



ANDRESSA ALVARENGA SILVA

**USO DE OLEOGEL À BASE DE ÓLEO DE MACAÚBA NO
DESENVOLVIMENTO DE RECHEIO PARA BISCOITO**

**LAVRAS - MG
2020**

ANDRESSA ALVARENGA SILVA

**USO DE OLEOGEL À BASE DE ÓLEO DE MACAÚBA NO DESENVOLVIMENTO
DE RECHEIO PARA BISCOITO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Nutrição e Saúde, área de
concentração em Nutrição e Saúde,
para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Profa. Dra. Sabrina Carvalho Bastos

Coorientador
Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes

**LAVRAS - MG
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Andressa Alvarenga.

Uso de oleogel à base de óleo de macaúba no desenvolvimento
de recheio para biscoito / Andressa Alvarenga Silva. - 2020.
74 p.: il.

Orientador(a): Sabrina Carvalho Bastos.

Coorientador(a): Cleiton Antônio Nunes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Gordura. 2. Recheio. 3. Oleogel. I. Bastos, Sabrina Carvalho.
II. Nunes, Cleiton Antônio. III. Título.

ANDRESSA ALVARENGA SILVA

**USO DE OLEOGEL À BASE DE ÓLEO DE MACAÚBA NO DESENVOLVIMENTO
DE RECHEIO PARA BISCOITO**

**USE OF MACAÚBA OIL-BASED OIL GEL FOR THE DEVELOPMENT OF
BISCUIT FILLING**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Nutrição e Saúde, área de
concentração em Nutrição e Saúde,
para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de junho de 2020.

Dra. Sabrina Carvalho Bastos UFLA

Dr. Cleiton Antônio Nunes UFLA

Dra. Jéssica Ferreira Rodrigues IFMG Campus Bambuí

Dra. Thaís Lomônaco Teodoro da Silva ULG

Orientadora

Profa. Dr. Sabrina Carvalho Bastos

Coorientador

Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes

**LAVRAS - MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a intercessão de Nossa Senhora Aparecida por não me deixar desistir, mesmo com muitas dificuldades encontradas no caminho, Ele me ergueu e me fez acreditar que sim, hoje eu poderia estar realizando o meu maior sonho.

Em especial, aos meus pais, Milton e Carmelucedes, que sempre estiveram ao meu lado e me deram grandes exemplos. Ao meu esposo Diego, que me apoia e sempre está ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis, como estresses, além de todo o amor e sabedoria que me transmite há oito anos juntos. Aos meus sogros, Airton e Rosangela, que se tornaram minha família e, agora também, são considerados meus pais.

Ao meu irmão que, mesmo estando muito longe, tornou-se uma inspiração científica e ao qual muito admiro.

Às minhas sobrinhas, Rafaela e Manuela, por proporcionarem tanta alegria diária com seus vídeos, e à minha cunhada Zany, por ser tão dedicada com a nossa família. Muito obrigada por estarem presente em minha vida.

À orientadora Profa. Dra. Sabina e ao coorientador Prof. Dr. Cleiton, minha gratidão pelos inúmeros ensinamentos, contribuição ao meu crescimento profissional e por toda a confiança que me foi depositada. Todo o seu carinho está em meu coração.

Às Professoras Dra. Jéssica e Profa. Dra. Ana Carla que me auxiliaram no desenvolvimento do trabalho com sugestões que me trouxeram grandes aprendizados.

Às meninas que ajudaram com o preparo e desenvolvimento do trabalho, Ana Flávia e Ana Paula, sem as quais eu não conseguiria fazer tudo sozinha.

À minha amiga Débora, obrigada por fazer parte de minha vida e mostrar ao mundo o quanto uma mulher pode fazer na área da pesquisa. Orgulho-me de você.

Às minhas amigas do coração, Luciana e Danielle, por sempre me colocarem me apoiarem cima e acreditarem em mim.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Nutrição que me permitiram realizar este trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma para a execução deste trabalho e que seus nomes não foram aqui citados.

