresentada na Tabela 3, em base farinha. Foi utilizada como referência a formulação descrita no trabalho de Penteado *et al.* (2018), com modificações. O teor de gordura da formulação foi ajustado com base em análises de rótulos e determinações de gordura de marcas comerciais de biscoitos laminados tipo Maria, a fim de utilizar uma concentração de gordura mais próxima possível dos biscoitos comerciais.

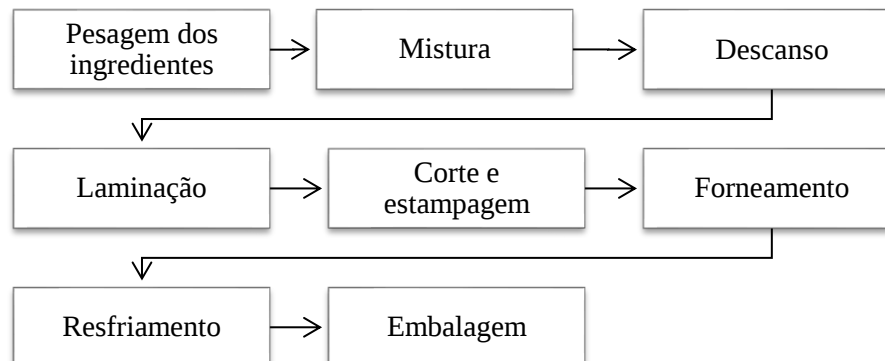
Tabela 3. Formulação para a produção dos biscoitos laminados tipo Maria.

Ingredientes	% bf
Farinha de trigo	100
Açúcar	30
Água	30
Gordura*	20
Amido de milho	12
Açúcar invertido	10
Lecitina de soja	1,50
Sal	1,25
Fermento químico	0,40
Bicarbonato de amônia	0,10
Aroma	0,40

*Óleo de palma padrão ou oleogéis. **bf** – base farinha.

4.2.6.2 Processamento

O fluxograma do processo de produção dos biscoitos laminados tipo Maria está apresentado na Figura 1, e seguiu as etapas descritas por Penteado *et al.* (2018).

**Figura 1.** Fluxograma de produção dos biscoitos laminados tipo Maria.

Os ingredientes, previamente pesados, foram adicionados diretamente em uma masseira modelo SPI 11 (VMI – *The mixing company*, Montaigu, França), com exceção do bicarbonato de amônia e do óleo de palma (PO) ou oleogéis, e foram homogeneizados em velocidade lenta (100 rpm) durante 5 minutos. Logo depois, adicionou-se a gordura padrão ou oleogéis e o bicarbonato de amônia à massa, a qual foi misturada por mais 5 minutos em velocidade rápida (200 rpm). Ao final do processo de mistura, a massa foi deixada sobre uma bancada de mármore por 30 minutos, coberta com um saco de polipropileno.

A massa foi laminada em uma máquina multiuso modelo PNuova (La Monferrina, Castell'Alfero, Itália), na posição 4 até atingir a espessura final de 1,8 mm, aproximadamente. Em seguida, a massa laminada foi espalhada sobre uma mesa de aço inox e cortada com um molde de biscoitos tipo Maria redondo, com diâmetro de 6,0 cm, sobre bandejas de aço inoxidável. A massa restante foi laminada novamente.

Os biscoitos foram assados em forno elétrico modelo HPE80 (Prática Technical S/A, Pouso Alegre, MG, Brasil), pré-aquecido a 150 °C por 10 minutos. Por fim, os biscoitos foram resfriados por 15 minutos em temperatura ambiente, evitando correntes de ar. Em seguida, foram embalados manualmente em sacos plásticos de polipropileno lacrados utilizando um selador de embalagens modelo P60I (Proels, Marília, SP, Brasil) e colocados dentro de embalagens laminadas metalizadas.

4.2.7 Propriedades dos biscoitos

Os biscoitos foram avaliados quanto às suas propriedades dimensionais (crescimento vertical e horizontal, fator de expansão e volume), dureza instrumental, umidade, atividade de água, migração de óleo, índice de peróxido, cor instrumental e composição em ácidos graxos estimada, e propriedades sensoriais (teste de aceitação e intenção de compra). As análises químicas e tecnológicas foram realizadas no período de uma semana após a preparação dos biscoitos. A análise sensorial, com as formulações escolhidas, foi realizada 2 dias após a produção dos biscoitos.

4.2.7.1 Propriedades dimensionais e dureza instrumental

4.2.7.1.1 Crescimento horizontal e vertical no forneamento

O crescimento vertical dos biscoitos foi medido com auxílio de um paquímetro digital, expresso em milímetros (mm), e o crescimento horizontal foi determinado com régua de escala milimetrada, e foram calculados de acordo com as Equações 2 e 3.

$$\text{Crescimento vertical (\%)} = \frac{\text{Espessura final do biscoito (mm)}}{\text{Espessura inicial da massa (mm)}} - 1 \quad (2)$$

$$\text{Crescimento horizontal (\%)} = \frac{\text{Diâmetro final do biscoito (mm)}}{\text{Diâmetro inicial da massa (mm)}} - 1 \quad (3)$$

4.2.7.1.2 Fator de expansão

Foi determinado pela razão entre os valores de diâmetro e espessura dos biscoitos após o forneamento, de acordo com o método 10-50.05 (AACCI, 2010).

4.2.7.1.3 Volume específico

Foi calculado pela relação entre o volume aparente (método de deslocamento de painço) e peso dos biscoitos após o forneamento. Essas análises foram realizadas com 10 biscoitos provenientes de uma mesma fornada.

4.2.7.1.4 Dureza instrumental

A dureza dos biscoitos foi determinada em Newtons (N), em uma quantidade de 15 biscoitos, utilizando um texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra), com plataforma com abertura quadrada e a *probe* 3-point bend rig. Os parâmetros utilizados foram: força de compressão, velocidade pré-teste: 1 mm/s, velocidade de teste: 3 mm/s, velocidade pós-teste: 10,0 mm/s, distância de penetração de 25 mm (NISHINARI *et al.*, 2013).

4.2.7.2 Umidade, atividade de água, cor instrumental, migração de óleo e índice de peróxido

4.2.7.2.1 Umidade

A umidade foi determinada de acordo com o método 44-15.02 (AACCI, 2010).

4.2.7.2.2 Atividade de água

A atividade de água foi medida através do Acqualab, modelo 4TEV (Decagon, Washington, EUA), em triplicata, à temperatura de 25 °C.

4.2.7.2.3 Migração de óleo

A migração de óleo dos biscoitos foi determinada de acordo com o procedimento descrito no item 4.2.4.2.

4.2.7.2.4 Índice de peróxido

A oxidação lipídica foi determinada pelo índice de peróxido segundo o método Cd 8b-90 (AOCS, 2009), com adaptação. A adaptação consistiu na titulação da solução de tiosulfato de sódio diretamente na fração lipídica (micela de 6 mL de clorofórmio/óleo)

previamente extraída pelo método de Bligh & Dyer (1959). O cálculo do índice de peróxido (meqO₂/kg) foi feito sobre a massa de óleo presente na amostra, por meio da fórmula descrita no método oficial, conforme descrito por Silva *et al.* (2010) e Rebellato *et al.* (2015).

4.2.7.2.5 Cor instrumental

A cor instrumental foi determinada em espectrofotômetro Mini Scan XE 45/0-L HunterLab (Reston, USA), utilizando o sistema CIELab (L^* , a^* , b^*), onde L^* representa a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco), e a^* e b^* representam o espectro de cores, com a^* variando do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* do azul (-60) ao amarelo (+60). Foi também determinada a diferença de cor em relação ao biscoito padrão (BP) (ΔE), segundo a Equação 4.

$$\Delta E = [(L^*_{\text{padrão}} - L^*_{\text{ensaio}})^2 + (a^*_{\text{padrão}} - a^*_{\text{ensaio}})^2 + (b^*_{\text{padrão}} - b^*_{\text{ensaio}})^2]^{1/2} \quad (4)$$

4.2.7.3 Estabilidade dos biscoitos durante a estocagem

As amostras de biscoitos foram postas em sacos plásticos e colocados dentro de embalagens laminadas e foram estocados durante 6 meses, em temperatura ambiente. Os biscoitos foram avaliados quanto à dureza instrumental, umidade, atividade de água (a_w), migração de óleo, índice de peróxido e cor instrumental, segundo os itens 4.2.7.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.2.3, 4.2.7.2.4 e 4.2.7.2.5, respectivamente. Essas avaliações ocorreram em períodos de: 1 semana, 1 mês, 3 meses e 6 meses, após a produção dos biscoitos.

4.2.7.4 Propriedades sensoriais

Por conta da pandemia do Covid-19, os ensaios sensoriais deste estudo foram realizados em domicílio, com ficha de avaliação *online*, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP (Número do CAAE: 49226821.8.0000.5404). Após a entrega das amostras nas residências dos provadores, foi enviado o *link* para o endereço eletrônico da ficha de avaliação através das redes sociais ou e-mail de cada provador, previamente fornecido na ficha de recrutamento. Os participantes da pesquisa tiveram acesso às perguntas da ficha de avaliação sensorial *online* somente após ter dado o consentimento em participar da pesquisa, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O TCLE e a ficha de avaliação podem ser visualizados no Apêndice.

Cada provador recebeu, em sua residência, quatro amostras de biscoitos com oleogéis (B1, B5, B7 e B9), um biscoito controle (BC) (com óleo de girassol alto oleico), e um padrão (BP) (com óleo de palma), foram avaliadas por 70 provadores não treinados. O painel de

sensorial foi composto por pessoas de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos, e que afirmaram possuir alguma frequência de consumo de biscoitos laminados tipo Maria. As amostras foram apresentadas aos provadores em recipientes plásticos contendo aproximadamente 10 g de cada formulação de biscoito, codificados com números aleatórios de três dígitos. Os provadores foram orientados a tomar água entre as degustações das amostras, visando limpar o palato.

Foi aplicado um teste afetivo de aceitação e outro teste de intenção de compra. Para o teste de aceitação, foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei, nem desgostei e 9 = gostei extremamente) para avaliação dos atributos: aparência, aroma, sabor, dureza e aceitação global. Para o teste de intenção de compra, foi usada uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria, 3 = talvez compraria/talvez não compraria e 5 = certamente compraria).

4.2.7.5 Composição em ácidos graxos estimada e cálculo da redução de gordura saturada nos biscoitos

Primeiramente, foi realizado a determinação da composição em ácidos graxos do HOSO e PO, e dos agentes estruturantes: S, H e M, utilizando-se um cromatógrafo em fase gasosa com coluna capilar CGC Agilent 6850 Series GC System (Agilent, China), através do método Ce 1f-96 da AOCS (2009). A composição estimada dos ácidos graxos dos biscoitos, bem como a quantidade total de ácidos graxos saturados e insaturados, foi calculada a partir da composição em ácidos graxos das matérias-primas utilizadas na elaboração dos oleogéis (HOSO, S, H e H) e do PO padrão. Foi considerado a porcentagem de cada matéria-prima utilizada nas formulações dos oleogéis e calculada sobre o teor médio de lipídeos totais dos biscoitos.

4.2.8 Análise estatística

Os resultados objetivos foram tratados por Análise de Variância (ANOVA). Para os resultados experimentais do Delineamento de Misturas, modelos de regressão foram aplicados em função da proporção de cada agente estruturante (x_1, x_2, x_3): $\hat{y}_i = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$, onde $\hat{y}_i$ = estimativa de resposta, β_i = coeficientes estimados pelo método dos mínimos quadrados e x_i = variáveis dependentes, com eliminação dos coeficientes não significativos ($p > 0,05$). Para os dados da análise sensorial, além da

ANOVA, foi aplicado o teste de Tukey a 5 % de significância. Essas análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* Statistica 9.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a sua discussão estão apresentados na ordem em que os testes e análises foram realizados, sendo:

Etapa I: Preparação e avaliação dos oleogéis

Etapa II: Aplicação dos oleogéis nos biscoitos e avaliação de sua qualidade

ETAPA I:

Esta etapa corresponde às avaliações realizadas nas matérias-primas lipídicas, bem como à preparação e avaliação dos oleogéis. A composição em ácidos graxos foi determinada em todas as matérias-primas lipídicas, assim como o índice de iodo calculado. As análises dos índices de acidez e de peróxido foram realizadas no óleo de girassol alto oleico e no óleo de palma, enquanto o conteúdo de gordura sólida foi determinado apenas no óleo de palma.

Os oleogéis foram preparados seguindo o delineamento experimental e avaliados quanto à sua dureza instrumental, migração de óleo e estabilidade visual do gel.

5.1 Caracterização das matérias-primas lipídicas

5.1.1 Índice de acidez e índice de peróxido

O índice de acidez e o índice de peróxido são indicativos da qualidade de óleos vegetais. Valores de índice de acidez elevados são decorrentes de hidrólise enzimática dos triacilgliceróis e indicam condições inadequadas de armazenamento, enquanto altos valores de índice de peróxido indicam deterioração oxidativa dos óleos (KONG; SINGH, 2011; ROSSELL, 2001).

Os resultados obtidos das análises de índice de acidez e índice de peróxido das amostras de óleo de girassol alto oleico (HOSO) e óleo de palma (PO) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de índice de acidez e índice de peróxido do óleo de girassol alto oleico (HOSO) e do óleo de palma (PO).

Amostras	Índice de acidez (mg NaOH/g)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)
HOSO	0,10 ± 0,00	0,07 ± 0,00
PO	0,14 ± 0,00	0,52 ± 0,00

Com relação ao índice de acidez, os valores encontrados foram de 0,10 e 0,14 mg NaOH/g para HOSO e PO, respectivamente. Esses valores estão dentro dos limites máximos estabelecidos pelo Codex Alimentarius (2019) e Instrução Normativa n° 87/2021 (BRASIL, 2021), que determinam valores máximos de 0,6 mg NaOH/g em óleos e gorduras refinados.

Os valores de índice de peróxido obtidos para HOSO e PO foram de 0,07 e 0,52 meqO₂/kg, respectivamente. Esses valores estão dentro do limite estabelecido pelas legislações vigentes (10 meqO₂/kg) (CODEX ALIMENTARIUS, 2019; BRASIL, 2021).

Portanto, essas matérias-primas possuem baixo nível de hidrólise e oxidação lipídica e, dessa forma, estão adequadas para a aplicação em alimentos.

5.1.2 Composição em ácidos graxos e índice de iodo calculado

Os resultados da composição em ácidos graxos de HOSO, monoestearato de sorbitana (S), *hardfat* de óleo de palma (H), monoglicerídeos (M) e PO estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Composição em ácidos graxos e índice de iodo calculado das matérias-primas lipídicas.

Ácidos graxos	HOSO (%)	S (%)	H (%)	M (%)	PO (%)
Caprílico (C8:0)	-	-	-	-	0,06 ± 0,00
Cáprico (C10:0)	-	-	0,04 ± 0,00	-	0,06 ± 0,00
Láurico C12:0	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,00	0,51 ± 0,00	0,11 ± 0,03	0,74 ± 0,01
Mirístico (C14:0)	0,07 ± 0,02	0,12 ± 0,00	1,13 ± 0,01	0,14 ± 0,02	1,28 ± 0,00
Pentadecílico C15:0	-	0,05 ± 0,00	0,06 ± 0,00	-	0,05 ± 0,00
Palmítico (C16:0)	4,27 ± 0,12	11,68 ± 0,10	42,51 ± 0,19	4,81 ± 0,13	43,34 ± 0,16
Palmitoleico (C16:1)	0,15 ± 0,00	-	-	-	0,18 ± 0,02
Margárico (C17:0)	0,05 ± 0,01	0,23 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00
Margaroleico (C17:1)	0,05 ± 0,01	-	-	0,06 ± 0,00	0,03 ± 0,01
Estearico (C18:0)	3,47 ± 0,06	86,84 ± 0,12	54,35 ± 0,08	49,63 ± 0,23	4,79 ± 0,10
Oleico (C18:1)	79,13 ± 1,30	0,13 ± 0,01	0,39 ± 0,18	0,63 ± 0,43	38,73 ± 0,05
Linoleico (C18:2)	9,74 ± 0,10	-	0,15 ± 0,10	0,26 ± 0,17	9,49 ± 0,05
Linoleico (C18:2t)	-	-	-	-	0,20 ± 0,00
Linolênico (C18:3)	0,33 ± 0,10	-	-	-	0,20 ± 0,01
Araquídico (C20:0)	0,35 ± 0,01	0,59 ± 0,00	0,57 ± 0,00	4,01 ± 0,04	0,43 ± 0,00
Gadoleico (C20:1)	0,44 ± 0,19	-	-	-	0,14 ± 0,00
Behênico (C22:0)	1,03 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,08 ± 0,01	39,20 ± 0,53	0,07 ± 0,01
Lignocérico (C24:0)	0,39 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,09 ± 0,02	1,03 ± 0,01	0,09 ± 0,00
TOTAIS					
Saturados	9,68	99,87	99,46	99,02	51,02
Insaturados	89,84	0,13	0,54	0,95	48,98
Trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Índice de iodo calculado	87,16 ± 0,09	0,11 ± 0,00	0,59 ± 0,33	1,00 ± 0,67	50,26 ± 0,11

*HOSO - óleo de girassol alto oleico; S – monoestearato de sorbitana; H - *hardfat* de óleo de palma; M - monoglicerídeos; PO - óleo de palma.

O HOSO apresentou uma composição em ácidos graxos composta predominantemente por ácidos graxos insaturados (89,84 %), dos quais 79,13 % correspondem ao ácido oleico (C18:1), e 9,74 % ao ácido linoleico (C18:2). Essa composição é consistente com o valor determinado pelo Codex Alimentarius (2019), que estabelece uma porcentagem mínima de 75 % de ácido oleico nesse tipo de óleo. O HOSO apresenta ainda

baixo conteúdo de ácidos graxos saturados (9,68 %), dentre os quais se destacam os ácidos palmítico (C16:0), com 4,27 %, e esteárico (C18:0), com 3,47 %.

Os materiais utilizados como agentes estruturantes (S, H e M) são compostos quase que totalmente por ácidos graxos saturados (99,87, 99,46 e 99,02 %, respectivamente). Os ácidos graxos predominantes no monoestearato de sorbitana (S) e no *hardfat* de palma (H) são o ácido esteárico (C18:0), com 86,84 e 54,35 %, e o ácido palmítico (C16:0), com 11,68 e 42,51 %, respectivamente; enquanto na composição dos monoglicerídeos (M) existem, em maiores quantidades, o ácido esteárico (C18:0), com 49,63 %, e o ácido behênico (C22:0), com 39,20 %.

O óleo de palma (PO) apresentou composição balanceada de ácidos graxos saturados (51,02 %) e insaturados (48,98 %), o que é característico desse óleo. Os principais ácidos graxos saturados e insaturados encontrados foram, respectivamente, o ácido palmítico (43,34 %) e o ácido oleico (38,73 %). A composição em ácidos graxos, dentre outras propriedades, faz do PO uma das principais bases lipídicas utilizada atualmente em alimentos, incluindo biscoitos. No entanto, como pode ser observado na Tabela 5, este é um óleo com conteúdo elevado de ácidos graxos saturados. Com as evidências dos malefícios à saúde relacionadas ao consumo excessivo desses ácidos graxos, foram estabelecidas diretrizes para reduzir o nível de gorduras saturadas em alimentos.

5.1.3 Conteúdo de gordura sólida (SFC)

O *Solid Fat Content* (SFC) ou conteúdo de gordura sólida indica o percentual de gordura presente em estado sólido em temperaturas específicas, dando uma estimativa do perfil de fusão de bases lipídicas. Esses valores influenciam diretamente as características de aplicação e de qualidade dos produtos lipídicos, como consistência, estabilidade e propriedades sensoriais (BECKETT, 2007). Conforme pode ser observado na Figura 2, o SFC do PO apresentou uma redução linear do conteúdo de sólidos com o aumento da temperatura, chegando à fusão completa a 40 °C.

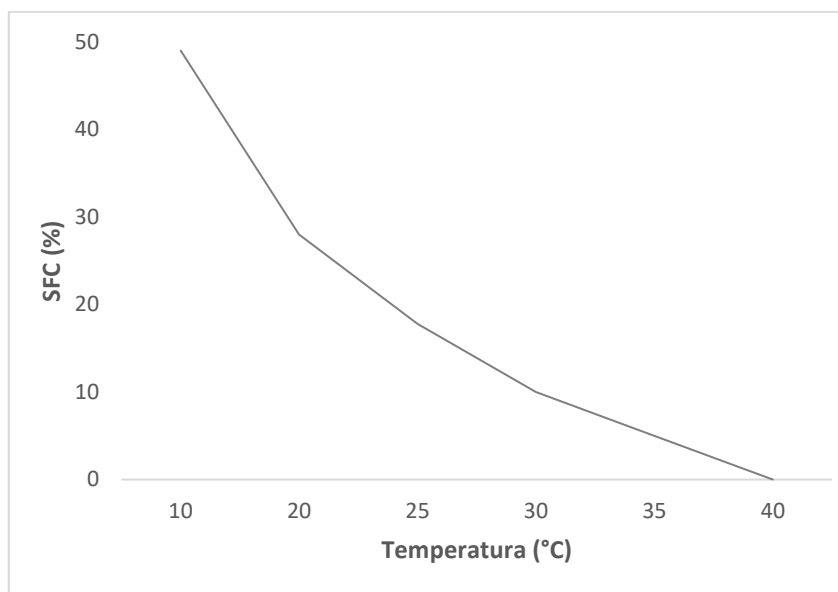


Figura 2. Conteúdo de gordura sólida do óleo de palma.