RESUMO

A praticidade do alimento pronto, a qualquer hora, tem proporcionado ao consumidor a comodidade, porém, na maior parte dos casos, alimentos ultraprocessados apresentam, em sua composição, elevados teores de gordura e, em boa parte, *trans*, além de sal e açúcares, que promovem atributos sensoriais agradáveis ao paladar de quem o consome. O excesso desses componentes pode contribuir, para o desenvolvimento de doenças, como alterações do colesterol e suas frações, diabetes e hipertensão. Assim, substituir ácidos graxos *trans* e açúcares tem sido um desafio em função da importância tecnológica e sensorial desses ingredientes. Vários substitutos alternativos estão sendo investigados com o intuito de produzir um alimento mais saudável sem depreciar as características sensoriais. Nesse cenário, oleogel tem-se apresentado promissor ao desenvolvimento de novos produtos, visando à substituição de ácidos graxos *trans*. No preparo do oleogel é desejável utilizar um óleo com atributos nutricionais positivos, tal como o óleo da amêndoa de macaúba, que contém compostos bioativos, tais como fenólicos, tocoferóis e carotenoides. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi desenvolver e caracterizar físico-quimicamente e sensorialmente um recheio de biscoito utilizando oleogel à base do óleo da amêndoa de macaúba com teor reduzido de açúcar. Foram avaliadas 10 formulações de recheio com três agentes estruturantes (parafina, cera de abelha e a mistura de ambos), em diferentes concentrações (2%, 6% e 10%), além da amostra de recheio comercial. A amostra-padrão apresentou maior luminosidade em comparação às amostras de oleogel, o que pode ter ocorrido pela coloração do óleo de macaúba e redução do açúcar. Contudo todas as amostras foram brancas e levemente amareladas. Os recheios produzidos com oleogel se mostraram mais firmes que o recheio comercial. A atividade de água mostrou-se semelhante ou menor que a amostra comercial, o que contribuiu para tornar o produto mais estável. A análise sensorial foi caracterizada em sabor e textura, resultando em 10 características julgadas. Os recheios feitos com oleogel mais semelhante com o recheio comercial e, com maior aceitação, foram aqueles produzidos com cera de abelha e cera de parafina com 2% de agente estruturante. A redução do açúcar de 60% para 35% nos recheios não teve efeito sensorial relevante. Os resultados deste estudo demonstraram que é possível substituir misturas de gorduras utilizadas, na produção de recheios para biscoito, por um óleo com mais vantagens nutricionais, além de reduzir o teor lipídico desses recheios usando oleogel, com baixa concentração de agente estruturante.

Palavras-chave: Gordura. Recheio. Oleogel. Sensorial.

ABSTRACT

The convenience of ready-to-eat food at any time has provided the consumer with the convenience, however, these are in most cases ultra-processed foods that have high levels of fat in their composition, and mostly is trans, in addition to salt and sugars, which promote pleasant attributes sensations to the palate of those who consume it. High consumption of these components can contribute to the development of diseases, such as changes in cholesterol and its fractions, diabetes, and hypertension. Therefore, replacing trans fatty acids and sugars has been a challenge due to the technological and sensorial importance of these ingredients. Several alternatives to replace these ingredients are being investigated to produce healthier food without detracting from sensory characteristics. In this scenario, oleogel has shown itself promising in the development of new products aimed at replacing trans fatty acids. In the preparation of the oleogel, it is desirable to use an oil with positive nutritional attributes, such as the oil of macauba seeds which, containing bioactive compounds, such as phenolics, tocopherols, and carotenoids. Therefore the objective was to develop and characterize physically as well as sensorial a biscuit filling using oleogel based on macauba seed oil with reduced sugar content. We evaluated ten filling formulations with three different structuring agents (paraffin, beeswax, and the mixture of both) in different concentrations (2%, 6%, and 10%), in addition to the commercial filling sample. The standard sample, the commercial filling, showed greater luminosity in comparison to the oleogel samples, which may have occurred due to the color of the macauba oil and reduced sugar. However, all samples were white and slightly yellow. The fillings produced with oleogel proved to be more solid than the commercial filling. The water activity was found to be either similar or less than the commercial sample, which contributes to making the product more solid. Sensory analysis was characterized for taste and texture, resulting in ten judged characteristics. The most similar fillings to the commercial made with oleogel and with greater acceptance were those produced with beeswax and paraffin wax with 2% of the structuring agent. The reduction of sugar from 60% to 35% in fillings had no relevant sensory effect. The results of this study demonstrated that it is possible to replace the fat mixtures used in the production of biscuit fillings to oil with more nutritional advantages, besides reducing the lipid content of these fillings using oleogel, with a low concentration of structuring agent.