O perfil de gordura sólida PO é uma das principais características tecnológicas responsáveis por sua larga utilização como base lipídica em massas de biscoitos. Isso porque fornece, de forma econômica e viável, a quantidade de gordura sólida (~20 %) para promover a aeração desejável para a massa nas temperaturas de trabalho (~25 °C), aliado à sua capacidade de formar cristais na forma polimórfica β' , desejável para biscoitos (ATKINSON, 2011). Além disso, para alimentos, geralmente é desejável utilizar gorduras com baixo SFC na temperatura corporal (entre 36 e 37 °C) para evitar sensação de cerosidade na boca e promover a liberação de sabor (TORBICA; JOVANOVIĆ; PAJIN, 2006).

Os perfis de gordura sólida (SFC) dos oleogéis produzidos neste estudo foram determinados previamente por Chaves & Ribeiro (2019).

5.2 Avaliação dos oleogéis

As propriedades tecnológicas dos oleogéis consideradas importantes para o seu uso em biscoitos foram analisadas. Todos os oleogéis foram avaliados quanto aos parâmetros de dureza instrumental, migração de óleo (Tabela 6, e Figuras 3 e 4) e estabilidade visual do gel (Figura 6). A dureza dos oleogéis foi comparada com o óleo de palma (PO).

5.2.1 Dureza e migração de óleo

A consistência das gorduras para aplicação em produtos de panificação é muito importante, uma vez que afeta diretamente a sua facilidade de utilização e a capacidade de retenção de ar na massa, refletindo no volume e na textura adequada dos produtos (MAMAT;

HILL, 2014). A dureza dos oleogéis variou de 0,22 a 5,72 N, em que o valor mínimo correspondeu ao oleogel com 6 % de S (Ensaio 1) e o valor máximo ao oleogel com 4 % de M, 1 % de S e 1 % de H (Ensaio 9).

Tabela 6. Avaliação da dureza, migração de óleo e estabilidade visual do gel de oleogéis formulados com diferentes concentrações de monoestearato de sorbitana (S), *hardfat* de óleo de palma (H) e monoglicerídeos (M).

Ensaio	S (%)	H (%)	M (%)	Dureza (N)	Migração de óleo (%)
1	6	0	0	0,22 ± 0,01	17,18 ± 1,58
2	0	6	0	4,30 ± 0,42	6,41 ± 1,85
3	0	0	6	1,44 ± 0,04	9,54 ± 1,28
4	3	3	0	2,99 ± 0,21	8,13 ± 2,36
5	3	0	3	0,49 ± 0,02	21,05 ± 1,38
6	0	3	3	5,15 ± 0,18	6,24 ± 0,93
7	2	2	2	2,69 ± 0,06	11,16 ± 1,41
8	4	1	1	0,84 ± 0,03	21,33 ± 3,06
9	1	4	1	5,72 ± 0,12	5,06 ± 0,22
10	1	1	4	3,63 ± 0,20	7,09 ± 0,55
11	2	2	2	2,48 ± 0,25	11,48 ± 3,66
PO	-	-	-	0,25 ± 0,02	-

Os dados da Tabela 6 foram utilizados para gerar os modelos a fim de verificar a influência de S, H e M nas características dos oleogéis. Os valores de R^2 dos modelos gerados a partir dos dados experimentais das análises de dureza e migração de óleo foram de 0,89 e 0,99, respectivamente, e indicam a adequação desses modelos para avaliar o comportamento dos oleogéis através dos diagramas triangulares representados nas Figuras 3 e 4. As equações geradas (modelos) a partir das análises estão apresentadas no Quadro 1.

De acordo com a Figura 3, é possível observar que os oleogéis que contêm de 2 a 6 % do componente S na sua composição apresentaram valores de dureza abaixo de 3 N. Esses ensaios também são os que têm maior migração de óleo (de 8,13 a 21,33 %) (Tabela 6 e Figura 4), mostrando que formulações mais fluidas possuem menor capacidade de aprisionamento do óleo. Esse comportamento pode estar relacionado com a estrutura química do monoestearato de sorbitana (S); em especial, com a existência de maiores quantidades de regiões hidrofílicas do que as presentes nos monoglicerídeos (M), por exemplo, que exercem forças repulsivas com os grupos hidrofóbicos presentes no sistema lipídico (SANGWAL, 2007), resultando na formação oleogéis menos estruturados.

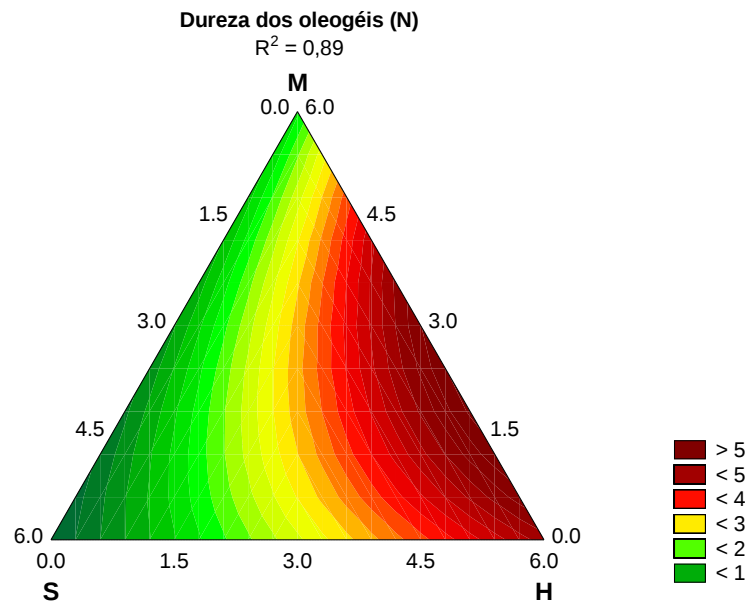


Figura 3. Diagrama triangular para a dureza dos oleogéis.
S – monoestearato de sorbitana; **H** - *hardfat* de óleo de palma; **M** - monoglicerídeos.

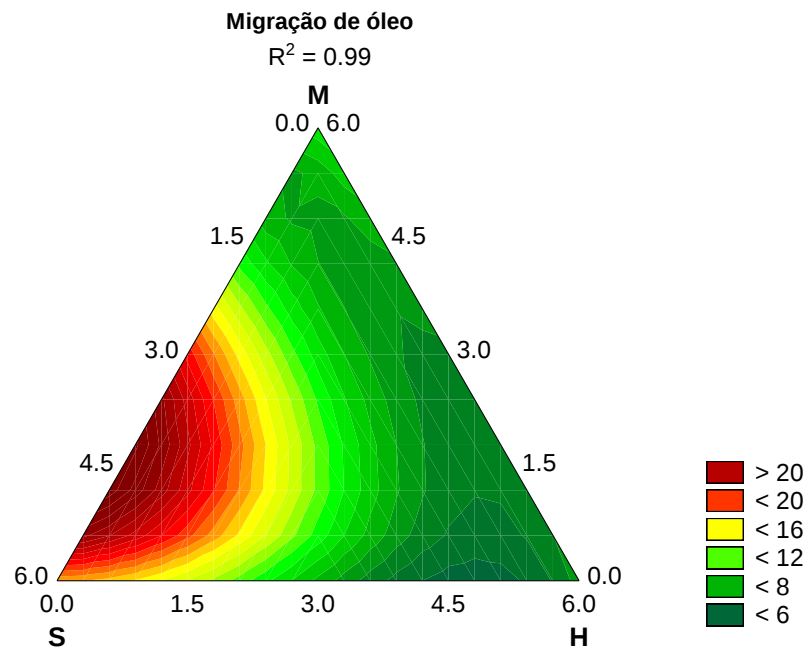


Figura 4. Diagrama triangular para a migração de óleo dos oleogéis.
S – monoestearato de sorbitana; **H** - *hardfat* de óleo de palma; **M** - monoglicerídeos.

Quadro 1. Equações (modelos) dos parâmetros dureza e migração de óleo dos oleogéis.

Avaliação	Equação com os coeficientes do modelo	R ²
Dureza	$y = +0.10 \cdot x_1 + 4.90 \cdot x_2 + 1.46 \cdot x_3 + 9.90 \cdot x_2 \cdot x_3 - 7.05 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0$	0,89
Migração de óleo	$y = +17.22 \cdot x_1 + 6.45 \cdot x_2 + 9.58 \cdot x_3 - 6.45 \cdot x_1 \cdot x_2 + 28.97 \cdot x_1 \cdot x_3 - 8.73 \cdot x_2 \cdot x_3 + 26.54 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot (x_1 - x_2) + 86.3 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot (x - x_3) + 0$	0,99

*y = parâmetro avaliado; x = proporção dos estruturantes, x₁ = monoestearato de sorbitana (S), x₂ = monoglicerídeos (M), e x₃ = *hardfat* de óleo de palma (H).

A dureza do óleo de palma (PO), estabilizado a 25 °C, também foi avaliada a fim de estabelecer um comparativo entre os oleogéis e a base lipídica mais comumente utilizada na produção de biscoitos. O valor de dureza obtido foi de 0,25 N, o que demonstra que a base lipídica padrão de biscoitos não é uma gordura dura. Isso sugere que oleogéis menos duros – como os Ensaios 1, 5 e 8 – podem não ser considerados, necessariamente, negativos para algumas aplicações alimentícias, como é o caso de biscoitos. No entanto, é preciso verificar a relação entre a consistência dos oleogéis, a sua composição e as características de qualidade dos biscoitos produzidos com essas bases lipídicas.

O *hardfat* de óleo de palma (H) foi o componente das misturas que teve efeito mais positivo sobre os valores de dureza dos oleogéis, os quais variaram de 4,30 a 5,72 N (Ensaios 2, 6 e 9), destacando-se como os géis mais estruturados. Apenas o Ensaio 4, resultante da mistura binária entre H e S apresentou dureza menos elevada (2,99 N). Chaves & Ribeiro (2019) observaram que oleogéis com maiores concentrações de S obtiveram menores valores de dureza (entre 0,13 e 1,76 N), exceto quando havia interação com H (4,55 N).

O efeito positivo da presença de H nos oleogéis também foi refletido na menor perda de óleo, onde esses ensaios tiveram menores porcentagens de migração (de 5,06 a 6,41 %). Esse comportamento pode ser explicado pela capacidade do H em formar redes cristalinas altamente estruturadas conferidas pelo seu hábito polimórfico β' e por sua composição química rica em ácidos graxos de cadeia média (C16:0 e C18:0) e de alto ponto de fusão, que aumentam a velocidade de cristalização, resultando em oleogéis mais firmes e com alta capacidade de aprisionamento de óleo (PERNETTI *et al.*, 2007). Chaves & Ribeiro (2019) observaram que os oleogéis contendo interações binárias e ternárias com H apresentaram os maiores valores de dureza, assim como foi observado neste estudo.

No caso deste trabalho, o que é desejável em termos de dureza dos oleogéis vai depender dos resultados da sua aplicação nos biscoitos. No caso de gorduras convencionais, normalmente, é desejável uma gordura semissólida, por causa de sua capacidade de formar

núcleos de aeração, que terão influência no crescimento dos biscoitos e na sua textura. Porém, no caso dos oleogéis, esses podem não obedecer a essa regra por possuírem propriedades e mecanismos de estruturação diferentes.

As superfícies de respostas representadas nas Figuras 3 e 4 mostram que a interação entre H e M foi determinante para a obtenção de oleogéis de dureza mais estruturados e mais estáveis do ponto de vista de retenção de óleo. Esse é o caso do Ensaio 9 (4 % H, 1 % M, 1 % S), que obteve dureza de 5,72 N e migração de óleo de 5,06 %; e do Ensaio 6 (3 % H, 3 % M) com dureza de 5,15 N e migração de óleo de 6,24 %. Os diferentes mecanismos de estruturação do H (partículas cristalinas) e M (automontagem ou *self-assembly*) podem ter ocasionado um efeito sinérgico positivo de estruturação entre esses componentes, resultando em oleogéis de melhor estrutura e estabilidade (LÓPEZ-PEDROUSO *et al.*, 2021; PERNETTI *et al.*, 2007).

Os valores de migração de óleo encontrados neste estudo são semelhantes aos resultados obtidos por Da Silva, Arellano & Martini (2018), em oleogéis de óleo de girassol alto oleico (HOSO) estruturado com até 10 % de cera de candelila, monoglicerídeos e/ou *hardfat* de óleo de crumbe, cujos resultados mostraram uma taxa de migração de óleo de 7 a 20 % em todas as formulações.

A migração de óleo de bases lipídicas pode estar relacionada a fatores estruturais como a quantidade e o tamanho dos cristais (ACEVEDO; BLOCK; MARANGONI, 2012). Portanto, as taxas de perda de óleo de oleogéis variam de acordo com o tipo e a quantidade de estruturantes utilizados no sistema, pois cada componente possui características polimórficas e de cristalização distintas. É desejável que haja o mínimo de migração de óleo possível para que, na aplicação em alimentos, não ocorra a liberação de óleo do produto para a embalagem, favorecendo a oxidação lipídica e a sensação desagradável de oleosidade nas mãos do consumidor.

Com base nos diagramas triangulares, foi possível notar que para obter oleogéis de elevada dureza e baixa migração de óleo, a combinação binária dos agentes estruturantes H e M é adequada, onde a proporção de H pode variar de 4 a 6 % e a proporção de M, de 0 a 5 %.

5.2.2 Estabilidade visual do gel

A estabilidade visual da consistência do gel pode direcionar e/ou limitar a aplicação de oleogéis em alimentos, tendo em vista que é desejável que uma base lipídica tenha consistência estável em temperatura ambiente ao longo de sua vida útil. A Figura 5 mostra o

comportamento dos oleogéis em relação à estabilidade visual durante 7 dias de avaliação, utilizando como referência a escala de classificação proposta por Godoi *et al.* (2019). A Figura 6 ilustra a aparência física dos ensaios no último dia de avaliação (dia 7). Em geral, todos os ensaios se mantiveram estáveis em sua classificação após 48 horas de avaliação e nenhum foi classificado como “totalmente líquido” (Classificação 1).

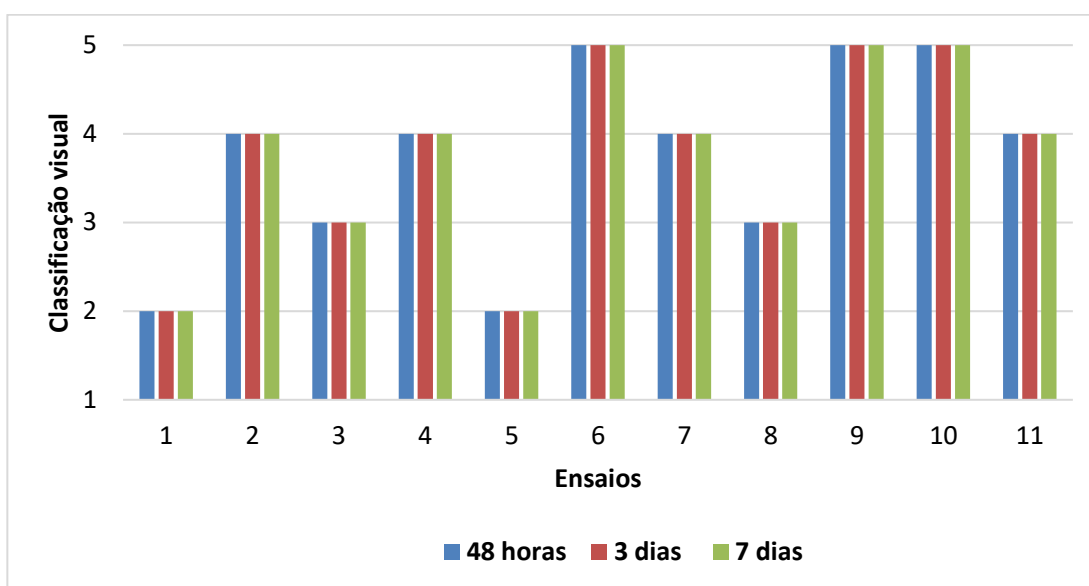


Figura 5. Classificação dos oleogéis de acordo com a avaliação visual em 2, 3 e 7 dias após a preparação.

1: (6% S); **2:** (6% H); **3:** (6% M); **4:** (3% S, 3% H); **5:** (3% S, 3% M); **6:** (3% H, 3% M); **7:** (2% S, 2% H, 2% M); **8:** (4% S, 1% H, 1% M); **9:** (1% S, 4% H, 1% M); **10:** (1% S, 1% H, 4% M); **11:** (2% S, 2% H, 2% M); **S** - monoestearato de sorbitana; **H** - *hardfat* de óleo de palma; e **M** – monoglicerídeos. Classificação visual: **1** – Totalmente líquido; **2** – Fraco; **3** – Médio; **4** – Firme; **5** – Totalmente firme.

Os oleogéis menos estruturados foram os Ensaios 1 (6 % S) e 5 (3 % S, 3 % M), que foram classificados visualmente como “géis fracos”, pois o gel formado possuía aparência líquida viscosa que escoava quando o tubo de ensaio era invertido. Os Ensaios 3 (6 % M) e 8 (4 % S, 1 % H, 1 % M) foram classificados como “gel médio”, pois, apesar de terem aparência física de gel, escoavam lentamente pelo tubo quando invertidos. Esses ensaios classificados como “fracos” e “médios” foram também os que apresentaram menor dureza e maior migração de óleo (Tabela 6).

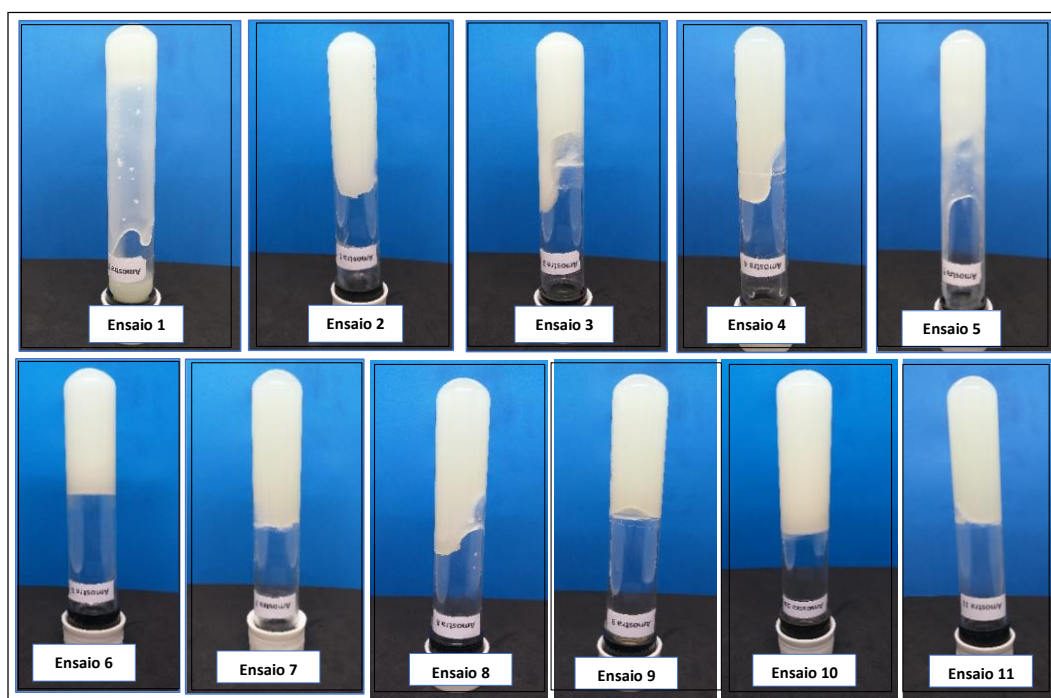


Figura 6. Aparência física dos oleogéis após 7 dias de avaliação (tubos de ensaio invertidos).

1: (6% S); **2:** (6% H); **3:** (6% M); **4:** (3% S, 3% H); **5:** (3% S, 3% M); **6:** (3% H, 3% M); **7:** (2% S, 2% H, 2% M); **8:** (4% S, 1% H, 1% M); **9:** (1% S, 4% H, 1% M); **10:** (1% S, 1% H, 4% M); **11:** (2% S, 2% H, 2% M); **S** - monoestearato de sorbitana; **H** - *hardfat* de óleo de palma; e **M** – monoglicerídeos. Classificação visual: **1** – Totalmente líquido; **2** – Fraco; **3** – Médio; **4** – Firme; **5** – Totalmente firme.

Com exceção do Ensaio 8 (4 % S, 1 % M, 1 % H), que possui maior concentração de S na composição, todos os oleogéis oriundos de combinações ternárias foram classificados como “firmes” ou “totalmente firmes”. A interação binária entre M e H (Ensaio 6) resultou em um gel firme e estável durante o período de análise, mas esse efeito não foi observado quando o M foi combinado com 3 % de S (Ensaio 5), o que resultou em um líquido viscoso. Portanto, a presença de monoestearato de sorbitana (S), em maiores concentrações, afetou negativamente a consistência dos oleogéis.