Keywords: Fat. Filling. Oleogel. Sensory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma para a obtenção do óleo da amêndoa de macaúba.....	24
Figura 2 - Fluxograma para a obtenção do oleogel.....	26
Figura 3 - Preparo das amostras de oleogel e seus agentes estruturantes.....	31
Figura 4 - Mapa representativo dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial obtido por MDS a partir dos agrupamentos das amostras feitas pelos provadores no teste <i>Sorting</i>	38
Figura 5 - Representação dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial (A) e dos atributos (B) obtidos por MFA a partir dos termos citados pelos provadores em relação ao teste <i>Sorting</i>	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Parâmetros de cor L^* , c^* e h° dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial.....	33
Gráfico 2 - Firmeza dos recheios de biscoito preparados com oleogel.....	35
Gráfico 3 - Atividade de água dos recheios de biscoito preparados com oleogel e comercial	36

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Uso de gorduras com alto teor de ácidos graxos saturados e trans em alimentos ultraprocessados	13
2.2	Consumo de alimentos ricos em ácidos graxos <i>trans</i> e suas implicações à saúde humana	14
2.3	Recomendações e legislações para ácidos graxos <i>trans</i> em alimentos ultraprocessados	16
2.4	Biscoito recheado: consumo e composição	17
2.5	Alternativas tecnológicas para a redução de ácidos graxos <i>trans</i> em alimentos.	18
2.6	Oleogel como alternativa para a redução de ácidos graxos saturados e <i>trans</i> em alimentos	19
2.7	Aplicações do óleo de macaúba no setor alimentício	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Obtenção do óleo da amêndoa de macaúba	23
3.2	Planejamento amostral	25
3.3	Preparo do oleogel	25
3.4	Elaboração dos recheios dos biscoitos	27
3.5	Cor	27
3.6	Textura	28
3.7	Atividade de água	28
3.8	Análise sensorial	28
3.8.1	Sorting	28
3.8.1.1	Preparo das amostras	28
3.8.1.2	Procedimento sensorial	29
3.9	Análises estatísticas	30
3.9.1	Análises físicas	30
3.9.2	Análise estatística do teste <i>Sorting</i>	30
3.9.2.1	Escalonamento multidimensional	30
3.9.2.2	Análise de múltiplo fatores	30

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Caracterização da cor dos recheios.....	31
4.2	Textura	34
4.3	Atividade de água	36
4.4	Análise sensorial	37
5	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS	42
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	42
	ARTIGO – Uso de oleogel à base de óleo de macaúba no desenvolvimento de recheio para biscoito	42
	ANEXO A – FICHA SENSORIAL.....	74

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A mudança dos hábitos alimentares, por conveniência, tem proporcionado o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados e enfraquecido o consumo de alimentos *in natura* (MONTEIRO et al., 2018). Esses alimentos são definidos como formulações industriais prontas para consumo, feitas inteira ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e outros aditivos usados para alterar propriedades sensoriais) (BRASIL, 2014).

O consumo de alimentos ultraprocessados tem-se tornado hábito em diferentes populações. No Brasil, o consumo médio diário é de 21,5% (LOUZADA et al., 2015); na Austrália, é de 42% (MACHADO et al, 2019) e, nos Estados Unidos da América, quase 60% das calorias consumidas, no período de 2007 a 2012, foram provenientes de alimentos prontos para consumo (BARALDI, et al. 2018).

Para a Food & Drug Administration (FDA), os alimentos ultraprocessados, em sua maioria, são alimentos fontes de ácidos graxos *trans*, os quais estão diretamente relacionados ao aumento do nível de colesterol sérico de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) e diminuição do colesterol sérico de lipoproteína de alta densidade (HDL-C), no sangue, elevando o risco de desenvolvimento de doenças cardíacas coronariana, como infarto (FOOD & DRUG ADMINISTRATION, 2013). Nessa categoria, o biscoito recheado é de grande preocupação, sendo que o seu maior público consumidor são crianças.

Akamine et al. (2018) avaliaram a composição lipídica de cinco marcas comerciais de biscoitos recheados sabor morango encontrados, no comércio brasileiro e observaram que todos os produtos continham ácidos graxos *trans* (0,71% a 3,78% em 100g) e gorduras saturadas (10,24% a 17,01% em 100g), sendo o recheio composto, em média, por 27,5% de lipídios. O uso desse tipo de lipídio foi justificado por proporcionar maior firmeza e sabores agradáveis ao produto.

Além das altas quantidades de ácidos graxos saturados e *trans*, presentes no recheio de biscoitos, eles ainda apresentam elevado teor de açúcar, em sua composição, com 60% (TANTI et al., 2016). Esse excesso, por sua vez, estimula a síntese de ácidos graxos – por meio da lipogênese – os quais poderão ser armazenados no tecido adiposo. A lipogênese

excessiva pode estimular a diferenciação de adipócitos, predispondo o ganho de peso (FRANÇA, 2016).

No entanto, substituir gordura e açúcar em alimentos pode trazer problemas tecnológicos, pois eles exercem funções importantes, como textura macia, sabor, lubricidade, sensação de leveza na boca, aeração e outras características sensoriais (RIOS et al., 2014; AGGARWAL; SABIKHI; KUMAR, 2016). Por isso, pesquisas devem ser feitas, para encontrar substitutos mais saudáveis, que proporcionem a mesma palatabilidade que o açúcar e as gorduras utilizadas comercialmente. Nesse sentido, os oleogéis têm demonstrado potencial, como alternativa às gorduras modificadas com alto teor de ácidos graxos saturados e *trans*. Os oleogéis podem ser definidos como uma mistura de um líquido lipofílico e um soluto lipofílico que se agrega aprisionando a fase líquida e formando uma rede cristalina tridimensional com propriedades semissólidas (BLAKE; MARANGONI, 2015; CO; MARANGONI, 2012; HUGHES et al., 2009).

O uso dos oleogéis pode ser promissor para a indústria alimentícia, visto que proporcionam ao alimento características como consistência e plasticidade com ausência de ácido graxo *trans* e redução do teor de gorduras saturadas, resultando em produtos de forte apelo nutricional e tecnológico (ROGERS et al., 2009).

Uma vantagem que se pode ser conseguir com os oleogéis é o uso de óleos vegetais como fontes alternativas e não refinados, com características nutricionais atraentes, como o óleo de amêndoa de macaúba a qual pode conter 70% de um óleo rico em ácido láurico e oleico, além de conter compostos bioativos, tais como fenólicos, tocoferóis e carotenoides. Essa matéria-prima é promissora para a obtenção de compostos altamente valiosos para a indústria alimentícia (DEL RÍO et al., 2016).

Apesar de alguns estudos demonstrarem parâmetros sensoriais e físico-químicos semelhantes aos produtos comerciais (YILMAZ; ÖĞÜTCÜ, 2015; HWANG; SINGH; LEE, 2016; DA SILVA, 2018), o desempenho sensorial de oleogéis, em recheios para biscoitos, ainda, não foi relatado na literatura, assim como o uso de óleo de amêndoa de macaúba como base para óleos géis.

Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar física e sensorialmente um recheio de biscoito, utilizando oleogel à base do óleo da amêndoa de macaúba, visando melhorar a qualidade lipídica e reduzir a quantidade de açúcar em comparação a um recheio comercial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso de gorduras com alto teor de ácidos graxos saturados e trans em alimentos ultraprocessados

De acordo com Brasil (2014), alimentos ultraprocessados são formulações industriais feitas inteira ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, amido, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório, com base em matérias orgânicas como petróleo e carvão (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e vários tipos de aditivos usados, para dotar os produtos de propriedades sensoriais atraentes). Dentre esses alimentos, destacam-se biscoitos, sorvetes, balas, cereais açucarados, bolos, macarrão e temperos ‘instantâneos’, molhos, salgadinhos “de pacote”, refrescos e refrigerantes (BRASIL, 2014).

O uso de gorduras em alimentos ultraprocessados implica o comportamento químico e físico do produto, durante o processamento (estabilidade ao calor, viscosidade, cristalização e propriedades de aeração), nas características de pós-processamento (sensibilidade à quebra/ao corte, pegajosidade migração e dispersão) e na estabilidade de armazenamento, que pode incluir estabilidade física (emulsificação, migração ou separação de gordura), estabilidade química (rançidez ou oxidação) e estabilidade microbiológica (atividade de água e segurança) (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2008).