A adição isolada ou em maiores proporções do S (Ensaio 1 e 8) interagiu negativamente com os demais agentes estruturantes, enquanto quando associado em menor proporção, não teve influência ou potencializou a estruturação (Ensaio 9 e 10). Esse comportamento também foi observado no trabalho de Godoi *et al.* (2019), em oleogéis de óleo de soja estruturados com S, cera de candelila e H, onde os autores observaram o efeito negativo da adição isolada ou em grandes proporções de S sobre a consistência visual do gel dos oleogéis. No entanto, assim como observado no presente estudo, no trabalho de Godoi *et*

al. (2019), pequenas concentrações (1 %) de S contribuíram para a formação de géis mais firmes.

Por fim, as combinações binárias e ternárias com maiores proporções de H e/ou M (Ensaio 6, 9 e 10) foram as melhores para formar oleogéis estáveis e firmes, cuja estrutura de gel totalmente firme foi adquirida em apenas 48 horas e mantida até o último dia de avaliação.

ETAPA II:

Esta etapa corresponde à aplicação dos oleogéis nas formulações de biscoitos, caracterizando antes a farinha de trigo (ingrediente básico). Descreve-se a avaliação das propriedades químicas, tecnológicas e sensoriais dos biscoitos e também a sua estabilidade durante a estocagem. Por fim, também são determinados os percentuais de redução da gordura saturada nos biscoitos contendo oleogéis, objetivo principal do trabalho.

5.3 Caracterização da farinha de trigo

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na fabricação de biscoitos, e é responsável por fornecer estrutura, formato e textura a esses produtos (CHAVAN *et al.*, 2016). A fim de avaliar as características de qualidade da farinha de trigo utilizada na elaboração dos biscoitos deste estudo, bem como analisar a sua adequação para essa aplicação, foram realizadas análises de composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos) e análises reológicas (farinografia, extensografia e índice e teores de glúten).

5.3.1 Composição centesimal

A composição centesimal da farinha de trigo utilizada na produção dos biscoitos está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Composição centesimal da farinha de trigo.

Componentes	(%)*
Umidade	11,90 ± 0,11
Cinzas	0,69 ± 0,00
Lipídeos	0,99 ± 0,01
Proteínas	9,17 ± 0,62
Carboidratos	77,25 ± 0,57

*Médias ± desvios padrão.

Os valores de umidade, cinzas e proteínas encontrados para a farinha de trigo utilizada neste estudo foram de 11,90, 0,69 e 9,17 %, respectivamente, e estão de acordo com os limites estabelecidos pela RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional

de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005), que preconiza valores máximos de 15 % de umidade e 0,8 % de cinzas, e mínimo de 7,5 % de proteínas em farinha de trigo refinada.

O controle da umidade é um dos principais fatores para a manutenção da qualidade da farinha de trigo durante o armazenamento, pois altos teores podem favorecer o crescimento de bolores e leveduras (WADE, 1989).

O conteúdo de cinzas indica o grau de extração e refinamento da farinha e está diretamente relacionado com a sua coloração, ou seja, quanto mais branca a farinha, menor foi o grau de extração e menor é o teor de cinzas (CAUVAIN, 2015). Para aplicação em biscoitos, o conteúdo ideal de cinzas deve estar entre 0,50 e 0,78 % (MANLEY; PAREYT; DELCOUR, 2011) e, portanto, a farinha desta pesquisa está adequada para a sua aplicação final quanto a esse quesito.

Quanto ao teor de proteínas, o resultado encontrado foi de 9,17 %. A quantidade de proteínas (principalmente gliadina e glutenina) e a sua qualidade determinam a força da farinha de trigo e sua aplicação industrial. Para a utilização em biscoitos laminados tipo Maria, como os do tipo Maria, é recomendável que o teor de proteínas esteja entre 8,0 e 9,5 %, uma vez que teores superiores podem resultar em biscoitos com dureza muito elevada por conta da formação da rede de glúten (CAUVAIN, 2016b; DAVIDSON; SYKES, 2019).

Portanto, com base nos resultados encontrados para a composição centesimal (principalmente, umidade, cinzas e proteínas) da farinha de trigo utilizada neste estudo, pode-se concluir que a farinha está dentro do padrão ideal para aplicação em biscoitos tipo Maria.

5.3.2 Análises reológicas

Além das análises de composição centesimal, as propriedades reológicas de uma farinha de trigo são determinantes para avaliar a sua qualidade tecnológica e aplicação. A Tabela 8 apresenta os resultados referentes às análises de farinografia, extensografia, e teores e índice de glúten da farinha de trigo utilizada neste estudo.

Com base nos resultados obtidos na análise de farinografia da farinha, a absorção de água encontrada foi de 57,30 %, o tempo de desenvolvimento de 6,40 min, a estabilidade de 11,30 min e o ITM de 31,50 UF, o que classifica esta farinha, segundo Montenegro & Ruffi (2016), como de força média. Segundo Manley (2011), a farinha de trigo adequada para a produção de biscoitos laminados deve ter força média ou fraca.

Tabela 8. Propriedades reológicas da farinha de trigo.

FARINOGRAFIA			
Parâmetro	Resultado		
Absorção de água (%)	57,30 ± 0,14		
Tempo de chegada (min)	1,30 ± 0,00		
Tempo de saída (min)	11,30± 0,99		
Tempo de desenvolvimento (min)	6,40 ± 0,14		
Estabilidade (min)	11,60 ± 0,99		
Índice de tolerância à mistura (UF)	31,50 ± 4,95		
EXTENSOGRAFIA			
Parâmetro	Resultado		
	45 min	90 min	135 min
Resistência à extensão - R (UE)	319,33 ± 8,08	346 ± 21,70	337,67 ± 24,01
Resistência máxima - Rm (UE)	460 ± 8,54	475,33 ± 29,50	453,67 ± 19,35
Extensibilidade - E (mm)	173,33 ± 8,96	160,33 ± 6,81	161,67 ± 17,04
Número proporcional - D (R/E)	1,86 ± 0,06	2,17 ± 0,12	2,10 ± 0,35
TEORES E ÍNDICE DE GLÚTEN			
Parâmetro	Resultado		
Glúten úmido (%)	30,05 ± 0,08		
Glúten seco (%)	10,85 ± 0,21		
Índice de glúten	90,70 ± 1,20		

Quanto à análise de extensografia, a farinha também se caracteriza como de força média, pois possui valores intermediários entre farinha forte e fraca, no tempo de 135 minutos, considerando a classificação descrita por Montenegro & Ruffi (2016). O extensograma gerado nessa análise é de um gráfico baixo e com comprimento longo, indicando baixa elasticidade e alta extensibilidade, e é o tipo de gráfico ideal de farinhas para a produção de biscoitos. Essa característica extensível e pouco elástica da farinha de trigo ideal para biscoitos laminados é desejável, pois facilita o processo de laminação e evita problemas como a retração da lâmina e deformações no formato e estampagem dos biscoitos.

Quanto ao índice de glúten (90,70), essa farinha pode ser classificada como “muito boa” (MONTENEGRO & RUFFI, 2016). Assim, as propriedades reológicas da farinha analisada mostram que se trata de farinha de trigo de força média, com alta extensibilidade e baixa elasticidade, ou seja, com as principais características desejáveis para uma farinha destinada à produção de biscoitos.

5.4 Propriedades dos biscoitos

5.4.1 Propriedades dimensionais e dureza instrumental

A Tabela 9 apresenta os resultados das análises das propriedades dimensionais e dureza instrumental dos biscoitos elaborados com os oleogéis, biscoito padrão (com óleo de palma) e biscoito controle (com óleo de girassol alto oleico).

Tabela 9. Propriedades dimensionais e dureza dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.

Formulações	Expansão horizontal (%)	Expansão vertical (%)	FE	VE (cm ³ g ⁻¹)	Dureza (N)
B1	3,33 ± 0,00	90,28 ± 0,06	1,75 ± 0,05	1,61 ± 0,14	8,03 ± 1,42
B2	3,33 ± 0,00	91,64 ± 0,06	1,79 ± 0,02	1,59 ± 0,12	8,96 ± 1,42
B3	3,33 ± 0,00	92,96 ± 0,03	1,71 ± 0,11	1,61 ± 0,13	10,95 ± 1,10
B4	3,33 ± 0,00	93,20 ± 0,08	1,78 ± 0,07	1,62 ± 0,15	11,33 ± 1,28
B5	3,33 ± 0,00	93,27 ± 0,03	1,74 ± 0,07	1,63 ± 0,12	13,42 ± 1,13
B6	3,33 ± 0,00	92,66 ± 0,06	1,70 ± 0,08	1,59 ± 0,14	11,66 ± 1,54
B7	3,33 ± 0,00	93,43 ± 0,02	1,71 ± 0,07	1,62 ± 0,06	11,92 ± 1,93
B8	3,33 ± 0,00	91,84 ± 0,07	1,70 ± 0,07	1,59 ± 0,14	12,25 ± 0,85
B9	3,33 ± 0,00	90,91 ± 0,08	1,78 ± 0,09	1,59 ± 0,11	10,38 ± 0,86
B10	3,33 ± 0,00	90,42 ± 0,07	1,73 ± 0,07	1,59 ± 0,11	12,00 ± 0,82
B11	3,33 ± 0,00	90,31 ± 0,04	1,70 ± 0,06	1,62 ± 0,12	12,08 ± 1,00
BP	3,33 ± 0,00	93,55 ± 0,04	1,76 ± 0,04	1,60 ± 0,05	12,86 ± 2,52
BC	3,33 ± 0,00	94,61 ± 0,10	1,74 ± 0,05	1,62 ± 0,14	11,59 ± 1,12

B1: (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

O diâmetro, a espessura e o volume dos biscoitos são importantes para a indústria, pois o produto acabado deve caber em uma embalagem previamente projetada e essas dimensões fazem parte do padrão de qualidade pré-estabelecido desses produtos. As propriedades dimensionais (crescimento vertical e horizontal, fator de expansão e volume específico) dos biscoitos não foram afetadas significativamente ($p > 0,05$) com a substituição da gordura por oleogéis, obtendo-se valores muito semelhantes, tanto entre as formulações de

biscoitos com os oleogéis, quanto com as formulações padrão e controle. Com base em alguns estudos encontrados na literatura sobre a temática de substituição de gordura saturada em biscoitos por oleogéis ou outras bases lipídicas (HWANG; SINGH; LEE, 2016; ONACIK-GÜR; ŻBIKOWSKA, 2020; PENTEADO *et al.*, 2018; YILMAZ; ÖLÜTCÜ, 2015), observa-se que os parâmetros tecnológicos dos produtos normalmente não são afetados negativamente com a substituição das gorduras.

Portanto, os resultados das análises de dimensões dos biscoitos encontrados neste estudo são positivos, pois demonstram que a substituição da gordura convencionalmente utilizada (altamente saturada) por oleogéis não impactou negativamente sobre as propriedades tecnológicas dos biscoitos avaliadas, indicando que não precisariam ter a sua embalagem modificada para a sua comercialização.

A dureza é um importante parâmetro para avaliar a qualidade de biscoitos e consiste na força requerida para provocar a ruptura do produto, avaliada instrumentalmente. Os valores de dureza instrumental dos biscoitos variaram de 8,03 a 13,42 N, em que o menor valor pertence ao biscoito elaborado com o oleogel contendo 6 % de monoestearato de sorbitana (S) isolado (B1) e o maior valor pertence à formulação de biscoito com oleogel contendo 3 % de S e 3 % de monoglicerídeos (M) (B5).

Com exceção de B1 e B2, todos os biscoitos, incluindo a formulação controle (BC), tiveram dureza acima de 10 N, próximos do valor do biscoito padrão (BP) (12,86 N), com óleo de palma. Isso mostra que a maioria dos biscoitos contendo oleogéis apresentou dureza próxima à formulação elaborada com a óleo de palma, o que indica que a substituição da gordura padrão por oleogéis não teve efeitos negativos sobre o parâmetro de dureza instrumental dos produtos. No entanto, é necessário saber se as pequenas variações observadas nos valores de dureza instrumental dos biscoitos são perceptíveis sensorialmente pelos consumidores.

Com base na Figura 9, observa-se que os biscoitos de maior dureza foram aqueles elaborados com oleogéis oriundos da combinação dos agentes estruturantes monoestearato de sorbitana (S) e monoglicerídeos (M), em concentrações de 4,5 a 1 %. Por outro lado, os biscoitos de menor dureza foram aqueles contendo oleogéis com monoestearato de sorbitana (S) e *hardfat* de óleo de palma (H) isolados ou com maiores concentrações de H. O resultado da combinação desses dois agentes estruturantes em concentrações iguais de 3 % parece permitir obter biscoitos de dureza intermediária, o que pode ser mais desejável.

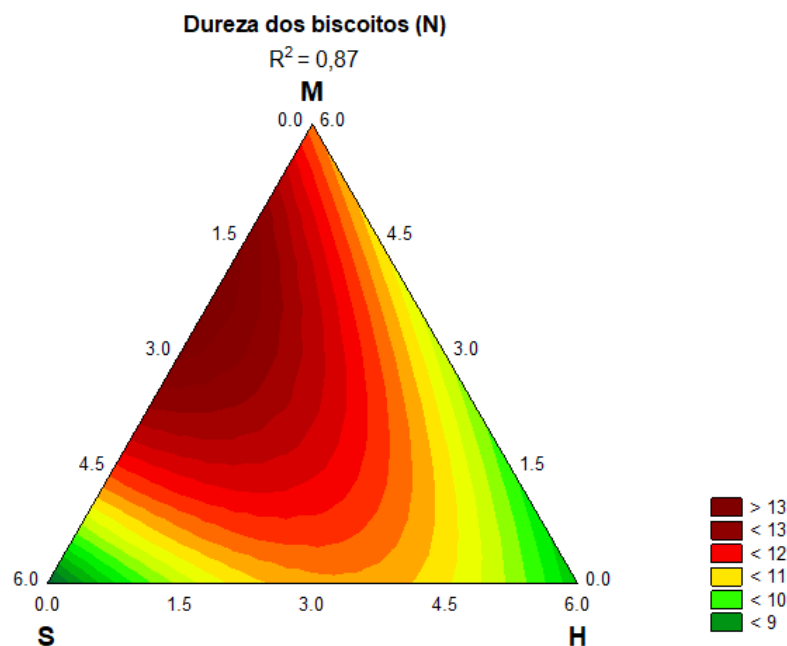


Figura 7. Diagrama triangular da dureza dos biscoitos.
S – monoestearato de sorbitana, M – monoglicerídeos e H –
hardfat de óleo de palma

Quadro 2. Equação (modelo) do parâmetro dureza dos biscoitos com oleogéis.

Avaliação	Equação com os coeficientes do modelo	R ²
Dureza	$y = +8,33 \cdot x_1 + 9,28 \cdot x_2 + 11,34 \cdot x_3 + 9,40 \cdot x_1 \cdot x_2 + 13,92 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0$	0,87

*y = parâmetro avaliado; x = proporção dos estruturantes, x_1 = monoestearato de sorbitana (S), x_2 = monoglicerídeos (M), e x_3 = *hardfat* de óleo de palma (H).

É interessante observar que, com base nos comportamentos observados nas superfícies de resposta da dureza dos oleogéis e dos biscoitos (Figura 3 e 7, respectivamente), os oleogéis menos firmes resultaram em biscoitos de maior dureza e os oleogéis mais firmes produziram biscoitos mais macios. Por outro lado, os oleogéis de dureza intermediária resultaram em biscoitos de dureza intermediária, o que parece ser mais desejável, nesse caso. Isso indica que os oleogéis ideais para obter biscoitos laminados de textura desejável devem apresentar certa consistência, mas não devem ser totalmente sólidos e nem líquidos.

Comportamento diferente deste observado foi descrito por Zhao *et al.* (2020) na aplicação de oleogéis de óleo de soja estruturados com β -sitosterol e monoglicerídeos (concentração de 10 %) em biscoitos, onde não foi observada uma relação direta entre a dureza instrumental dos oleogéis e dos biscoitos. Essa diferença pode estar relacionada com a

composição do oleogel desses autores, pois os agentes estruturantes possuem diferentes mecanismos de estruturação e comportamento de cristalização, sendo influenciados, inclusive, pelo tipo de óleo utilizado (VALOPPI *et al.*, 2017).

5.4.2 Umidade, atividade de água, índice de peróxido, migração de óleo e cor instrumental

Os resultados das análises de umidade, atividade de água, índice de peróxido, migração de óleo e cor instrumental realizadas nos biscoitos estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Umidade, atividade de água, índice de peróxido, migração de óleo e cor instrumental dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.

Formulações	Umidade (%)	Aw	Migração de óleo (%)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)	Cor			
					L*	a*	b*	ΔE*
B1	2,00 ± 0,05	0,13 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01	79,86 ± 1,37	6,11 ± 0,14	26,51 ± 3,44	3,81
B2	1,97 ± 0,04	0,11 ± 0,00	0,28 ± 0,04	0,05 ± 0,00	77,93 ± 0,09	7,89 ± 1,02	30,90 ± 1,30	3,06
B3	1,74 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,06	0,06 ± 0,01	78,61 ± 0,65	7,73 ± 0,89	29,73 ± 1,06	2,13
B4	1,76 ± 0,11	0,14 ± 0,02	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	78,95 ± 1,14	6,15 ± 0,41	27,92 ± 2,06	3,16
B5	1,80 ± 0,07	0,15 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,00	79,81 ± 0,96	7,74 ± 1,07	27,96 ± 1,01	1,91
B6	1,99 ± 0,02	0,16 ± 0,00	0,04 ± 0,29	0,07 ± 0,01	80,25 ± 0,69	7,14 ± 0,48	30,92 ± 2,75	1,74
B7	2,13 ± 0,04	0,13 ± 0,01	0,58 ± 0,15	0,07 ± 0,00	78,17 ± 1,14	7,78 ± 0,14	30,34 ± 1,31	2,66
B8	1,91 ± 0,10	0,13 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,00	79,18 ± 1,11	7,39 ± 0,16	30,35 ± 0,16	1,86
B9	1,32 ± 0,03	0,12 ± 0,00	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,01	76,96 ± 1,35	7,82 ± 0,14	31,55 ± 0,39	4,22
B10	1,73 ± 0,11	0,10 ± 0,00	0,03 ± 0,10	0,07 ± 0,00	75,39 ± 2,51	8,35 ± 0,13	32,71 ± 0,46	6,15
B11	1,62 ± 0,03	0,14 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,06 ± 0,01	79,07 ± 0,25	7,27 ± 0,14	30,02 ± 0,35	1,90
BP	2,31 ± 0,05	0,12 ± 0,01	0,18 ± 0,08	0,12 ± 0,01	80,69 ± 0,35	8,18 ± 0,70	29,60 ± 1,93	0,00
BC	1,84 ± 0,09	0,16 ± 0,00	0,15 ± 0,12	0,07 ± 0,01	79,12 ± 2,01	7,28 ± 0,22	30,24 ± 0,57	1,92

B1: (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

A umidade é um parâmetro muito importante para a manutenção da qualidade de biscoitos, pois está relacionada com a sua crocância e, juntamente com a atividade de água, afeta diretamente a conservação microbiológica desses produtos. Os valores de umidade dos biscoitos com oleogéis variaram de 1,32 a 2,13 %, enquanto os biscoitos padrão e controle tiveram valores de 2,31 e 1,84 %, respectivamente. Esses resultados estão dentro do esperado para biscoitos, que devem conter, no máximo, 5 % de umidade.

Quanto à atividade de água, os valores variaram de 0,10 a 0,16 e estão dentro do limite desejável (máximo de 0,30). Portanto, a utilização de oleogéis em biscoitos laminados tipo Maria não favoreceu o aumento dos teores de umidade e da atividade de água dos produtos após uma semana da sua produção. Todavia, é necessário observar o comportamento dos biscoitos quanto a esses parâmetros durante a estocagem.

Um dos principais problemas que surgem com a substituição da gordura saturada em produtos alimentícios é o vazamento de óleo para a superfície do produto e/ou para sua embalagem, podendo ocasionar uma sensação de oleosidade excessiva para o consumidor. Além disso, pode limitar a vida útil dos biscoitos, pois o óleo vazado pode estar mais propenso à oxidação. O percentual de migração de óleo nos biscoitos variou de 0,03 a 0,58 %. Esses valores podem ser considerados baixos e insignificantes, considerando o período de uma semana após a produção. Porém, pode haver uma tendência de crescimento desses valores ao longo da vida de prateleira.

O índice de peróxido (IP) é um indicativo de oxidação lipídica de alimentos contendo óleos ou gorduras. O IP indicado para gordura destinada à panificação não deve ultrapassar 1,0 meqO₂/kg para que não haja formação de odores e sabores desagradáveis (ŻBIKOWSKA; KOWALSKA; STAUFFER, 2020). Os valores de IP dos biscoitos com e sem oleogel foram bastante baixos, variando de 0,05 a 0,12 meqO₂/kg e, portanto, estão aceitáveis. Baixos valores de IP eram esperados, pois os biscoitos foram analisados com pouco tempo de produção (uma semana), estavam estocados em embalagens com proteção contra a luz e o oxigênio e, ainda, deve-se considerar a alta estabilidade oxidativa do óleo de girassol alto oleico utilizado como base para os oleogéis. Esses valores são até mais baixos aos encontrados em outro estudo de aplicação de oleogéis de óleo de avelã estruturados com ceras de abelha e de girassol em biscoitos, onde os autores encontraram valores entre 0,40 e 0,45 meqO₂/kg (YILMAZ; ÖLÜTCÜ, 2015).