Com o objetivo de determinar o teor de ácidos graxos *trans* de alimentos processados, no estado do Rio de Janeiro, Brasil, Dias et al. (2018) observaram que a maioria dos produtos comumente consumidos são óleos vegetais, margarinas, biscoitos, lanches, pão de queijo, batatas fritas, cheeseburger e sorvete. O produto que apresentou maior teor de ácido graxo *trans* foi o em biscoito recheado com 12,92g/100g.

Da Silva et al. (2019) avaliaram as características apresentadas, nos rótulos de biscoitos recheados, que são comercializados, no Brasil e nos Estados Unidos e constataram que as informações mostradas, nos rótulos brasileiros, não são esclarecedores para o consumidor, pois, na maioria dos produtos (70%), não estava relatada a presença de ácidos graxos *trans*, enquanto rótulos americanos apresentavam aos consumidores informações detalhadas sobre os tipos de gorduras utilizadas, como origem e o processo usado para a sua produção.

Quanto ao ponto de vista tecnológico, a formação de ácidos graxos *trans*, além dos saturados, durante a hidrogenação, é muito útil, pois conferem às gorduras hidrogenadas características físicas semelhantes às das gorduras provenientes de animais, ou seja, maior

ponto de fusão. A passagem das estruturas *scis* para *trans* resulta em expressiva mudança, no ponto de fusão, promovendo também modificações das características químicas e sensoriais (AZEVEDO; GONÇALVES, 1999).

2.2 Consumo de alimentos ricos em ácidos graxos *trans* e suas implicações à saúde humana

Segundo a Organização Pan Americana de Saúde e a Organização Mundial de Saúde, as vendas de alimentos ultraprocessados, na América Latina, entre 2000 e 2013, superaram as vendas na América do Norte (US\$ 76 bilhões), chegando a US\$ 81 bilhões (BRASIL, 2018).

Segundo dados obtidos de Brasil (2020), 34% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças regularmente e 22,9% consomem conforme a recomendação da Organização Mundial de Saúde. Porém o consumo de alimentos ditos “não saudáveis” mostrou-se presente no dia a dia da população, tendo em vista que 18% declararam ter ingerido alimentos ultraprocessados no dia anterior ao da pesquisa (BRASIL, 2020).

O crescente aumento do consumo de alimentos ultraprocessados pode ser explicado pelo crescimento econômico, que apresentou melhoria na renda e gerou mudanças no estilo de vida da população, com migração da área rural à urbana, maior número de mulheres no mercado de trabalho e alimentação cada vez mais realizada fora de casa (MONTEIRO et al., 2013).

Estudos (LOUZADA et al., 2015; SIMÕES et al., 2018) têm registrado que os alimentos ultraprocessados mais consumidos pelos brasileiros são os pães ultraprocessados, guloseimas, bolos, bolachas, pizzas, salgadinhos, sanduíches e hambúrgueres, refrigerantes e sucos artificiais, escolha feita em sua maioria pela praticidade. Contudo são alimentos que apresentam elevadas quantidades de ácidos graxos saturados, *trans* e açúcares.

Os países que consomem mais alimentos ricos em ácidos graxos *trans*, ou seja, que estão acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (1% do consumo de energia total), no mundo, são Brasil, Canadá, Costa Rica, Irã, Líbano, Porto Rico e Estados Unidos (WANDERS; ZOCK; BROUWER, 2017).

Há evidências de que a ingestão de ácidos graxos *trans* pode aumentar a lipoproteína de baixa densidade (LDL) e a lipoproteína A1, além de diminuir a lipoproteína de alta densidade (HDL). A ingestão de altos níveis de ácidos graxos *trans* promove um aumento mais significativo na razão LDL/HDL colesterol que a ingestão de ácidos graxos saturados e,

consequentemente, um efeito adverso à saúde mais acentuado (AUED-PIMENTEL et al., 2003; SANIBAL; MANCINI FILHO, 2004; COMBE et al., 2007; BOOKER; MANN, 2008).

Os ácidos graxos *trans* diminuem a expressão das proteínas estimuladoras de acilação e aumentam a quantidade de ácidos graxos livres na circulação. Essas proteínas relacionam-se com a captação de triglicerídeos pelo adipócito e sua redistribuição, podendo indiretamente contribuir para a resistência periférica à ação da insulina, elevando o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular e provocarem lesão e morte do endotélio por induzirem apoptose em células humanas por ativação da via das caspases (MATTHAN et al., 2001; ZAPOLSKA-DOWNAR et al., 2005; LOTTENBERG, 2009).

Em uma revisão realizada por Oteng e Kersten (2019) demonstrou-se que, em estudos epidemiológicos, maior ingestão de ácidos graxos *trans* de gorduras industriais está associada a um risco aumentado de doença cardiovascular. Os estudos clínicos em humanos mostraram que essa associação é, provavelmente, explicada por um aumento nas concentrações de colesterol total e LDL, além de uma diminuição nas concentrações de colesterol HDL por ácidos graxos *trans* industriais. Em células cultivadas, os ácidos graxos *trans* industriais estimulam a inflamação, o estresse do retículo endoplasmático e estresse oxidativo, embora com menor potencial que os ácidos graxos saturados. Além de impactar a inflamação e as vias relacionadas ao estresse, os ácidos graxos *trans* também apresentam uma profunda influência no metabolismo lipídico.

Na Europa, foi realizado um estudo com 19 países, no período de 1991 a 2008, no qual foi observada que a relação de incidência da ingestão de alimentos ultraprocessados com o desenvolvimento de excesso de peso, obesidade e hipertensão é positiva (MONTEIRO et al., 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, em 2016, mais de 1,9 bilhões de adultos apresentavam excesso de peso, sendo 650 milhões obesos. No geral, 13% da população adulta do mundo (das quais 11% homens e 15% mulheres) estavam obesos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

No Brasil, em 2016, o excesso de peso cresceu 26,3%, nos últimos 10 anos e a obesidade aumentou em 60%, no mesmo período e, também, foi possível observar um aumento consecutivo de pessoas diagnosticadas com diabetes (61,8%) e hipertensão arterial (14,2%) (BRASIL, 2017).

2.3 Recomendações e legislações para ácidos graxos *trans* em alimentos ultraprocessados

Desde que os ácidos graxos *trans* passaram a serem vistos como precursores de desenvolvimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis, em 2015, FOOD & DRUG ADMINISTRATION, passou a identificá-los como não sendo um ingrediente reconhecido como seguro para consumo (FOOD & DRUG ADMINISTRATION, 2013). No Brasil, a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), em 2003, demonstrou preocupações com alimentos ricos em ácidos graxos *trans*, exigindo, desde então, pela RDC nº 360, obrigatoriedade de declaração dos níveis de ácidos graxos *trans* nos rótulos dos alimentos industrializados. Além disso, os alimentos processados que contêm uma quantidade de ácidos graxos *trans* inferior ou igual a 0,2 g/porção podem ter as declarações como “não contém ácidos graxos *trans*” ou “não significativo”. Quando a quantidade de ácidos graxos *trans* não atinge o limite mínimo recomendado pela legislação (0,2 g/porção), a indústria alimentícia não é obrigada a exibir o conteúdo no rótulo (BRASIL, 2003).

A nova legislação RDC nº 332 (2019) estabelece que entre 1º de julho de 2021 e 1º de janeiro de 2023, a quantidade de ácidos graxos *trans* industriais não pode exceder 2 gramas por 100 gramas de gordura total nos alimentos destinados ao consumidor final e nos alimentos destinados aos serviços de alimentação (BRASIL, 2019).

Pinto et al. (2016) analisaram se as informações de gordura, gordura saturada e ácidos graxos *trans*, descritas nos rótulos, estavam adequadas à legislação brasileira e constataram que das 251 amostras, 151 produtos estão conforme a legislação, em que os ácidos graxos *trans* nos rótulos constam como zero. Porém o zero não é absoluto, uma vez que o teor pode estar presente, na concentração de até 0,2g/porção, dando a falsa ideia ao consumidor de não estar ingerindo ácidos graxos *trans*, independentemente da quantidade consumida.

De acordo com a RDC 24, publicada pela ANVISA, qualquer anúncio de alimentos com conteúdo excessivo de açúcar, sódio, gordura saturada ou *trans* tem que ser acompanhado de advertências sobre os prejuízos que o consumo, em grandes quantidades desses alimentos, pode trazer à saúde (BRASIL, 2010).