Com relação aos parâmetros de cor dos biscoitos, a luminosidade (L^*) variou de 75,39 a 80,69, onde o menor valor foi observado para o B5 e o maior valor para o BP. Em geral, todas as formulações apresentaram alto nível de luminosidade e, portanto, pode-se concluir que os oleogéis não contribuíram para o escurecimento indesejável dos biscoitos. Segundo Sciarini *et al.* (2013), produtos com valores de L^* mais altos são atribuídos a alimentos contendo bases lipídicas com alto conteúdo de gordura sólida (SFC), pois causa uma adesão e bloqueio dos substratos que participam da reação de Maillard, retardando a reação. Isso pode ter acontecido na formulação padrão, pois o óleo de palma possui maior SFC do que os oleogéis e o óleo de girassol alto oleico. No entanto, mesmo com menores SFC (CHAVES & RIBEIRO, 2019), houve formulações de biscoitos com oleogéis com valores de L^* estatisticamente iguais ($p > 0,05$) ao BP (B1, B5, B6 e B8).

Todos os biscoitos apresentaram baixa tendência à coloração vermelha, representada pela coordenada a^* (6,11 – 8,35), o que é desejável, uma vez que essa não é uma cor característica dos biscoitos tipo Maria. Por outro lado, os biscoitos apresentaram maior tendência à coloração amarela, representada pela coordenada b^* (26,51 – 32,71), o que era esperado e desejado, pois esse tipo de biscoito possui tons amarelados característicos.

Entretanto, é necessário saber se as diferenças de tonalidades encontradas nos resultados de cor instrumental dos biscoitos com oleogéis e BP são perceptíveis aos olhos humanos. Para isso, usamos o cálculo da diferença total na cor (ΔE), tendo o BP como referência. Se o valor de ΔE for > 3 , concluímos que a diferença total de cor pode ser percebida pelo olho humano (FRANCIS & CLYDESDALE, 1975). Tendo isso em vista, observou-se que houve cinco amostras de biscoitos contendo oleogéis que apresentaram $\Delta E > 3$ (B1, B2, B5, B9 e B10) e, portanto, possuem diferenças visíveis de cor em relação ao BP. Por outro lado, as formulações com menores ΔE (mais parecidas com o BP) foram B6 e B8.

5.4.3 Estabilidade dos biscoitos durante a estocagem

Todas as formulações de biscoitos foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros de qualidade durante a estocagem: dureza instrumental, umidade, atividade de água, migração de óleo, índice de peróxido e cor instrumental. Essas análises foram

realizadas durante seis meses, com avaliações periódicas em: 1 semana, 1 mês, 3 meses e 6 meses após a produção.

Todas as formulações de biscoitos mantiveram seus valores de dureza instrumental estáveis até um mês de estocagem, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores de dureza de 1 semana e 1 mês (Figura 8). Após 3 meses de estocagem, foi observado um decréscimo gradual significativo nos valores de dureza das formulações BP, B7 e B8. No entanto, após esse período, os valores de dureza dessas formulações permaneceram estáveis até o 6º mês de avaliação.

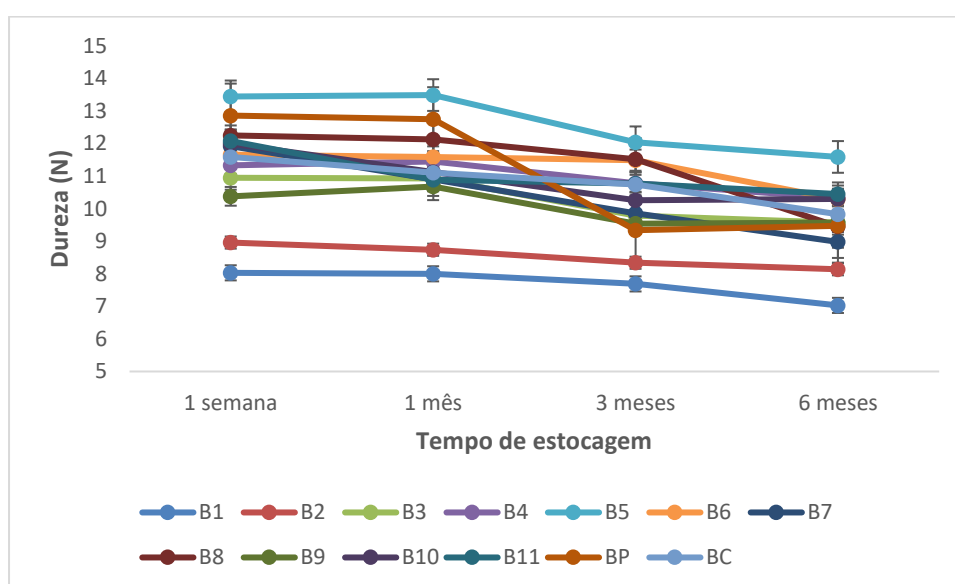


Figura 8. Dureza dos biscoitos durante a estocagem.

***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

É interessante enfatizar que o biscoito padrão (BP) foi o que apresentou a maior alteração nos valores de dureza ao longo da vida de prateleira, com uma redução de 26,36 %, seguido de B7 e B8, com 24,66 e 22,86 % de perda de dureza, respectivamente. Essa perda pode estar relacionada com o maior conteúdo de umidade observado para essas formulações (Figura 9), que pode ter causado o amaciamento da textura de biscoitos, o que não é desejável. As demais formulações não apresentaram reduções significativas ($p > 0,05$) nos valores de dureza até 6 meses de estocagem, o que indica uma alta estabilidade na manutenção da textura de biscoitos com oleogéis e com óleo vegetal ao longo de uma vida de prateleira de 6 meses.

Assim como observado no parâmetro de dureza instrumental, a umidade dos biscoitos se manteve estável até 1 mês de estocagem, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores de umidade determinados em 1 semana e 1 mês, com aumento progressivo significativo nos meses seguintes. Esse comportamento era esperado, já que biscoitos tendem a absorver água ao longo da estocagem por serem produtos de atividade de água muito baixa.

Os maiores valores de umidade observados após 6 meses de estocagem foram de 3,21, 3,03 e 2,97 %, correspondentes às formulações BP, B7 e B8, respectivamente (Figura 9). Esse aumento de umidade parece ter causado uma redução da dureza dessas formulações (Figura 8).

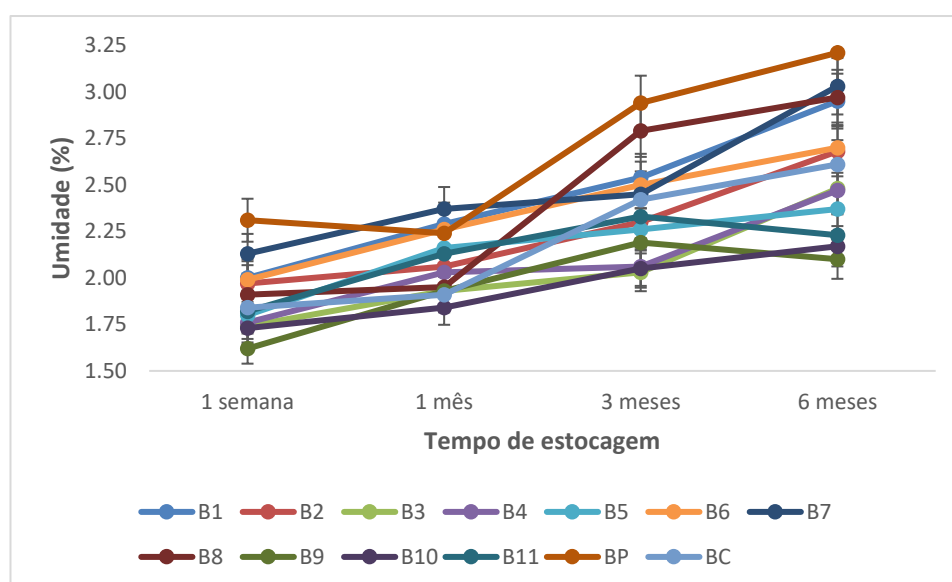


Figura 9. Umidade dos biscoitos durante a estocagem.

***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

As formulações de biscoitos contendo oleogéis apresentaram ganho de umidade que variou de 22,53 a 55,50 % ao longo dos 6 meses de estocagem, enquanto os biscoitos padrão e controle obtiveram ganhos de umidade de 38,96 e 41,85 %, respectivamente. Os biscoitos que apresentaram maior aumento de umidade ao longo da estocagem foram aqueles produzidos com o oleogel com monoestearato de sorbitana (S) isolado (B1, com 47,50 % de aumento) ou em altas concentrações (B8, com 55,50 % de aumento), o que pode ser atribuído à presença de maiores quantidades de grupos polares

na estrutura química do monoestearato de sorbitana (SANGWAL, 2007). Isso sugere que formulações de oleogéis contendo altas concentrações deste agente estruturante podem resultar em uma absorção de umidade mais acentuada em biscoitos, o que não é desejável, pois pode afetar a textura.

Em geral, todas as formulações chegaram ao 6º mês de avaliação com conteúdo de umidade dentro do desejável para assegurar a qualidade dos produtos (abaixo de 5 %) e a sua crocância.

Quanto aos resultados de atividade de água (a_w) dos biscoitos, foi observado um aumento nos teores ao longo dos 6 meses de avaliação, o que era esperado devido à tendência de absorção de umidade que os biscoitos possuem, o que reflete na atividade de água dos produtos. Esse comportamento pode ser observado na Figura 10.

No primeiro período de avaliação (1 semana), os biscoitos contendo oleogéis, o biscoito padrão e o controle possuíam valores de a_w variando de 0,10 a 0,16 e, no último período de avaliação (6 meses), esses valores variaram de 0,19 a 0,28, ou seja, um aumento de 50 a 109 %. As formulações de biscoitos que apresentaram maiores teores de a_w após 6 meses de avaliação foram aquelas que apresentaram os maiores teores de umidade e menores valores de dureza (Figuras 8 e 9): B6 (0,28), B7 (0,26), B8 (0,26), B1 (0,26) e BP (0,25).

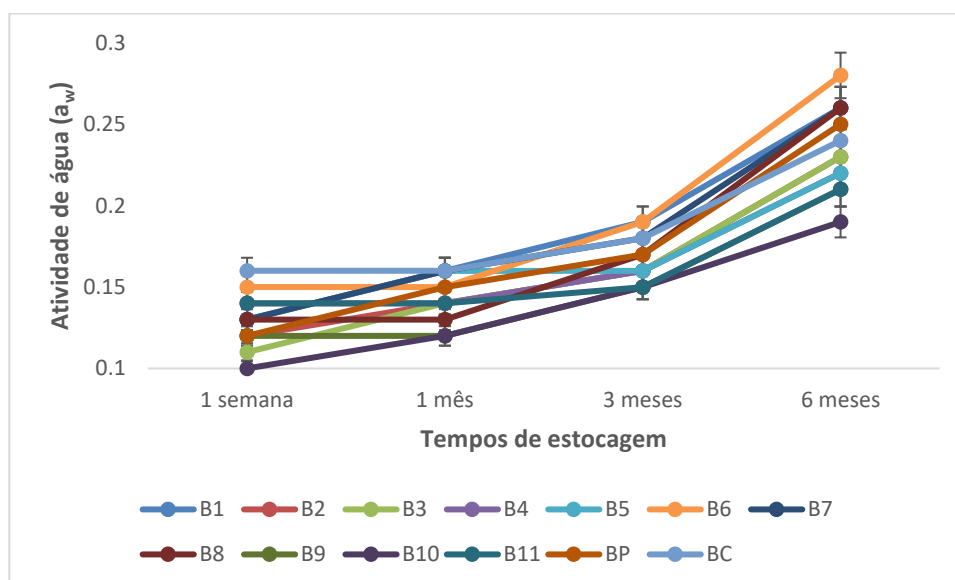


Figura 10. Atividade de água dos biscoitos durante a estocagem
***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:**

(Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11**: (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP**: Biscoito padrão (óleo de palma); **BC**: Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

Com exceção de B6 e BP, os biscoitos que apresentaram maiores valores de a_w foram produzidos com monoestearato de sorbitana (S) em concentrações acima de 2 %, o que sugere que a utilização desse agente estruturante em oleogéis para aplicação em biscoitos favorece a absorção de água e o aumento da atividade de água e, conseqüentemente, a redução da dureza dos biscoitos, todos fatores geralmente indesejáveis.

De uma forma geral, todas as formulações de biscoitos chegaram ao 6º mês de avaliação com valores de a_w dentro da faixa recomendável para esse tipo de alimento, ou seja, entre 0,20 e 0,30. Em biscoitos elaborados com oleogéis pode não ser desejável ter valores de a_w muito baixos (abaixo de 0,20), pois poderia favorecer a rancidez oxidativa dos oleogéis, considerando a sua natureza predominantemente insaturada (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

A quantidade de óleo retido em papel de filtro é um indicativo da capacidade de aprisionamento de óleo dos oleogéis dentro da estrutura do biscoito ao longo do tempo de estocagem. É desejável que não haja nenhuma ou muito baixa perda de óleo em biscoitos, pois o aumento do vazamento de óleo líquido leva a defeitos de qualidade, como uma sensação desagradável de oleosidade na superfície do produto e maior probabilidade de oxidação (STORTZ *et al.*, 2012). Com base na Figura 11, pode-se observar que todas as formulações de biscoitos apresentaram baixas porcentagens de perda de óleo até seis meses de estocagem, com valores variando de 0,66 a 1,39 %, o que indica alta estabilidade das bases lipídicas utilizadas.

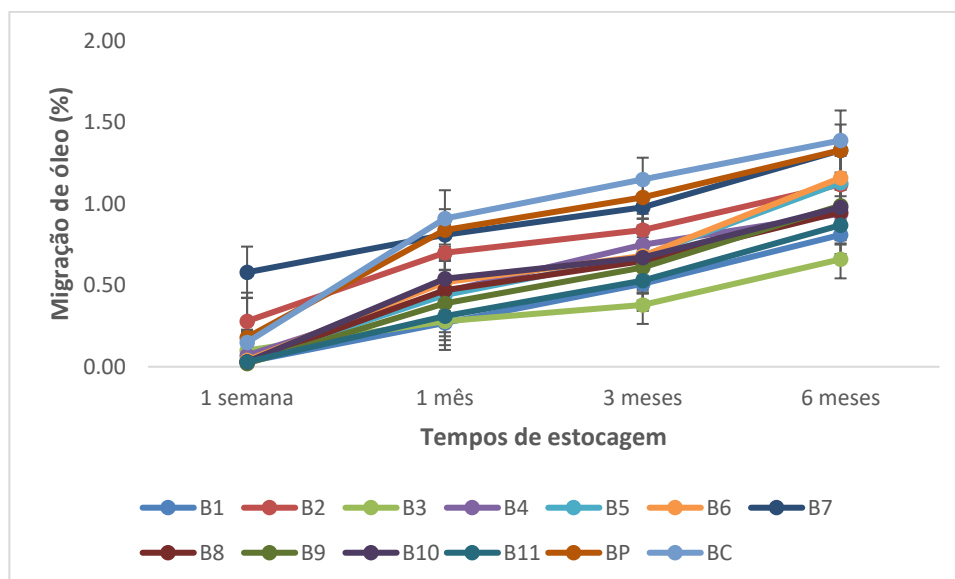


Figura 11. Migração de óleo dos biscoitos durante a estocagem
***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

A formulação de biscoito que obteve a menor taxa de migração de óleo após seis meses foi a B3 (0,66 %). Esse biscoito foi elaborado com um oleogel contendo 6 % de monoglicerídeos isoladamente. Por outro lado, a formulação controle (BC), formulada com óleo de girassol alto oleico não estruturado, foi a amostra que apresentou maior taxa de migração de óleo (1,39 %) após seis meses, seguido do biscoito padrão, elaborado com óleo de palma (1,33 %). Esse resultado, embora sejam valores pouco representativos, pode indicar uma possível limitação da utilização de óleos líquidos em biscoitos, se considerarmos uma vida de prateleira mais longa.

Em geral, todos os biscoitos contendo oleogéis apresentaram migração de óleo igual ou inferior ($p \leq 0,05$) aos biscoitos formulados com óleos (BP e BC), o que mostra ser mais um comportamento positivo resultante da aplicação de oleogéis em biscoitos.

O tipo de gordura usada em produtos de panificação afeta diretamente a qualidade do produto final, incluindo a sua vida útil (ATKINSON, 2011). Uma das principais alterações que podem ocorrer em alimentos ricos em gordura, como os biscoitos, é a rancidez oxidativa, a qual pode ser avaliada pela análise do índice de peróxido. Esse método baseia-se na reação do iodo com os peróxidos, que são os produtos primários da reação de oxidação de lipídeos.

Os valores de índice de peróxido (IP) dos biscoitos, em geral, foram muito baixos e apresentaram leve crescimento ao longo da estocagem (Figura 12).

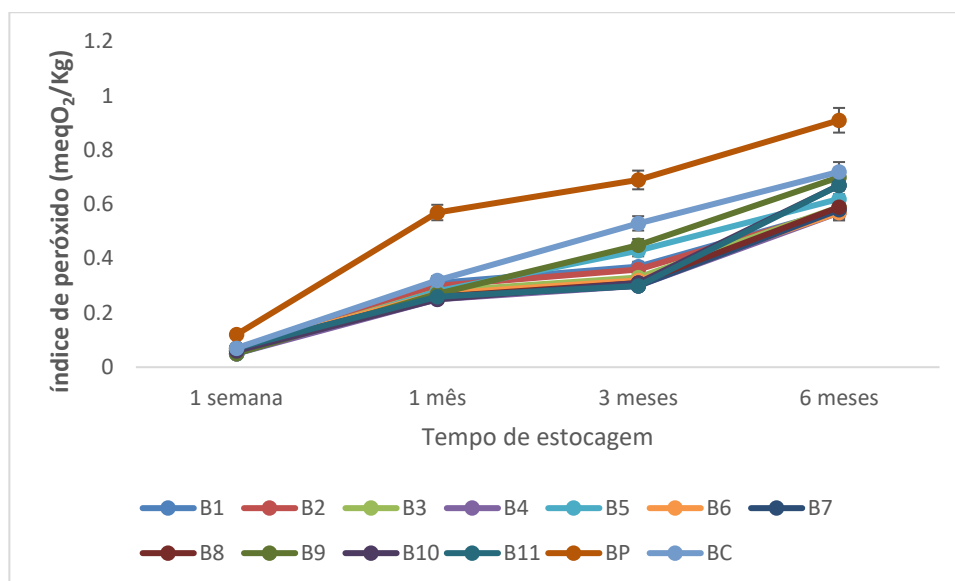


Figura 12. Índice de peróxido dos biscoitos durante a estocagem.

***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

Nota-se um crescimento estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) no período de 1 semana a 1 mês, seguido de estabilidade até 3 meses, finalizando com um crescimento significativo após 6 meses. Os valores de IP dos biscoitos contendo oleogéis variaram de 0,57 a 0,70 meqO₂/kg no último período de avaliação. A formulação padrão (BP) apresentou os maiores valores de IP, com 0,91 meqO₂/kg, o que pode estar relacionado tanto com o estado oxidativo inicial do óleo de palma (PO) utilizado, como com a oxidação durante a estocagem.

Portanto, os biscoitos com oleogéis apresentaram baixos valores de IP até 6 meses de estocagem, o que indica estabilidade quanto à rancidez oxidativa desses biscoitos. Isso está diretamente relacionado à alta estabilidade oxidativa do óleo de girassol alto oleico (HOSO) que, por ser rico em ácido oleico (monoinsaturado) e pela posição regioespecífica do ácido linoleico (*sn*-2), apresenta menor tendência a ser sofrer reação oxidativa que o óleo de girassol convencional, por exemplo. Além disso, o aprisionamento do óleo por agentes estruturantes em redes tridimensionais pode deixá-lo menos exposto a fatores catalisadores de reações oxidativas, como oxigênio e luz

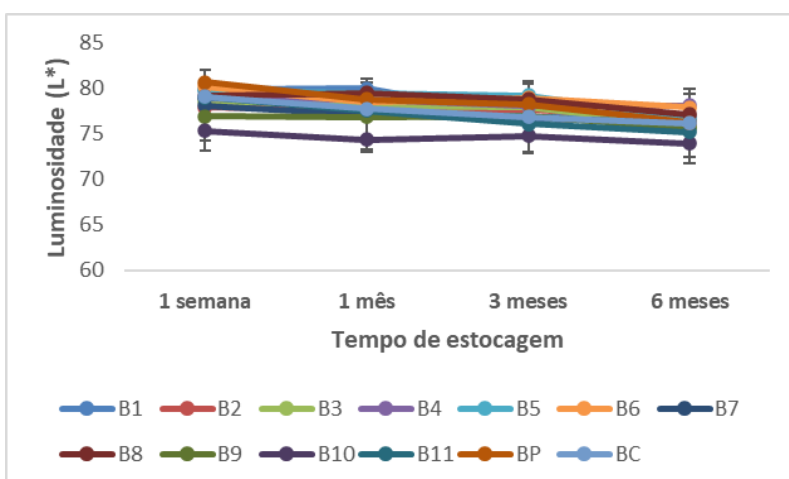
(FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Por fim, as condições de estocagem (com materiais de embalagem adequados) também podem ter contribuído para a boa estabilidade oxidativa dos biscoitos.

Alimentos em estado oxidativo avançado apresentam sabores e aromas desagradáveis, o que limita o seu consumo. Portanto, bases lipídicas para aplicação em produtos de panificação devem ser selecionadas de forma a fornecer alta qualidade e segurança em toda a sua vida útil. Assim, os oleogéis aplicados nos biscoitos deste estudo atenderam a essas exigências.

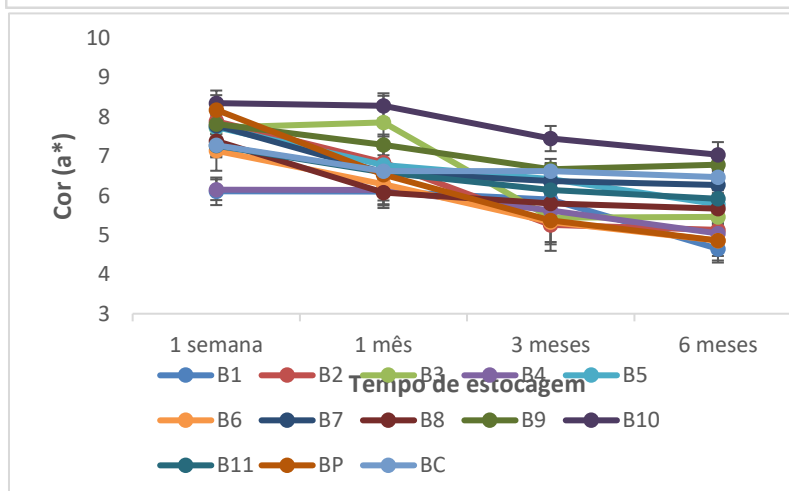
O único trabalho encontrado na literatura científica contendo avaliação do comportamento de biscoitos com oleogéis durante a estocagem foi o de Yilmaz & Özütcü (2015), por um período de 30 dias. Esses autores avaliaram a dureza, a umidade e o índice de peróxido de biscoitos tipo “cookie” elaborados com oleogéis de óleo de avelã estruturado com 5 % de ceras de abelha e girassol. Os autores concluíram que o biscoito elaborado com o oleogel contendo cera de abelha como agente estruturante foi o mais semelhante ao biscoito padrão (com *shortening* comercial) em termos de dureza durante a estocagem. Assim como observado neste trabalho, não foram observadas grandes alterações de umidade e índice de peróxido dos biscoitos sob as condições de estocagem relatadas no estudo (temperatura ambiente).

A cor é um importante parâmetro de qualidade que possui grande influência sobre a aceitação de um produto alimentício pelo consumidor. Os valores obtidos na análise de cor instrumental, por meio dos parâmetros L^* , a^* e b^* , das formulações de biscoitos estão apresentados na Figura 13 (a, b e c, respectivamente).

a)



b)



c)

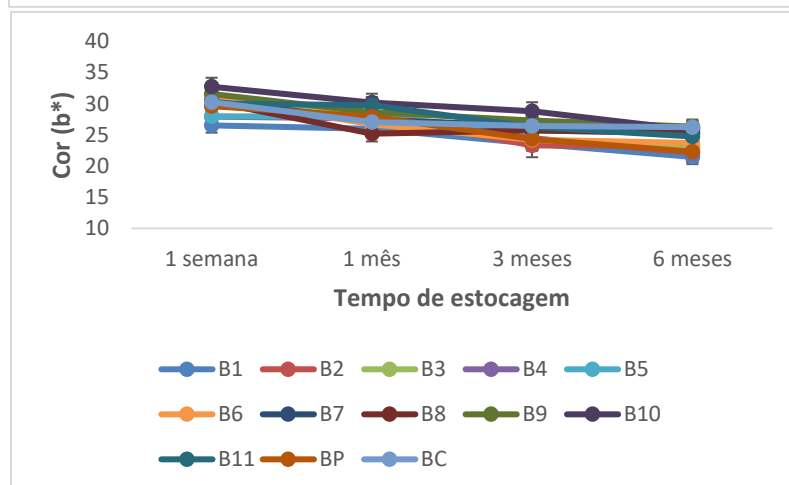


Figura 13. Cor instrumental dos biscoitos durante a estocagem. (a) (L^*), (b) a^* (c) b^*

***B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

O parâmetro L^* (luminosidade) indica o grau de claridade da amostra, variando de 0 a 100. Conforme pode ser observado na Figura 13a, de uma forma geral, a maioria dos biscoitos apresentaram pequena redução do parâmetro L^* ao longo da estocagem. Os biscoitos com oleogéis apresentaram redução de 1,04 a 4,84 % desse parâmetro, enquanto o BP e o BC apresentaram redução de 5,49 e 3,72 %, respectivamente. Portanto, todos os biscoitos apresentaram baixo escurecimento ao longo da estocagem.

Quanto aos parâmetros a^* (tendência ao vermelho) e b^* (tendência ao amarelo), observou-se uma redução significativa ($p \leq 0,05$) em todas as formulações ao longo da vida de prateleira. Assim como no parâmetro L^* , o BP foi a formulação que apresentou maior redução da coordenada a^* após 6 meses (40,59 %), enquanto os biscoitos contendo oleogéis tiveram redução variando de 13,17 a 34,98 %. O BC, por sua vez, obteve a menor redução de a^* (11,13 %). Quanto à coordenada b^* , as maiores reduções foram observadas nas formulações B2 (24,85 %) e BP (24,70 %), e B5 obteve a menor redução (9,73 %). Esses resultados demonstram que os biscoitos, em geral, tiveram baixa tendência à cor vermelha e intensidade da cor amarela reduzida ao fim da estocagem. Entretanto, visualmente, os biscoitos não aparentavam ter diferenças de cor significativas ao final da estocagem.

Apesar das diferenças na intensidade de cor e na luminosidade entre os biscoitos com oleogéis e o biscoito padrão, não é possível afirmar que as formulações de oleogéis foram diretamente responsáveis por isso, uma vez que todas as formulações apresentaram coloração semelhante entre si.

Portanto, com base nos resultados das análises de qualidade realizadas nas formulações de biscoitos com e sem oleogéis ao longo de 6 meses de estocagem, pode-se concluir que, de forma geral, todas as formulações demonstraram boa estabilidade nos parâmetros avaliados. Entretanto, o biscoito padrão (BP), com óleo de palma, foi a amostra que apresentou maiores porcentagens de absorção de umidade e aumento de a_w , o que refletiu na perda de dureza dessa amostra ao longo da estocagem. O BP e o biscoito controle (BC), com óleo de girassol alto oleico, foram as formulações que apresentaram maiores tendências de migração de óleo e oxidação lipídica. Entre os biscoitos com oleogéis, sugere-se que oleogéis contendo maiores concentrações de monoestearato de sorbitana (S) (B1, B4, B5 e B8) não sejam ideais para aplicação em biscoitos, pois podem favorecer o ganho de umidade, aumento da a_w e perda de dureza

dos produtos. As demais formulações de biscoitos com oleogéis apresentaram comportamento desejável ao longo dos 6 meses.

5.4.4 Propriedades sensoriais

As amostras dos biscoitos foram distribuídas em domicílio (por conta da pandemia de Covid-19), após 2 dias de produzidos, e as avaliações foram feitas através de um formulário *online*. O painel sensorial foi composto predominantemente por pessoas do sexo feminino (58,5 %), com idade entre 18 e 35 anos (85,5 %) e todos afirmaram consumir biscoito tipo Maria ao menos 1 vez ao mês.

5.4.4.1 Teste de aceitação

As formulações de biscoitos contendo oleogéis submetidos à análise sensorial foram escolhidas com base, principalmente, nos seus valores de dureza instrumental. Além dos biscoitos elaborados com óleos de palma e girassol alto oleico utilizados como padrão e controle (BP e BC, respectivamente), os biscoitos contendo oleogéis selecionados eram compostos por sistemas únicos (B1), binários (B6) e ternários (B7 e B9) (Figura 14), nos quais os valores de dureza instrumental foram distintos. Queríamos saber se as diferenças de dureza apresentadas na análise de textura instrumental eram perceptíveis sensorialmente pelos consumidores. Além disso, cada um dos oleogéis escolhidos possuía características diferentes (consistência, migração de óleo, estabilidade), o que pode interferir na sua comercialização e aplicação industrial.

Dessa forma, haverá conhecimento prático acerca do efeito da presença e das concentrações dos agentes estruturantes sobre as propriedades sensoriais dos produtos, levando em consideração, ainda, o custo de cada estruturante e o que é mais rentável industrialmente.

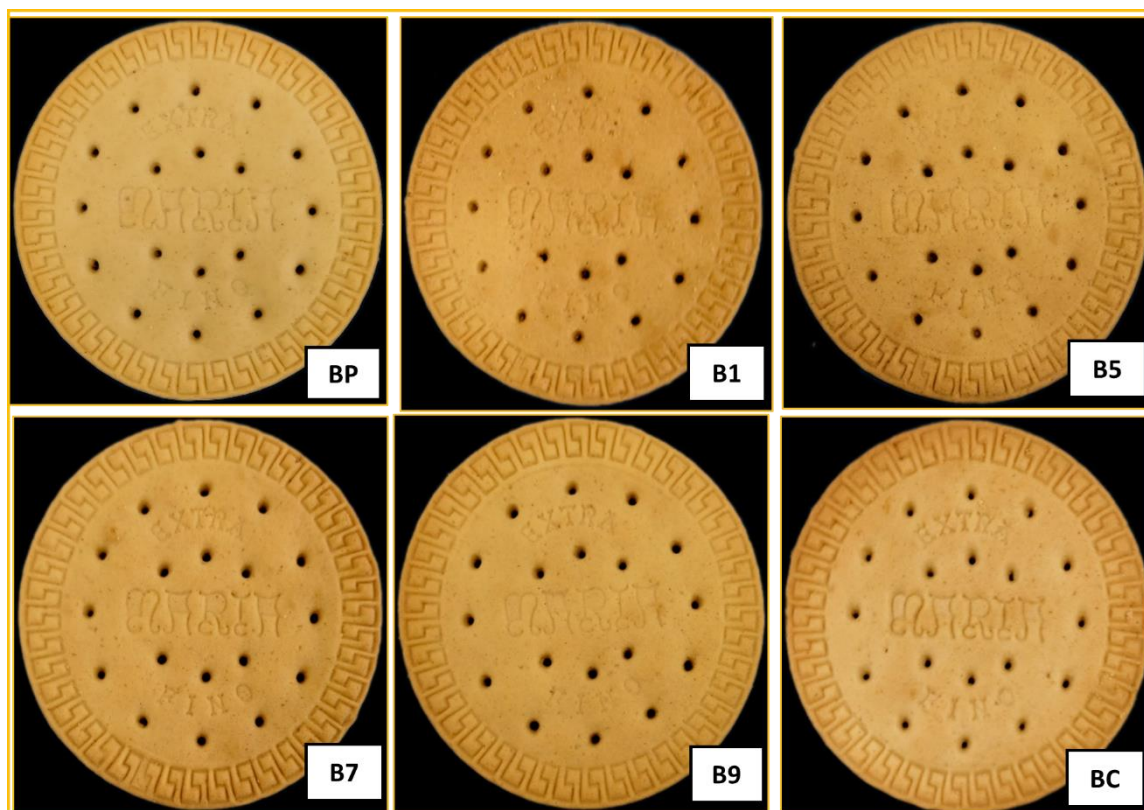


Figura 14. Aparência física dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico submetidos à análise sensorial.

B1: (Oleogel 6% S); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

O sucesso de produtos alimentícios reformulados depende, em grande parte, da aceitação por parte dos consumidores. A aceitação de alimentos pode ser conhecida através da aplicação de testes sensoriais de aceitação e de intenção de compra por consumidores do produto em questão.

Em geral, os resultados da avaliação sensorial dos biscoitos laminados tipo Maria produzidos com substituição de gordura convencional por oleogéis deste estudo mostraram que todas as formulações foram aceitas pelos consumidores, pois obtiveram notas acima de 6 (gostei ligeiramente) (Figura 15). Dentre as formulações com oleogéis, B7 foi a amostra que se mostrou equivalente ao padrão em praticamente todos os atributos sensoriais avaliados, seguida de B9.

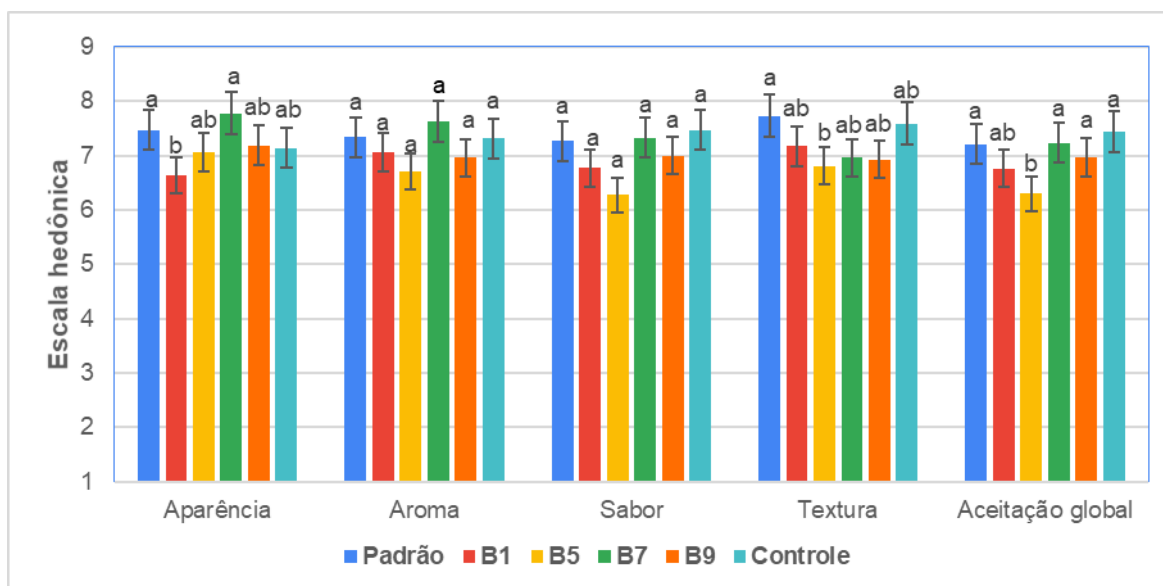


Figura 15. Aceitação sensorial dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.

Letras iguais nas colunas indicam que não há diferença significativa ($p \leq 0,05$). **B1:** (Oleogel 6% S); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **Escala hedônica:** 1 – desgostei extremamente, 2 – desgostei muito, 3 – desgostei moderadamente, 4 – desgostei ligeiramente, 5 – nem gostei/nem desgostei, 6 – gostei ligeiramente, 7 – gostei moderadamente, 8 – gostei muito, 9 – gostei extremamente.

A aparência de um biscoito laminado tipo Maria envolve características visíveis, como formato, tamanho, coloração e qualidade da estampagem. A aparência física dos biscoitos produzidos neste estudo pode ser observada na Figura 14. Apenas a formulação B1 teve aceitação da aparência significativamente diferente ($p \leq 0,05$) da formulação padrão (BP), enquanto as demais formulações com oleogéis e a controle (BC), tiveram valores estatisticamente iguais à BP.

A formulação B1 foi produzida utilizando oleogel contendo apenas um agente estruturante (monoestearato de sorbitana), em concentração de 6 %. Esse oleogel foi a amostra menos estruturada dentre todas as amostras do delineamento experimental (Tabela 6). A característica mais líquida desse oleogel pode ter influenciado na aparência do biscoito, uma vez que óleos, em geral, possuem baixa plasticidade definida pelo seu baixo SFC e, como consequência, não são capazes de reter bolhas de ar durante a mistura (O'BRIEN, 2005), o que pode ter afetado visualmente a espessura, o volume e a estampagem característicos desse tipo de biscoito.

A gordura possui influência direta sobre o sabor e o aroma dos alimentos devido à formação de produtos derivados da reação química dos triacilgliceróis com açúcares, proteínas e sal durante o forneamento (GRIMALDI; GONÇALVES, 2009).

Quanto a esses atributos sensoriais, nenhuma das formulações de biscoitos apresentou diferença estatística entre si ($p > 0,05$), o que sugere que as formulações de oleogéis utilizadas nos biscoitos não exerceram efeito marcante sobre o *flavor* dos biscoitos, assim como a formulação com óleo de girassol alto oleico (BC). Esses resultados são positivos e demonstram que os oleogéis de óleo de girassol alto oleico estruturados com monoestearato de sorbitana, *hardfat* de óleo de palma e monoglicerídeos não deixaram odor ou sabor residual desagradáveis na boca. O *after-taste* desagradável, bem como a sensação de cerosidade na boca, é o que limita, por exemplo, a utilização de oleogéis estruturados com ceras em alimentos (MERT; DEMIRKESEN, 2016a).

A textura é um dos principais atributos sensoriais que determina a qualidade de biscoitos, pois compreende a crocância característica desse tipo de alimento. Quanto a esse atributo sensorial, apenas a formulação B5 foi estatisticamente diferente ($p \leq 0,05$) do biscoito padrão (BP), sendo avaliada como a formulação de pior textura, mas foi igual aos demais biscoitos com oleogéis (B1, B7 e B9) e ao BC que, por sua vez, apresentaram textura iguais ao BP, segundo a percepção sensorial dos consumidores. Isso demonstra que a substituição da gordura convencionalmente usada por oleogéis ou óleo de girassol alto oleico não alterou negativamente a textura da maioria dos biscoitos, de acordo com o julgamento dos consumidores.

É importante salientar que, na análise de textura instrumental, o biscoito B1 foi o que apresentou menor dureza (8,03 N) (Tabela 10), no entanto, observou-se através dos resultados da análise sensorial, que essa diferença de dureza não resultou em diferença de aceitação pelos provadores. A B5, por sua vez, foi a amostra que teve maior valor de dureza instrumental (13,42 N) e, na análise sensorial, foi a amostra que teve a textura menos aceita pelos provadores. Por outro lado, as amostras com dureza instrumental entre 8,03 e 12,86 N (BP, B1, B7, B9 e BC) parecem ter sido as amostras com texturas mais bem aceitas sensorialmente, com avaliação média correspondente à “gostei moderadamente” na escala hedônica.

De forma geral, todas as amostras de biscoitos foram bem aceitas pelos provadores, não havendo nenhuma que tenha sido completamente rejeitada. As formulações B1, B7, B9 e BC apresentaram aceitação global estatisticamente igual ($p > 0,05$) à BP. Apenas a formulação B5 foi significativamente diferente ($p \leq 0,05$). Portanto, com exceção da B5, todas as amostras de biscoitos contendo oleogéis e a formulação controle foram bem aceitas pelos provadores, indicando o sucesso da

substituição de gordura saturada por oleogéis ou por óleo líquido do ponto de vista sensorial do produto.

Esses resultados indicam que os oleogéis usados neste estudo resultaram em biscoitos bem aceitos pelos consumidores. Em um estudo realizado por Tarancón, Salvador & Sanz (2013), foram utilizadas emulsões de óleo de girassol, água e éter de celulose como substitutos de gordura em biscoitos e foram testados sensorialmente pelos consumidores. Assim como em nosso estudo, os biscoitos indicaram um nível de pontuação bem aceito para os biscoitos preparados com as emulsões em comparação com o biscoito padrão (com *shortening* regular). Em outro estudo de Tarancón *et al.*, (2014), foi relatada uma menor preferência dos consumidores por biscoitos reduzidos em gorduras ou com óleos líquidos, mas quando foram informados sobre os benefícios para a saúde, a aceitação dos consumidores pelos biscoitos feitos com óleos líquidos aumentou. Dessa forma, tendo em vista as propriedades dos oleogéis de serem livres de ácidos graxos *trans* e baixos em saturados, poderia ser utilizada a alegação (*claim*) na embalagem dos biscoitos de “reduzido em gorduras saturadas”, a fim de aumentar o interesse e a aceitação dos consumidores.

5.4.4.2 Teste de intenção de compra

Foi aplicado, juntamente com o teste de aceitação sensorial por escala hedônica, um teste de intenção de compra por parte dos provadores. Esse teste é importante para mensurar a expectativa de compra e de consumo dos produtos avaliados sensorialmente pelos consumidores, caso esses produtos sejam comercializados no mercado.

Conforme pode ser observado na Figura 16, todas as formulações de biscoitos, exceto a B5, tiveram boa intenção de compra, com avaliação média entre “talvez compraria/talvez não compraria” e “provavelmente compraria” na escala de 5 pontos.

Apenas a amostra B5 teve intenção de compra diferente ($p \leq 0,05$) da formulação com gordura padrão, o que está de acordo com os resultados do teste de aceitação, no qual essa amostra obteve menores pontuações na aceitação da textura e na aceitação global. Isso indica que a formulação de oleogel contendo 3 % de monoestearato de sorbitana e 3 % de monoglicerídeos, levou à obtenção de biscoitos mais duros, sendo refletido na aceitação sensorial e intenção de compra dessa amostra. As demais amostras com oleogéis (B1, B7 e B9) e a amostra elaborada com óleo de

girassol alto oleico (BC) apresentaram resultados estatisticamente iguais ($p > 0,05$) ao biscoito padrão (BP) tanto no teste de aceitação como no teste de intenção de compra.

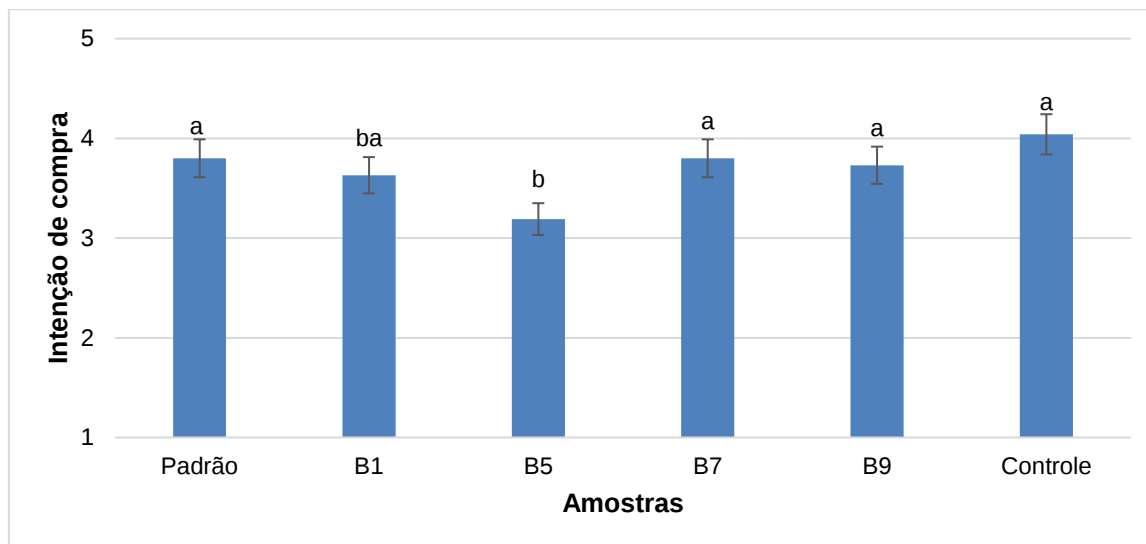


Figura 16. Intenção de compra dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.

Letras iguais na mesma linha, não diferem significativamente ($p \leq 0,05$). **B1:** (Oleogel 6% S); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **Escala de intenção de compra:** 1 – certamente não compraria, 2 – provavelmente não compraria, 3 – talvez compraria/talvez não compraria, 4 – provavelmente compraria, 5 – certamente compraria.

Entretanto, embora o BC tenha obtido resultados semelhantes ao padrão, deve-se levar em conta a sua estabilidade ao longo da estocagem, principalmente no que diz respeito à migração de óleo e estabilidade oxidativa, conforme discutido no item 5.4.3. Foi observado, para essa amostra, uma tendência de aumento da migração de óleo, podendo favorecer a oxidação, ao longo da estocagem.

Em resumo, esses resultados demonstram que o óleo de palma convencionalmente utilizado em biscoitos laminados tipo Maria pode ser substituído por oleogéis ou óleo de girassol alto oleico sem impactos sensoriais significativos. Além de avaliar o comportamento da aplicação dos oleogéis e do óleo de girassol alto oleico em biscoitos ao longo de sua vida útil, no que diz respeito à estabilidade oxidativa e migração de óleo, também é importante avaliar a manutenção de suas propriedades sensoriais.

5.4.5 Composição em ácidos graxos e percentual de redução da gordura saturada nos biscoitos

A composição em ácidos graxos estimada dos biscoitos com oleogéis (B1-B11), padrão (BP) e controle (BC) (Tabela 11) foi calculada considerando as concentrações das matérias-primas nos oleogéis, com base no teor de $12 \pm 0,5$ % de lipídeos totais determinados nos biscoitos.

O BP, formulado com óleo de palma, teve o ácido palmítico (C16:0) como principal ácido graxo, seguido do ácido oleico (C18:1). Essa formulação apresentou teor total de 51 % de gordura saturada e 49 % de insaturada. O BC, formulado com óleo de girassol alto oleico, apresentou o ácido oleico como ácido graxo predominante, o que era esperado. No total, essa amostra apresentou apenas 9,6 % de gordura saturada e 90,3 % de insaturada. Com relação aos biscoitos formulados com os oleogéis como substitutos ao óleo de palma, observou-se maiores concentrações de ácido oleico (74 %) e baixas concentrações de ácido palmítico (entre 4,3 e 6,6 %).

No que diz respeito aos valores totais de gordura saturada e insaturada, os biscoitos com oleogéis apresentaram 15 % de gordura saturada e 84,5 % de insaturada, o que significa uma redução de, aproximadamente, 70 % de gordura saturada e um aumento de 72,50 % de gordura insaturada em relação ao biscoito padrão, com óleo de palma. Considerando esse percentual de redução de gordura saturada, os biscoitos contendo oleogéis poderiam ser descritos como alimentos “reduzidos em gordura saturada”, pois atenderam ao requisito da RDC nº 54/2012 de alcançarem, no mínimo, 25 % de redução gordura saturada, sem aumentar os teores de gordura *trans* que, nesse caso, foi zero. Ainda com base na mesma RDC, os biscoitos com oleogéis poderiam serem descritos como alimentos com “alto conteúdo de ácido oleico (ômega-9)”, pois possuem, no mínimo, 4 g desse ácido graxo em 100 g de produto e, pelo menos, 45 % dos ácidos graxos presentes no produto correspondem ao ácido oleico (BRASIL, 2012).

Tabela 11. Composição em ácidos graxos estimada* dos biscoitos laminados tipo Maria elaborados com oleogéis, óleo de palma e óleo de girassol alto oleico.

Ácidos graxos (%)	BP	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	BC
Caprílico (C8:0)	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cáprico (C10:0)	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Láurico C12:0	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mirístico (C14:0)	0,15	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pentadecílico C15:0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Palmitico (C16:0)	5,20	0,57	0,79	0,52	0,68	0,54	0,65	0,62	0,59	0,70	0,57	0,62	0,51
Palmitoleico (C16:1)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Margárico (C17:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Margaroleico C17:1)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Estearico (C18:0)	0,58	1,02	0,78	0,75	0,90	0,88	0,77	0,85	0,93	0,82	0,80	0,85	0,42
Oleico (C18:1)	4,65	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	9,50
Linoleico (C18:2)	1,14	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,17
Linoleico (C18:2t)	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Linolênico (C18:3)	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Araquídico (C20:0)	0,05	0,04	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04
Gadoleico (C20:1)	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Behênico (C22:0)	0,01	0,12	0,12	0,40	0,12	0,26	0,26	0,21	0,17	0,16	0,31	0,21	0,12
Lignocérico (C24:0)	0,01	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAIS													
Saturados (%)	6,12	1,82	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,16
Insaturados (%)	5,88	10,13	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,78

*Com base na composição em ácidos graxos das matérias-primas. **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico).

Quando comparado com o BP, o BC apresentou redução de 81,03 % de gordura saturada e aumento de 83,44 % de gordura insaturada na formulação.

Estes resultados demonstram a eficácia da utilização de oleogéis ou óleos líquidos na redução de gordura saturada e, consequente, na melhora do perfil nutricional através do enriquecimento em ácidos graxos insaturados (ácido oleico – ômega-9), em biscoitos laminados, mostrando serem alternativas promissoras de bases lipídicas para aplicação na produção de biscoitos.

No entanto, apesar de termos utilizado um óleo altamente estável, ainda há a possibilidade de oxidação e de migração de óleo para a embalagem dos produtos durante a estocagem, o que pode limitar a aplicação de óleos em biscoitos. No caso dos oleogéis, o risco de oxidação e vazamento de óleo pode ser menor, uma vez que o óleo está aprisionado em redes tridimensionais formadas pelos agentes estruturantes.

6 CONCLUSÃO

Com o uso de oleogéis formulados à base de óleo de girassol alto oleico (HOSO) estruturados com monoestearato de sorbitana (S), monoglicerídeos (M) e *hardfat* de óleo de palma (H) aplicados em biscoitos laminados tipo Maria, foi possível reduzir 70,42 % de ácidos graxos saturados nas formulações dos biscoitos, sem afetar negativamente as propriedades tecnológicas (dimensões, volume específico, cor e dureza instrumental), de estabilidade oxidativa e de retenção de óleo, e sensoriais do produto. Os biscoitos apresentaram, ainda, boa estabilidade dos parâmetros de qualidade avaliados ao longo de seis meses da estocagem. Considerando que as propriedades tecnológicas não foram alteradas significativamente em nenhuma das formulações de biscoitos contendo oleogéis, com base na análise sensorial, onde foi observada diferença de aceitação, podemos afirmar que as formulações de biscoitos mais promissoras foram a B7 (oleogel com 2 % S, 2 % M e 2 % H) e B9 (oleogel com 1 % S, 4 % H e 1 % M), as quais também apresentaram boa estabilidade na estocagem.

Em resumo, este estudo indica que oleogéis de óleo de girassol alto oleico estruturados com monoestearato de sorbitana, monoglicerídeos e *hardfat* de óleo de palma podem ser utilizados em biscoitos laminados tipo Maria como possíveis substitutos do óleo de palma convencionalmente usado, apresentando-se como uma alternativa tecnologicamente viável e promissora, livre de ácidos graxos *trans* e com baixos teores de ácidos graxos saturados.

Como sugestão de trabalhos futuros, são necessários mais estudos de avaliação da estabilidade oxidativa, tecnológica e sensorial desses produtos por um período maior (de até 1 ano), a fim de determinar a vida útil dos biscoitos contendo oleogéis. Além disso, sugerem-se estudos futuros sobre o comportamento de oleogéis de diferentes composições (com outros agentes estruturantes e óleos) durante o processamento e a estocagem de biscoitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACCI. International Approved Methods. 11^o ed. **AACC International**, 2010.

ABIMAPI. **Estatística 2020 - Biscoitos**. 2020. Disponível em:
<https://www.abimapi.com.br/estatisticas-biscoitos.php>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ACEVEDO, N. C.; BLOCK, J. M.; MARANGONI, A. G. Critical laminar shear-temperature effects on the nano- and mesoscale structure of a model fat and its relationship to oil binding and rheological properties. **Faraday Discussions**, v. 158, p. 171, 2012. Disponível em: <http://xlink.rsc.org/?>. DOI: c2fd20008b

ALIMENTARIUS, C. **Stardart for named vegetable oils**. 2019. Seção 1, p. 41–57. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B210-1999%252FCXS_210e.pdf. Acesso em: 15 ago.2021.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMISTS’ SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists’ Society**. 5^o ed.: Champaign, 2009.

AREPALLY, D.; REDDY, R. S.; GOSWAMI, T. K.; DATTA, A. K. Biscuit baking: A review. **LWT**, v. 131, n. June, p. 109726, 2020. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643820307155>

ATKINSON, G. Fats and oils as biscuit ingredients. In: **Manley’s Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. 4^o edition. ed.: Elsevier, 2011. p. 160–180.

AUED-PIMENTEL, S.; KUMAGAI, M. S. F. C. J. M. M. C.; E., E.; CORRÊA, D. U. O. Ácidos graxos saturados versus ácidos graxos trans em biscoitos . Saturated fatty acids versus trans fatty acids in cookies . **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 131–137, 2003.

BECKETT, S. T. Crystallising the fat in chocolate. In: BECKETT, S. T. (Ed.). **The Science of Chocolate**: 2^o ed. p. 85–103.

BERNUSSI, A. L. M. **Efeito da combinação do assamento convencional e energia de microondas na qualidade de biscoito semidoce duro**. 1996. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

BIER, D. M. Saturated Fats and Cardiovascular Disease: Interpretations Not as Simple as They Once Were. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 12, p. 1943–1946, 2016.

BLIGH, E.G. AND DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, 1959.

BRASIL. **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. 2003. Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html. Acesso em: 28 nov. 2020.

BRASIL. **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. 2005. Disponível em: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwMw%2C%2C>. Acesso em: 9 nov. 2020.

BRASIL. **RDC Nº 54 , de 12 de novembro de 2012**. . Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html.

BRASIL. **RDC Nº332, de 23 de dezembro de 2019**. Define os requisitos para uso de gorduras trans industriais em alimentos. 2019. p. 4–5. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-332-de-23-de-dezembro-de-2019-235332281>

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 87, DE 15 DE MARÇO DE 2021**. Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais. 2021. p. 6.

CAUVAIN, S. P. Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics. In: **Encyclopedia of Food Grains**. 2. ed.: Elsevier, 2016. a. v. 3–4p. 37–43.

CAUVAIN, S. P. Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics. In: **Encyclopedia of Food Grains**. 1. ed. : Elsevier, 2016. b. v. 3–4p. 37–43.

CHAVAN, R. S.; SANDEEP, K.; BASU, S.; BHATT, S. Biscuits, Cookies, and Crackers: Chemistry and Manufacture. In: **Encyclopedia of Food and Health**. 1. ed. : Elsevier, 2016. p. 437–444.

CHAVES, K. F.; BARRERA-ARELLANO, D.; RIBEIRO, A. P. B. Potential application of lipid organogels for food industry. **Food Research International**, v. 105, n. December 2017, p. 863–872, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.020>.

CHAVES, K. F.; RIBEIRO, A. P. B. **Desenvolvimento de organogéis para aplicação em spreads de chocolate**. Orientadora: Ana Paula Badan Ribeiro. 2019. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2019.

CHEN, C. H.; TERENCEV, E. M. Effects of Water on Aggregation and Stability of Monoglycerides in Hydrophobic Solutions. **Langmuir**, v. 26, n. 5, p. 3095–3105, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/la904139b>.

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. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11746-012-2049-3>.

CORRÊA, N. M.; CAMARGO JÚNIOR, F. B.; IGNÁCIO, R. F.; LEONARDI, G. R. Avaliação do comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 1, p. 73–78, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322005000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

DA SILVA, T. L. T.; ARELLANO, D. B.; MARTINI, S. Physical Properties of Candelilla

Wax, Monoacylglycerols, and Fully Hydrogenated Oil Oleogels. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 95, n. 7, p. 797–811, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aocs.12096>.

DAVIDSON, I. Dough Mixing. In: **Industrial Biscuit Production**. Elsevier, 2019. p. 29–37.

DAVIDSON, I.; SYKES, G. B. Biscuit Production. In: **Industrial Biscuit Production**. Elsevier, 2019. p. 145–164.

DOWNS, S. M.; THOW, M.; LEEDER, S. R. The effectiveness of policies for reducing dietary trans fat: a systematic review of the evidence. **Bull World Health Organ**, v. 91, n. February, p. 262–269, 2013.

DREWNOWSKI, A. Sensory Properties of Fats and Fat Replacements. **Nutrition Reviews**, v. 50, n. 4, p. 17–20, 2009. Disponível em: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.1992.tb01285.x>.

DREWNOWSKI, A.; NORDENSTEN, K.; DWYER, J. Replacing sugar and fat in cookies: Impact on product quality and preference. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 1–2, p. 13–20, 1998. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329397000177>.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º ed. Artmed, 2010.

FONTENELE DOMINGUES, M. A.; BADAN RIBEIRO, A. P.; CHIU, M. C.; GONÇALVES, L. A. G. Sorbitan and sucrose esters as modifiers of the solidification properties of zero trans fats. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 122–130, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815000122>

FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Final Determination Regarding Partially Hydrogenated Oils (Removing Trans Fat)**. 2015. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/final-determination-regarding-partially-hydrogenated-oils-removing-trans-fat>. Acesso em: 8 nov. 2020.

FRANCIS & CLYDESDALE. **Food colorimetry, theory and application**. New York, USA, 1975.

GARCIA, R. K. A.; MOREIRA GANDRA, K.; BARRERA-ARELLANO, D. Development of a zero *trans* margarine from soybean-based interesterified fats formulated using artificial neural networks. **Grasas y Aceites**, v. 64, n. 5, p. 521–530, 2013. Disponível em: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1458/1465>.

GIACOMOZZI, A. S.; CARRÍN, M. E.; PALLA, C. A. Muffins Elaborated with Optimized Monoglycerides Oleogels: From Solid Fat Replacer Obtention to Product Quality Evaluation. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 6, p. 1505–1515, 2018. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.14174>.

GODOI, K. R. R. De; BASSO, R. C.; MING, C. C.; SILVA, V. M. Da; CUNHA, R. L.

Da; BARRERA-ARELLANO, D.; RIBEIRO, A. P. B. Physicochemical and rheological properties of soybean organogels: Interactions between different structuring agents. **Food Research International**, v. 124, n. May, p. 108475, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.05.023>.

GOMES-RUFFI, C. R.; NABESHIMA, E. H. M.; MONTENEGRO, F. **Curso de Tecnologia de Fabricação de Biscoitos**. Campinas: ITAL, 2009.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; CARRERAS-BOLADERAS, E.; MARTÍN-BELLOSO, O. Influence of the Addition of Peach Dietary Fiber in Composition, Physical Properties and Acceptability of Reduced-Fat Muffins. **Food Science and Technology International**, v. 7, n. 5, p. 425–431, 2001. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1106/FLLH-K91M-1G34-Y0EL>.

GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L. A. G. Evolução da saudabilidade das gorduras “low trans/low sat” para massas de biscoitos. **Food Ingredients Brasil**, v. 10, p. 28–31, 2009.

GROMPONE, M. A. Sunflower and High-Oleic Sunflower Oils. In: **Bailey’s Industrial Oil and Fat Products**. Wiley, 2020. p. 1–54.

GUNSTONE, F. D. Vegetable oils. I.- The component acids of *Strophanthus sarmentosus* seed oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 185–189, 1952. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.2740030411>.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. . Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab.Pract.**, v. 22, n. 7, p. 475–476, 1973.

HUGHES, N. E.; MARANGONI, A. G.; WRIGHT, A. J.; ROGERS, M. A.; RUSH, J. W. E. Potential food applications of edible oil organogels. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 10, p. 470–480, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.002>.

HUNTER, J. E. Studies on effects of dietary fatty acids as related to their position on triglycerides. **Lipids**, v. 36, n. 7, p. 655–668, 2001. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11745-001-0770-0>.

HWANG, H.-S.; SINGH, M.; WINKLER-MOSER, J. K.; BAKOTA, E. L.; LIU, S. X. Preparation of Margarines from Organogels of Sunflower Wax and Vegetable Oils. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 10, p. C1926–C1932, 2014. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.12596>.

HWANG, H. S.; SINGH, M.; LEE, S. Properties of Cookies Made with Natural Wax-Vegetable Oil Organogels. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 5, p. C1045–C1054, 2016.

JANG, A.; BAE, W.; HWANG, H.; LEE, H. G.; LEE, S. Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as an alternative to shortening in baked goods. **Food Chemistry**, v. 187, p. 525–529, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.110>.

KIM, J. Y.; LIM, J.; LEE, J. H.; HWANG, H. S.; LEE, S. 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.

KONG, F.; SINGH, R. P. **Advances in instrumental methods to determine food quality**

deterioration. : Woodhead Publishing Limited, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857092540.2.381>.

LABUSCHAGNE, M. T.; CLAASSEN, A.; VAN DEVENTER, C. S. Biscuit-making quality of backcross derivatives of wheat differing in kernel hardness. **Euphytica**, v. 96, n. 2, p. 263–266, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1003029618430>.

LAI, H.-M.; LIN, T.-C. Bakery Products: Science and Technology. In: **Bakery Products**. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2007. p. 3–68.

LIM, J.; INGLETT, G. E.; LEE, S. Response to Consumer Demand for Reduced-Fat Foods; Multi-Functional Fat Replacers. **Japan Journal of Food Engineering**, v. 11, n. 4, p. 147–152, 2010. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfe/11/4/11_147/_article.

LIST, G. R.; KING, J. W. **Hydrogenation of lipids for use in food.** : Woodhead Publishing Limited, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-85573-971-0.50009-4>.

LOPEZ-MARTÍNEZ, A.; CHARÓ-ALONSO, M. A.; MARANGONI, A. G.; TORO-VAZQUEZ, J. F. Monoglyceride organogels developed in vegetable oil with and without ethylcellulose. **Food Research International**, v. 72, p. 37–46, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.019>.

LÓPEZ-PEDROUSO, M.; LORENZO, J. M.; GULLÓN, B.; CAMPAGNOL, P. C. B.; FRANCO, D. Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels. **Current Opinion in Food Science**, v. 40, n. Cvd, p. 40–45, 2021.

MAMAT, H.; HILL, S. E. Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1998–2005, 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-012-0708-x>.

MANLEY, D. **Sugars and syrups as biscuit ingredients**. Fourth Edi. ed.: Woodhead Publishing Limited, 2011.

MANLEY, D. Hard sweet, semi-sweet and Garibaldi fruit sandwich biscuits. In: **Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. Fourth Edi. ed.: Elsevier, 2011. b. p. 312–330.

MANLEY, D. Sugars and syrups as biscuit ingredients. In: **Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. Fourth Edi. ed.: Elsevier, 2011. c. p. 143–159.

MANLEY, D. Additives as biscuit ingredients. In: **Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. Fourth Edi. ed.: Elsevier, 2011. d. p. 223–234.

MANLEY, D. Flavours, spices and flavour enhancers as biscuit ingredients. In: **Manley's technology of biscuits, crackers and cookies**. Fourth Edi. ed.: Woodhead Publishing Limited, 2011. p. 216–222.

MANLEY, D.; CLARK, H. Laminating in biscuit manufacture. In: **Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. Fourth Edi. ed.: Elsevier, 2011. a. p. 445–452.

MANLEY, D.; CLARK, H. Biscuit baking. In: **Manley's Technology of Biscuits,**

Crackers and Cookies. Fourth Edi ed.: Elsevier, 2011. b. p. 477–500.

MANLEY, D.; PAREYT, B.; DELCOUR, J. A. Wheat flour and vital wheat gluten as biscuit ingredients. In: **Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies.** Fourth Edi. ed.: Elsevier, 2011. p. 109–133.

MARCKMANN, P. Dietary fatty acids and cardiovascular health. **Nutrition**, v. 16, n. 11–12, p. 1097–1098, 2000. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900700004433>. Acesso em: 14 fev. 2021.

MARTIN, C. A.; CARAPELLI, R.; MATSUSHITA, M.; EVELA, N. Food Chemistry Trans fatty acid content of Brazilian biscuits. **Food Chemistry**, v. 93, p. 445–448, 2005.

MARTIN, C. A.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. De. Ácidos graxos trans : implicações nutricionais e fontes na dieta Trans fatty acids : nutritional implications and sources in the diet. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 361–368, 2004.

MARTIN, C. A.; MILINSK, M. C.; MATSUSHITA, M.; DE-SOUZA, N. E. Trans fatty acid-forming processes in foods : a review. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 79, p. 343–350, 2007.

MARTINS, A. J.; VICENTE, A. A.; CUNHA, R. L.; CERQUEIRA, M. A. Edible oleogels: An opportunity for fat replacement in foods. **Food and Function**, v. 9, n. 2, p. 758–773, 2018.

MENAA, F.; MENAA, A.; TRÉTON, J.; MENAA, B. Technological Approaches to Minimize Industrial Trans Fatty Acids in Foods. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 3, p. R377–R386, 2013. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.12055>.

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. a. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815304205>.

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. b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.063>.

MILLER, R. Biscuits, Cookies and Crackers: Nature of the Products. In: **Encyclopedia of Food and Health.** 1. ed.: Elsevier, 2016. p. 445–450.

MONTENEGRO, F.M.; RUFFI, C.R.G. Avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo. Campinas: **Cereal Chocotec-ITAL**, 2016. 63p.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos.** XIV ed. São Paulo: Varela, 1999.

MOZAFFARIAN, D.; KATAN, M. B.; ASCHERIO, A.; STAMPFER, M. J.; WILLETT, W. C.; FOOD, T. Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 354, p. 1601–1613, 2006.

MURDAN, S. Organogels in drug delivery. **Expert Opinion on Drug Delivery**, Berlin,

Heidelberg, v. 2, n. 3, p. 489–505, 2005. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-47862-2_3.

NISHINARI, K.; KOHYAMA, K.; KUMAGAI, H.; FUNAMI, T.; BOURNE, M. C. Parameters of texture profile analysis. **Food Science and Technology Research**, v. 19, n. 3, p. 519–521, 2013.

O'BRIEN, R. D. **Bailey's Industrial Oil and Fat Oil and Fat**. 6° ed. : A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2005. v. 1.

OMONOV, T. S.; BOUZIDI, L.; NARINE, S. S. Quantification of oil binding capacity of structuring fats: A novel method and its application. **Chemistry and Physics of Lipids**, v. 163, n. 7, p. 728–740, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2010.07.003>.

OMS. **WHO plan to eliminate industrially-produced trans- fatty acids from global food supply**. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply>. Acesso em: 8 nov. 2020.

ONACIK-GÜR, S.; ŻBIKOWSKA, A. Effect of high-oleic rapeseed oil oleogels on the quality of short-dough biscuits and fat migration. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 5, p. 1609–1618, 2020.

PATEL, A. R.; SCHATTEMAN, D.; DE VOS, W. H.; LESAFFER, A.; DEWETTINCK, K. Preparation and rheological characterization of shellac oleogels and oleogel-based emulsions. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 411, n. 2013, p. 114–121, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2013.08.039>.

PENTEADO, A. A. T.; NOGUEIRA, A. C.; GANDRA, K. M. B.; BARRERA-ARELLANO, D.; STEEL, C. J. Zero trans biscuits with soybean-based fats formulated using an artificial neural network. **Grasas y Aceites**, v. 69, n. 2, 2018.

PERNETTI, M.; VAN MALSSSEN, K. F.; FLÖTER, E.; BOT, A. Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 12, n. 4–5, p. 221–231, 2007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1359029407000659>.

REBELLATO, A. P.; PACHECO, B. C.; PRADO, J. P.; LIMA PALLONE, J. A. Iron in fortified biscuits: A simple method for its quantification, bioaccessibility study and physicochemical quality. **Food Research International**, v. 77, n. 344, p. 385–391, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996915302027>.

RIBEIRO, A. P. B.; BASSO, R. C.; DOS SANTOS, A. O.; ANDRADE, G. C.; CARDOSO, L. P.; KIECKBUSCH, T. G. Hardfats as crystallization modifiers of cocoa butter. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 115, n. 12, p. 1462–1473, 2013. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.201300052>.

ROCHA, J. C. B.; LOPES, J. D.; MASCARENHAS, M. C. N.; ARELLANO, D. B.; GUERREIRO, L. M. R.; DA CUNHA, R. L. Thermal and rheological properties of organogels formed by sugarcane or candelilla wax in soybean oil. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 318–323, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.043>.

ROCHE, H. M. Fatty acids and the metabolic syndrome. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, p. 23–29, 2005.

ROGERS, M. A.; SMITH, A. K.; WRIGHT, A. J.; MARANGONI, A. G. A Novel Cryo-SEM Technique for Imaging Vegetable Oil Based Organogels. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 84, n. 10, p. 899–906, 2007. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11746-007-1122-9>.

ROGERS, M. A.; WRIGHT, A. J.; MARANGONI, A. G. Nanostructuring fiber morphology and solvent inclusions in 12-hydroxystearic acid / canola oil organogels. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 14, n. 1, p. 33–42, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2008.02.004>.

ROSSELL, J. B. **Factors affecting the quality of frying oils and fats**. : Woodhead Publishing Limited, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1533/9781855736429.2.115>.

SAMUDITHA, L.; DASSANAYAKE, K.; KODALI, D. R.; UENO, S. Current Opinion in Colloid & Interface Science Formation of oleogels based on edible lipid materials. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 16, n. 5, p. 432–439, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2011.05.005>.

SANGWAL, K. Additives and Crystallization Processes in Industries. In: **Additives and Crystallization Processes**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2007. p. 319–379.

SANSÓN, M. D. S. **Desenvolvimento de oleogéis à base de óleo de girassol alto oleico estruturados por monoestearato de sorbitana e cera de candelilla**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2019.

SCIARINI, L. S.; VAN BOCKSTAELE, F.; NUSANTORO, B.; PÉREZ, G. T.; DEWETTINCK, K. Properties of sugar-snap cookies as influenced by lauric-based shortenings. **Journal of Cereal Science**, v. 58, n. 2, p. 234–240, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2013.07.005>.

SCRIMGEOUR, C. Chemistry of Fatty Acids. In: **Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 2**. New York, NY: Springer New York, 2005. v. 2p. 123–150.

SILVA, R. C. Da; PINO, L. M.; SPOTO, M. H. F.; D'ARCE, M. A. B. R. Estabilidade oxidativa e sensorial de farinhas de trigo e fubá irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 406–413, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000200018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

SILVA, T. L. T. DA; ARELLANO, D. B. **Desenvolvimento de recheios para biscoitos com teor reduzido de ácidos graxos saturados utilizando tecnologia de organogéis**. Orientador: Daniel Barrera Arellano. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2018.

SIRAJ, N.; SHABBIR, M. A.; AHMAD, T.; SAJJAD, A.; KHAN, M. R.; KHAN, M. I.; BUTT, M. S. Organogelators as a Saturated Fat Replacer for Structuring Edible Oils. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 9, p. 1973–1989, 2015. Disponível

em: <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2014.951891>

SMITH, W. H. **Biscuits, crackers and cookies. Vol. 1-2 : Technology, production and management Vol. 1 Vol. 1.** London: Applied Science, 1972.

SOMERS, J. F. **Semi-sweet biscuits: a guide to their production.**: Candy and Snack Industry, 1974.

STAHL, M. A. **Estruturação De Sistemas Lipídicos Com Obtenção De Gorduras Zero Trans Com Teores Reduzidos De Ácidos Graxos Saturados.** Orientadora: Ana Paula Badan Ribeiro. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição, Esporte e Metabolismo) Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015.

STORTZ, T. A.; ZETZL, A. K.; BARBUT, S.; CATTARUZZA, A.; MARANGONI, A. G. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. **Lipid Technology**, v. 24, n. 7, p. 151–154, 2012.

SYKES, G. B.; DAVIDSON, I. Semi-sweet biscuits. In: **Biscuit, Cookie and Cracker Process and Recipes.**: Elsevier, 2020. p. 65–97.

TARANCÓN, P.; SALVADOR, A.; SANZ, T. Sunflower Oil-Water-Cellulose Ether Emulsions as Trans-Fatty Acid-Free Fat Replacers in Biscuits: Texture and Acceptability Study. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 9, p. 2389–2398, 2013.

TARANCÓN, P.; SANZ, T.; TERESA; FISZMAN, S.; TÁRREGA, A. Consumers' hedonic expectations and perception of the healthiness of biscuits made with olive oil or sunflower oil. **Food Research International**, v. 55, p. 197–206, 2014.

TEEGALA, S.; WILLET, W.; MOZAFFARIAN, D. Consumption and Health Effects of Trans Fatty Acids: A Review. **JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL**, v. 92, n. 5, p. 1250–1257, 2009.

TORBICA, A.; JOVANOVIĆ, O.; PAJIN, B. The advantages of solid fat content determination in cocoa butter and cocoa butter equivalents by the Karlshamns method. **European Food Research and Technology**, v. 222, n. 3–4, p. 385–391, 2006. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-005-0118-7>.

VALOPPI, F.; CALLIGARIS, S.; BARBA, L.; ŠEGATIN, N.; POKLAR ULRIH, N.; NICOLI, M. C. Influence of oil type on formation, structure, thermal, and physical properties of monoglyceride-based organogel. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 119, n. 2, p. 1500549, 2017. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.201500549>.

WADE, P. Biscuits, cookies & crackers: The principles of the craft. **New York: Elsevier Applied Science**, v. 41, n. 10, p. 406, 1989.

WILLETT, S. A.; AKOH, C. C. Physicochemical Characterization of Yellow Cake Prepared with Structured Lipid Oleogels. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 6, p. 1390–1399, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.14624>.

YILMAZ, E.; ÖLÜTCÜ, M. The texture, sensory properties and stability of cookies

prepared with wax oleogels. **Food and Function**, v. 6, n. 4, p. 1194–1204, 2015.

ŻBIKOWSKA, A.; KOWALSKA, M.; STAUFFER, C. E. Fats and Oils in Bakery Products. In: **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. Wiley, 2020. v. 43p. 1–27.

ZETZL, A. K.; MARANGONI, A. G. Structured oils and fats (organogels) as food ingredient and nutraceutical delivery systems. In: WOODHEAD PUBLISHING SERIES IN FOOD SCIENCE (Ed.). **Encapsulation Technologies and Delivery Systems for Food Ingredients and Nutraceuticals**. Technology ed. : Elsevier, 2012. p. 392–411.

ZHAO, M.; LAN, Y.; CUI, L.; MONONO, E.; RAO, J.; CHEN, B. Physical properties and cookie-making performance of oleogels prepared with crude and refined soybean oil: A comparative study. **Food and Function**, v. 11, n. 3, p. 2498–2508, 2020.

ZHOU, W.; HUI, Y. H. **Bakery Products Science and Technology Bakery Products Science**. 2° ed. Índia: John Wiley & Sons, 2014.

ZOULIAS, E. .; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, n. 4, p. 337–342, 2002. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877402001115>.

APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

REDUÇÃO DE GORDURA SATURADA EM BISCOITOS LAMINADOS TIPO MARIA UTILIZANDO OLEOGÉIS

Lennon da Silva Barros e Caroline Joy Steel

Número do CAAE: 49226821.8.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Por fim, solicitamos que você guarde uma cópia desse documento em seus arquivos.

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:

Biscoitos podem conter em sua composição alto conteúdo de gorduras saturadas e/ou *trans*, que são comprovadamente prejudiciais à saúde humana, com forte relação com a incidência de doenças cardiovasculares, pois aumentam os níveis do mau colesterol (LDL) e reduzem os níveis do bom colesterol (HDL). Além disso, elas podem interferir em diversos processos fisiológicos importantes, que afetam sua função metabólica no organismo humano. Por conta disso, a Legislação Brasileira decidiu proibir o uso das gorduras *trans*, limitando as saturadas, em produtos alimentícios a partir de 2023, incentivando a busca por novas tecnologias que sejam eficazes na substituição das gorduras *trans* e saturadas em alimentos, dentre elas, a tecnologia de oleogéis.

Oleogéis são basicamente óleos vegetais em forma física de gel. Essa característica de gel é devida à adição de pequenas quantidades de um (no máximo três) emulsificante grau alimentício no óleo, sem causar modificação química neste. Portanto, trata-se de um novo tipo de gordura nutricionalmente mais saudável que vindo sendo estudado para obter alimentos com menos gordura saturada e zero *trans* em sua composição.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade sensorial de biscoitos laminados tipo Maria com teor reduzido de gordura saturada através do uso da tecnologia de oleogéis.

PROCEDIMENTOS:

Participando do estudo você está sendo convidado a provar as amostras de biscoitos tipo Maria que serão entregues pelos pesquisadores em sua residência. Portanto, você não precisará se deslocar de sua casa para participar deste estudo. Após receber as amostras, você receberá um *link* através de suas redes sociais ou por e-mail, enviado pelo pesquisador responsável, que permitirá a você acessar a ficha *online* de avaliação sensorial. Você deve ler cuidadosamente as orientações (sobre ambiente da casa mais adequado e consumo de alimentos antes da degustação) presentes na ficha *online* antes de iniciar a degustação.

Ao iniciar o teste, você deverá expressar o quanto você gosta ou desgosta de cada uma das 7 amostras disponíveis, quanto aos atributos de aparência, aroma, sabor, dureza, crocância e aceitação global, marcando uma das alternativas presentes na escala hedônica de 9 pontos (variando de 1 = desgostei extremamente, a 9 = gostei extremamente). Para os atributos de dureza, crocância e doçura, você deverá indicar o quão ideal está em sua percepção, utilizando uma escala horizontal de 9 pontos, com ponto central (0) considerado “ideal” e ancorada nas extremidades esquerda como “muito menos que o ideal” e direita como “muito mais que o ideal”. Por fim, você deverá indicar o seu grau de intenção de compra das amostras, caso todas as amostras degustadas fossem comercializadas, utilizando uma escala de 5 pontos (variando de 5 = com certeza compraria, a 1 = com certeza não compraria).

Você deverá preencher a ficha de avaliação apenas uma vez para cada uma das 7 amostras que serão entregues a você em sua residência. Você terá plena liberdade em não responder algumas questões e prosseguir na pesquisa sem que o sistema bloqueie o envio do formulário. O tempo estimado para realização do teste é de aproximadamente 15 minutos.

DESCONFORTOS E RISCOS PREVISÍVEIS:

Você **não deve** participar deste estudo se você for menor de 18 anos ou possuir restrições alimentares quanto aos seguintes ingredientes (comuns em biscoitos): farinha de trigo, açúcar, gordura, óleo de girassol, amido de milho, lecitina de soja, sal e fermento químico.

Ainda, **você não poderá** participar desta pesquisa se você não for residente da cidade de Campinas – SP e se não for consumidor de biscoito tipo Maria.

Não há riscos previsíveis decorrentes da participação direta nesta pesquisa, salvo eventuais problemas inerentes ao meio virtual, como por exemplo, queda e/ou falhas de conexão com a internet durante o preenchimento do formulário.

BENEFÍCIOS:

Não há benefícios diretos previstos para os participantes da pesquisa. Os benefícios indiretos seriam decorrentes do consumo de um alimento baixo em gordura saturada (potencialmente prejudicial à saúde) e rico em gorduras insaturadas (benéficas à saúde).

ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA:

Em caso de necessidade, os pesquisadores se comprometem a providenciar intervenção médica ou nutricional por eventuais problemas que o provador venha a apresentar resultante da ingestão das amostras da pesquisa. Para isso, o provador poderá contatar o pesquisador responsável por meio do contato disponível neste documento.

SIGILO E PRIVACIDADE:

Você terá a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados deste estudo, seu nome não será citado.

RESSARCIMENTO:

Não haverá ressarcimento ou remuneração financeira pela participação na pesquisa, uma vez que o estudo será conduzido em sua própria casa, sem a necessidade de deslocamento ou gastos para realização das análises. Você terá a garantia do direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

CONTATO:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador Lennon da Silva Barros, Faculdade de Engenharia de Alimentos – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Rua Monteiro Lobato, 80 – Campinas – SP – CEP: 13083-862, Tel: (99) 98453-2793, e-mail: lennonbarros007@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs às 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br. Em havendo a necessidade da intermediação da comunicação ser acessível em Libras você pode fazer contato com a Central TILS da Unicamp no site <https://www.prg.unicamp.br/tils/>.

O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP):

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar,

aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento.

Nome do (a) participante da pesquisa: _____

_____ Data: ____/____/____.

(Assinatura do participante da pesquisa)

RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

FORMULÁRIO ONLINE DE SELEÇÃO DE PROVADORES

1. Nome: _____
2. Idade: _____
3. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino ☐ Não gostaria de definir
4. Reside na cidade de Campinas – SP? ☐ Sim ☐ Não
5. Qual o seu endereço na cidade de Campinas – SP? _____
6. Telefone para contato: _____
7. Você gosta de biscoito tipo Maria? ☐ Sim ☐ Não
8. Com que frequência você consome esse tipo de biscoito?
 - Todo dia ☐
 - 4-5 vezes na semana ☐
 - 2-3 vezes na semana ☐
 - 1 vez na semana ☐
 - 1 vez ao mês ☐
 - Não consumo ☐

9. Você aceita receber amostras de biscoitos para degustação em sua residência?

() Sim () Não

10. Se sim, indique qual o melhor dia e horário para receber as amostras em sua casa:

11. Você tem alguma restrição, alergia, intolerância ou não gosta de algum dos ingredientes abaixo, que fazem parte da composição do biscoito?

- Farinha de trigo

- Açúcar

- Gordura

- Amido de milho

- Açúcar invertido

- Lecitina de soja

- Sal

- Fermento químico

() Sim () Não

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL ONLINE (ESCALA HEDÔNICA, ESCALA DO IDEAL E INTENÇÃO DE COMPRA)

Orientações para a análise:

- Antes de iniciar o teste, por favor, certifique-se que você leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concordando em participar dessa pesquisa.

- Ainda, certifique-se que você não fumou, não lanchou e nem levou à boca qualquer alimento que possa influenciar a sua capacidade de percepção (exemplos: café, chiclete, bala de hortelã...), pelo menos, 1 hora antes de iniciar a degustação. Caso contrário, aguarde 1 hora para iniciar a degustação.

- Antes de iniciar a degustação, escolha um ambiente de sua casa que seja bem iluminado (de preferência, luz natural), com cores claras e temperatura confortável, livre de odores, ventilação artificial e ruídos.

- Pegue um copo de água à temperatura ambiente (25 °C) e coloque do lado das amostras. Você deve beber um gole de água entre as amostras para limpar o paladar dos sabores da amostra anterior.

- Por fim, se concentre e siga a avaliação sensorial com muita atenção.

Início do teste:

Nome do provador: _____ Idade: _____

Código da amostra (3 dígitos): _____

TESTE DE ACEITAÇÃO

- Você está recebendo uma amostra de biscoito tipo Maria. Observe a amostra e avalie o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA** dos biscoitos, com base na escala abaixo:

9 – Gostei extremamente ()

8 – Gostei muito ()

7 - Gostei moderadamente ()

6 - Gostei ligeiramente ()

5 - Nem gostei/nem desgostei ()

4 - Desgostei ligeiramente ()

3 - Desgostei moderadamente ()

2 - Desgostei muito ()

1 - Desgostei extremamente ()

Comentários (opcional): _____

- Com base na escala abaixo, avalie o quanto você gostou ou desgostou do **AROMA** dos biscoitos:

9 – Gostei extremamente ()

8 – Gostei muito ()

7 - Gostei moderadamente ()

6 - Gostei ligeiramente ()

5 - Nem gostei/nem desgostei ()

4 - Desgostei ligeiramente ()

3 - Desgostei moderadamente ()

2 - Desgostei muito ()

1 - Desgostei extremamente ()

Comentários (opcional): _____

- Agora dê uma mordida no biscoito e avalie o quanto você gostou ou desgostou do **DUREZA** dos biscoitos:

-4 -3 -2 -1 **0** 1 2 3 4

Observações (opcional): _____

- Avalie o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** dos biscoitos:

- 9 – Gostei extremamente ()
- 8 – Gostei muito ()
- 7 - Gostei moderadamente ()
- 6 - Gostei ligeiramente ()
- 5 - Nem gostei/nem desgostei ()
- 4 - Desgostei ligeiramente ()
- 3 - Desgostei moderadamente ()
- 2 - Desgostei muito ()
- 1 - Desgostei extremamente ()

ESCALA DO IDEAL

- Agora indique, no ponto correspondente da escala, o quão ideal está a **DOÇURA** dessa amostra para você.

Muito menos do que o ideal	Ideal									Muito mais do que o ideal
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4		

Observações (opcional): _____

- Por fim, avalie o quanto você gostou ou desgostou dos biscoitos de forma geral (**ACEITAÇÃO GERAL**):

- 9 – Gostei extremamente ()
- 8 – Gostei muito ()
- 7 - Gostei moderadamente ()
- 6 - Gostei ligeiramente ()
- 5 - Nem gostei/nem desgostei ()
- 4 - Desgostei ligeiramente ()
- 3 - Desgostei moderadamente ()
- 2 - Desgostei muito ()
- 1 - Desgostei extremamente ()

TABELAS – VIDA DE PRATELEIRA DOS BISCOITOS

Tabela A.1. Dureza dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	DUREZA (N)			
	T1	T2	T3	T4
B1	8,03 ± 1,42 ^{a A}	8,00 ± 0,64 ^{a A}	7,69 ± 0,62 ^{a A}	7,03 ± 1,09 ^{a A}
B2	8,96 ± 1,84 ^{a A}	8,74 ± 0,82 ^{ab A}	8,34 ± 0,68 ^{ab A}	8,14 ± 1,85 ^{ab A}
B3	10,95 ± 1,10 ^{bc B}	10,93 ± 0,50 ^{c B}	9,79 ± 1,53 ^{bcd A}	9,57 ± 0,63 ^{bc A}
B4	11,33 ± 1,28 ^{bc A}	11,45 ± 1,05 ^{cd A}	10,78 ± 0,78 ^{ab A}	10,33 ± 1,09 ^{cd A}
B5	13,45 ± 1,13 ^{d A}	13,49 ± 2,23 ^{d A}	12,04 ± 1,98 ^{e A}	11,59 ± 0,49 ^{d A}
B6	11,66 ± 1,54 ^{bcd A}	11,59 ± 0,94 ^{cd A}	11,49 ± 0,77 ^{de A}	10,29 ± 1,46 ^{cd A}
B7	11,92 ± 1,93 ^{bc A}	10,9 ± 1,04 ^{c A}	9,86 ± 0,98 ^{bcd AB}	8,98 ± 0,98 ^{bc B}
B8	12,25 ± 0,85 ^{bcd A}	12,13 ± 1,53 ^{cd A}	11,52 ± 1,17 ^{de A}	9,45 ± 0,57 ^{bc B}
B9	10,38 ± 0,86 ^{b A}	10,68 ± 1,15 ^{bc A}	9,54 ± 0,91 ^{bc A}	9,57 ± 0,75 ^{bc A}
B10	12,00 ± 0,22 ^{bc A}	11,13 ± 1,88 ^{c A}	10,26 ± 0,90 ^{cd A}	10,30 ± 1,24 ^{cd A}
B11	12,08 ± 0,24 ^{bc A}	10,89 ± 1,31 ^{c A}	10,77 ± 1,55 ^{cde A}	10,45 ± 1,49 ^{cd A}
BP	12,86 ± 2,52 ^{cd B}	12,75 ± 1,43 ^{cd B}	9,34 ± 1,78 ^{abc A}	9,47 ± 0,59 ^{bc A}
BC	11,59 ± 1,12 ^{bc A}	11,11 ± 0,56 ^{c A}	10,74 ± 1,27 ^{cde A}	9,83 ± 0,77 ^{c A}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.2. Umidade dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	UMIDADE (%)			
	T1	T2	T3	T4
B1	2,00 ± 0,04 ^{bcd A}	2,29 ± 0,03 ^{cd B}	2,54 ± 0,08 ^{f C}	2,95 ± 0,09 ^{e D}
B2	1,97 ± 0,05 ^{bcd A}	2,06 ± 0,14 ^{abc A}	2,30 ± 0,11 ^{cde AB}	2,68 ± 0,06 ^{cd B}
B3	1,74 ± 0,03 ^{abc A}	1,93 ± 0,03 ^{ab B}	2,03 ± 0,05 ^{a B}	2,48 ± 0,03 ^{bcd C}
B4	1,76 ± 0,11 ^{abcd A}	2,03 ± 0,15 ^{abc A}	2,06 ± 0,10 ^{ab A}	2,47 ± 0,10 ^{bc B}
B5	1,80 ± 0,07 ^{abcd A}	2,16 ± 0,03 ^{cbd B}	2,26 ± 0,07 ^{bcd B}	2,37 ± 0,03 ^{ab C}
B6	1,99 ± 0,02 ^{bcd A}	2,26 ± 0,06 ^{cd AB}	2,50 ± 0,15 ^{ef BC}	2,70 ± 0,17 ^{d C}
B7	2,13 ± 0,04 ^{cd A}	2,37 ± 0,03 ^{d B}	2,45 ± 0,04 ^{def B}	3,03 ± 0,03 ^{ef C}
B8	1,91 ± 0,10 ^{bcd A}	1,95 ± 0,08 ^{ab A}	2,79 ± 0,42 ^{g B}	2,97 ± 0,05 ^{e B}
B9	1,32 ± 0,03 ^{a A}	1,93 ± 0,19 ^{ab B}	2,19 ± 0,34 ^{abc B}	2,10 ± 0,05 ^{a B}
B10	1,73 ± 0,11 ^{abc A}	1,84 ± 0,02 ^{a B}	2,05 ± 0,08 ^{ab C}	2,17 ± 0,05 ^{a C}
B11	1,62 ± 0,03 ^{ab A}	2,13 ± 0,02 ^{abcd B}	2,33 ± 0,01 ^{de B}	2,23 ± 0,11 ^{a BC}
BP	2,31 ± 0,05 ^{d A}	2,24 ± 0,05 ^{e A}	2,94 ± 0,03 ^{de B}	3,21 ± 0,03 ^{f C}
BC	1,84 ± 0,09 ^{bcd A}	1,91 ± 0,07 ^{ab A}	2,42 ± 0,07 ^{def B}	2,61 ± 0,13 ^{cd B}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.3. Atividade de água dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	Aw			
	T1	T2	T3	T4
B1	0,13 ± 0,00 ^{cde A}	0,16 ± 0,00 ^{d B}	0,19 ± 0,00 ^{ef C}	0,26 ± 0,00 ^{defg D}
B2	0,11 ± 0,01 ^{ab A}	0,12 ± 0,00 ^{a B}	0,16 ± 0,00 ^{bc C}	0,23 ± 0,00 ^{bcde D}
B3	0,11 ± 0,01 ^{ab A}	0,14 ± 0,00 ^{bc B}	0,16 ± 0,00 ^{ab C}	0,23 ± 0,00 ^{bcd D}
B4	0,14 ± 0,02 ^{cde A}	0,14 ± 0,00 ^{bc A}	0,16 ± 0,00 ^{ab A}	0,22 ± 0,00 ^{bc B}
B5	0,13 ± 0,01 ^{cde A}	0,16 ± 0,00 ^{d B}	0,16 ± 0,00 ^{bc B}	0,22 ± 0,00 ^{bc C}
B6	0,15 ± 0,01 ^{ef A}	0,15 ± 0,00 ^{cd A}	0,19 ± 0,00 ^{f A}	0,28 ± 0,03 ^{g B}
B7	0,13 ± 0,00 ^{bcd A}	0,16 ± 0,01 ^{d B}	0,18 ± 0,00 ^{de C}	0,26 ± 0,00 ^{fg D}
B8	0,13 ± 0,00 ^{cde A}	0,13 ± 0,00 ^{b A}	0,17 ± 0,00 ^{cd B}	0,26 ± 0,00 ^{efg C}
B9	0,12 ± 0,01 ^{abc A}	0,12 ± 0,00 ^{a A}	0,15 ± 0,00 ^{a B}	0,21 ± 0,00 ^{ab C}
B10	0,10 ± 0,00 ^{a A}	0,12 ± 0,00 ^{a B}	0,15 ± 0,01 ^{a C}	0,19 ± 0,00 ^{a D}
B11	0,14 ± 0,01 ^{cde A}	0,14 ± ^{bc AB}	0,15 ± 0,00 ^{ab B}	0,21 ± 0,00 ^{abc C}
BP	0,12 ± 0,01 ^{abc A}	0,15 ± 0,00 ^{cd B}	0,17 ± 0,01 ^{cde C}	0,25 ± 0,00 ^{defg D}
BC	0,16 ± 0,00 ^{f A}	0,16 ± 0,00 ^{d A}	0,18 ± 0,01 ^{ef B}	0,24 ± 0,00 ^{cdef C}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.4. Migração de óleo dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	Migração de óleo			
	T1	T2	T3	T4
B1	0,03 ± 0,01 ^{a A}	0,27 ± 0,02 ^{a B}	0,51 ± 0,09 ^{ab C}	0,81 ± 0,07 ^{ab D}
B2	0,28 ± 0,04 ^{d A}	0,70 ± 0,13 ^{abc B}	0,84 ± 0,14 ^{bcde B}	1,12 ± 0,11 ^{bcde C}
B3	0,11 ± 0,04 ^{b A}	0,28 ± 0,08 ^{a B}	0,38 ± 0,10 ^{a B}	0,66 ± 0,10 ^{a C}
B4	0,07 ± 0,01 ^{ab A}	0,46 ± 0,11 ^{abc B}	0,75 ± 0,20 ^{abcde C}	0,94 ± 0,21 ^{abc C}
B5	0,04 ± 0,02 ^{a A}	0,44 ± 0,03 ^{abc B}	0,68 ± 0,10 ^{abcd C}	1,13 ± 0,19 ^{bcde D}
B6	0,04 ± 0,01 ^{a A}	0,52 ± 0,26 ^{abc B}	0,68 ± 0,25 ^{abcd B}	1,16 ± 0,29 ^{bcde C}
B7	0,58 ± 0,06 ^{e A}	0,81 ± 0,15 ^{bc B}	0,98 ± 0,13 ^{cde B}	1,33 ± 0,08 ^{cde C}
B8	0,03 ± 0,01 ^{a A}	0,47 ± 0,23 ^{abc B}	0,65 ± 0,18 ^{abcd BC}	0,95 ± 0,49 ^{abc C}
B9	0,02 ± 0,01 ^{a A}	0,39 ± 0,07 ^{ab B}	0,61 ± 0,09 ^{abc C}	0,99 ± 0,08 ^{abc D}
B10	0,03 ± 0,01 ^{a A}	0,54 ± 0,55 ^{abc AB}	0,67 ± 0,53 ^{abcd AB}	0,98 ± 0,49 ^{abc B}
B11	0,03 ± 0,00 ^{a A}	0,31 ± 0,09 ^{a B}	0,53 ± 0,11 ^{ab C}	0,87 ± 0,19 ^{ab D}
BP	0,18 ± 0,04 ^{c A}	0,84 ± 0,51 ^{bc B}	1,04 ± 0,09 ^{de BC}	1,33 ± 0,07 ^{cde C}
BC	0,15 ± 0,05 ^{c A}	0,91 ± 0,15 ^{c B}	1,15 ± ^{e B}	1,39 ± ^{de C}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.5. Índice de peróxido dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	Índice de peróxido			
	T1	T2	T3	T4
B1	0,06 ± 0,00 ^{a A}	0,31 ± 0,02 ^{cd B}	0,37 ± 0,01 ^{c B}	0,58 ± 0,02 ^{a C}
B2	0,05 ± 0,01 ^{a A}	0,30 ± 0,00 ^{bcd B}	0,36 ± 0,01 ^{cd C}	0,58 ± 0,02 ^{a D}
B3	0,06 ± 0,00 ^{a A}	0,28 ± 0,02 ^{abc B}	0,33 ± 0,01 ^{abc B}	0,59 ± 0,04 ^{a C}
B4	0,05 ± 0,00 ^{a A}	0,25 ± 0,02 ^{a B}	0,30 ± 0,01 ^{a B}	0,57 ± 0,06 ^{a C}
B5	0,05 ± 0,00 ^{a A}	0,28 ± 0,02 ^{abcd B}	0,43 ± 0,01 ^{d C}	0,62 ± 0,03 ^{ab D}
B6	0,07 ± 0,00 ^{a A}	0,27 ± 0,01 ^{ab B}	0,32 ± 0,01 ^{abc C}	0,57 ± 0,01 ^{a D}
B7	0,07 ± 0,00 ^{a A}	0,26 ± 0,00 ^{a B}	0,30 ± 0,03 ^{a B}	0,58 ± 0,01 ^{a C}
B8	0,06 ± 0,00 ^{a A}	0,26 ± 0,01 ^{ab B}	0,31 ± 0,01 ^{ab C}	0,59 ± 0,01 ^{a D}
B9	0,06 ± 0,00 ^{a A}	0,30 ± 0,00 ^{bcd B}	0,45 ± 0,01 ^{d C}	0,70 ± 0,01 ^{b D}
B10	0,06 ± 0,01 ^{a A}	0,25 ± 0,00 ^{a B}	0,31 ± 0,01 ^{a B}	0,67 ± 0,01 ^{ab C}
B11	0,07 ± 0,00 ^{a A}	0,26 ± 0,01 ^{a B}	0,30 ± 0,03 ^{a B}	0,67 ± 0,01 ^{ab C}
BP	0,12 ± 0,01 ^{b A}	0,57 ± 0,01 ^{e B}	0,69 ± 0,00 ^{f C}	0,91 ± 0,01 ^{c D}
BC	0,07 ± 0,01 ^{a A}	0,32 ± 0,01 ^{d B}	0,53 ± 0,00 ^{e C}	0,72 ± 0,01 ^{b D}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.6. Parâmetro de cor L^* dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	Luminosidade (L^*)			
	T1	T2	T3	T4
B1	79,86 ± 1,37 ^{def A}	80,03 ± 0,08 ^{h A}	76,84 ± 0,21 ^{c B}	76,88 ± 0,02 ^{g B}
B2	77,93 ± 0,09 ^{bc A}	77,68 ± 0,13 ^{cd A}	77,67 ± 0,38 ^{d A}	76,82 ± 0,10 ^{fg B}
B3	78,61 ± 0,65 ^{cd A}	78,11 ± 0,14 ^{def A}	78,02 ± 0,46 ^{d A}	75,83 ± 0,04 ^{bcd B}
B4	78,95 ± 1,14 ^{cde A}	78,81 ± 0,13 ^{def A}	78,10 ± 0,19 ^{e AB}	78,13 ± 0,08 ^{g B}
B5	79,81 ± 0,96 ^{def A}	79,46 ± 0,03 ^{gh A}	79,24 ± 0,15 ^{f A}	76,70 ± 0,06 ^{efg B}
B6	80,25 ± 0,69 ^{ef A}	78,55 ± 0,16 ^{ef B}	78,95 ± 0,20 ^{f C}	77,95 ± 0,07 ^{h D}
B7	78,17 ± 1,14 ^{bc A}	77,20 ± 0,17 ^{bc B}	76,75 ± 0,21 ^{c BC}	76,24 ± 0,09 ^{de C}
B8	79,18 ± 1,11 ^{cdef AB}	79,53 ± 0,14 ^{gh B}	78,87 ± 0,28 ^{f AB}	77,20 ± 0,09 ^{g C}
B9	76,96 ± 1,35 ^{b A}	76,90 ± 0,06 ^{b A}	76,94 ± 0,15 ^{c A}	75,62 ± 0,08 ^{bc B}
B10	75,39 ± 2,51 ^{a A}	74,41 ± 0,20 ^{a B}	74,78 ± 0,16 ^{a B}	73,96 ± 0,14 ^{a C}
B11	79,07 ± 0,25 ^{cde A}	77,56 ± 0,16 ^{bcd B}	76,15 ± 0,47 ^{b C}	75,24 ± 0,21 ^{b D}
BP	80,69 ± 0,35 ^{f A}	78,82 ± 0,43 ^{fg B}	78,30 ± 0,24 ^{e B}	76,26 ± 0,40 ^{def C}
BC	79,12 ± 2,01 ^{cde A}	77,82 ± 0,16 ^{cde B}	76,90 ± 0,09 ^{c C}	76,18 ± 0,04 ^{cde D}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.7. Parâmetro de cor a^* dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	a^*			
	T1	T2	T3	T4
B1	6,11 ± 0,14 ^{ab A}	6,10 ± 0,05 ^{a B}	5,90 ± 0,07 ^{cd C}	4,65 ± 0,10 ^{a D}
B2	7,89 ± 1,02 ^{cde A}	6,84 ± 0,11 ^{c B}	5,26 ± 0,17 ^{a C}	5,13 ± 0,08 ^{b D}
B3	7,73 ± 0,89 ^{cde A}	7,86 ± 0,10 ^{e A}	5,44 ± 0,10 ^{ab B}	5,46 ± 0,02 ^{c B}
B4	6,15 ± 0,41 ^{a A}	6,14 ± 0,09 ^{a A}	5,62 ± 0,07 ^{bc B}	5,04 ± 0,06 ^{b C}
B5	7,74 ± 1,07 ^{cde A}	6,78 ± 0,22 ^{c B}	6,42 ± 0,06 ^{ef BC}	5,78 ± 0,05 ^{cd C}
B6	7,14 ± 0,48 ^{abc A}	6,29 ± 0,07 ^{ab B}	5,33 ± 0,09 ^{ab C}	4,86 ± 0,11 ^{ab D}
B7	7,78 ± 0,14 ^{cde A}	6,59 ± 0,06 ^{bc B}	6,37 ± 0,08 ^{ef C}	6,27 ± 0,09 ^{e C}
B8	7,39 ± 0,16 ^{bcd A}	6,08 ± 0,05 ^{a B}	5,80 ± 0,09 ^{c C}	5,67 ± 0,17 ^{cd C}
B9	7,82 ± 0,14 ^{cde A}	7,29 ± 0,07 ^{d B}	6,67 ± 0,11 ^{f C}	6,79 ± 0,16 ^{e C}
B10	8,35 ± 0,13 ^{e A}	8,28 ± 0,09 ^{f A}	7,45 ± 0,11 ^{g B}	7,04 ± 0,22 ^{e C}
B11	7,27 ± 0,14 ^{abc A}	6,59 ± 0,09 ^{bc B}	6,14 ± 0,07 ^{de C}	5,92 ± 0,15 ^{d C}
BP	8,18 ± 0,70 ^{de A}	6,53 ± 0,01 ^{bc B}	5,37 ± 0,07 ^{ab C}	4,86 ± 0,11 ^{ab D}
BC	7,28 ± 0,22 ^{abc A}	6,62 ± 0,09 ^{c B}	6,62 ± 0,03 ^{e B}	6,47 ± 0,10 ^{e B}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela A.8. Parâmetro de cor b^* dos biscoitos laminados tipo Maria com oleogéis ao longo do tempo de estocagem.

Amostras	b^*			
	T1	T2	T3	T4
B1	26,51 ± 3,44 ^{a A}	25,96 ± 0,12 ^{abc AB}	23,60 ± 0,28 ^{a AB}	21,46 ± 0,55 ^{a B}
B2	30,90 ± 1,30 ^{bc A}	28,17 ± 0,29 ^{bcde B}	23,30 ± 1,18 ^{a C}	23,22 ± 0,19 ^{cd C}
B3	29,73 ± 1,06 ^{abc A}	28,50 ± 0,51 ^{cde A}	24,21 ± 0,05 ^{a B}	22,95 ± 0,11 ^{bcd B}
B4	27,92 ± 2,06 ^{ab A}	27,58 ± 0,40 ^{abcde A}	24,49 ± 0,20 ^{ab B}	22,04 ± 0,15 ^{ab B}
B5	27,96 ± 1,01 ^{ab A}	27,90 ± 0,29 ^{bcde A}	25,70 ± 0,31 ^{bc B}	25,24 ± 0,15 ^{ef B}
B6	30,92 ± 2,75 ^{bc A}	26,70 ± 0,29 ^{abcd B}	24,23 ± 0,23 ^{a B}	23,69 ± 0,10 ^{d B}
B7	30,34 ± 1,31 ^{bc A}	27,43 ± 0,26 ^{abcde B}	26,44 ± 0,22 ^{c B}	26,00 ± 0,23 ^{fg B}
B8	30,35 ± 0,16 ^{bc A}	25,18 ± 0,38 ^{ab B}	25,71 ± 0,13 ^{bc B}	25,27 ± 0,83 ^{ef B}
B9	31,55 ± 0,39 ^{bc A}	28,62 ± 0,14 ^{cde B}	27,31 ± 0,57 ^{cd C}	27,09 ± 0,50 ^{g C}
B10	32,71 ± 0,46 ^{c A}	30,15 ± 0,55 ^{e B}	28,78 ± 0,17 ^{d C}	25,78 ± 0,65 ^{fg D}
B11	30,02 ± 0,35 ^{abc A}	29,77 ± 0,35 ^{de A}	26,28 ± 0,28 ^{c B}	26,31 ± 0,40 ^{e C}
BP	29,60 ± 1,93 ^{abc A}	27,92 ± 0,23 ^{bcde A}	24,34 ± 0,31 ^{ab B}	22,29 ± 0,49 ^{abc B}
BC	30,24 ± 0,57 ^{abc A}	27,03 ± 0,59 ^{abcde B}	26,41 ± 0,25 ^{c B}	26,23 ± 0,21 ^{fg B}

* **B1:** (Oleogel 6% S); **B2:** (Oleogel 6% H); **B3:** (Oleogel 6% M); **B4:** (Oleogel 3% S, 3% H); **B5:** (Oleogel 3% S, 3% M); **B6:** (Oleogel 3% H, 3% M); **B7:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **B8:** (Oleogel 4% S, 1% H, 1% M); **B9:** (Oleogel 1% S, 4% H, 1% M); **B10:** (Oleogel 1% S, 1% H, 4% M); **B11:** (Oleogel 2% S, 2% H, 2% M); **BP:** Biscoito padrão (óleo de palma); **BC:** Biscoito controle (óleo de girassol alto oleico). **T1** – 1 semana, **T2** – 1 mês, **T3** – 3 meses e **T4** – 6 meses. Letras iguais na mesma linha ou mesma coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.