Dias et al. (2018) compararam os alimentos processados que são comercializados atualmente com os que eram processados, antes da legislação e observaram que a substituição de gorduras ricas em ácidos graxos *trans* por fontes alternativas tem sido realizada pela indústria de alimentos. Os autores, no entanto não conseguiram verificar essa ação, em todos os produtos analisados, sugerindo que o consumidor tem pouca informação sobre a qualidade

das gorduras utilizadas como substituto, podendo resultar em aumento do consumo de gorduras saturadas.

2.4 Biscoito recheado: consumo e composição

O Brasil é o quarto maior mercado de biscoitos em vendas no mundo (1,3 milhões de toneladas), ficando atrás apenas da China (2,24 milhões de toneladas), Estados Unidos (2,10 milhões de toneladas) e Índia (2,02 milhões de toneladas) com registro da presença do produto em 99,7% dos lares brasileiros (ABIMAPI, 2018). O segmento que mais vende é o de biscoitos recheados (25,2%), com uma estimativa de que 440 mil toneladas de biscoitos recheados foram comercializadas em 2017 (ABIMAPI, 2018).

Segundo Vialta et al. (2010), as bolachas e biscoitos encontram-se, em segundo lugar (28%) entre os produtos que mais despertam o desejo do consumidor, quando lançados ao mercado, estando atrás apenas dos iogurtes. Contudo, segundo eles, o mercado reflete a necessidade do consumo para atender a desejos diferenciados, tendo em vista que as pessoas estão são cada vez mais independentes, têm horários conflitantes e gostos diferentes (VIALTA et al., 2010).

De acordo com Gomes, Dos Santos e Freitas, (2010), o recheio dos biscoitos consiste basicamente de açúcares simples e gorduras, sendo que o açúcar é o componente principal, chegando a níveis superiores a 70% do recheio, além de 30% de gordura.

Tanti et al. (2016) avaliaram marcas diferentes de biscoitos recheados e observaram que as gorduras utilizadas nesses produtos apresentam mais de uma mistura dos seguintes óleos: óleo de palma, semente de óleo de palma, óleo de soja, óleo de coco e óleo vegetal (mistura de canola, soja e semente de algodão), sendo os principais o ácido palmítico e oleico.

A gordura é um importante ingrediente dos recheios de biscoito tipo wafer e sanduíche. Assim, as características físico-químicas do recheio dependem diretamente das propriedades da gordura, como a firmeza, que ajuda a sustentar a estrutura frágil do biscoito. As gorduras para recheio são um desafio à indústria, pois devem possuir alto conteúdo de sólidos à temperatura ambiente para manter a estrutura do recheio e não apresentar exsudação de óleo. Por outro lado, essas gorduras devem ter baixo conteúdo de sólidos à temperatura corporal, para proporcionar um bom derretimento e liberação de sabor (mouthfeel) (GHOTRA; DYAL; NARINE, 2002; VEREECKEN et al., 2007).

Na tentativa de redução dos ácidos graxos *trans*, os recheios são, muitas vezes, elaborados com misturas entre bases lipídicas com alto teor ácidos graxos saturados e bases

insaturadas, além de outros ingredientes como o açúcar e aromatizantes. Esses recheios, apesar de deliciosos, são propensos à degradação dos produtos alimentícios, nos quais são usados, o que acontece majoritariamente pela migração da porção lipídica líquida. No caso dos biscoitos recheados, essa migração pode gerar um amolecimento dos biscoitos que é visto como um defeito de textura. Existe a hipótese de que a estruturação dessa porção lipídica líquida do recheio possa haver a uma prevenção ou retardamento da migração, eliminando ou postergando o aparecimento desse defeito (STORTZ et al., 2012).

2.5 Alternativas tecnológicas para a redução de ácidos graxos *trans* em alimentos

A hidrogenação é realizada com o intuito de modificar a composição, estrutura e consistência de um óleo. Seu resultado é a redução do grau de insaturação do óleo e aumento de seu ponto de fusão, associado ao aumento da estabilidade oxidativa e funcionalidade das frações semissólidas produzidas (HUI, 1996).

As características tecnológicas da gordura hidrogenada, na produção de alimentos, como estabilidade física relativamente alta, alta plasticidade, eficácia de custo e disponibilidade, levaram à utilização dessa gordura, na produção de muitos alimentos industriais, por acreditarem ser uma alternativa aos óleos ricos em ácidos graxos saturados que fossem deletérios, como a gordura animal. No entanto as crescentes preocupações com a saúde pública, gerada pelos ácidos graxos *trans* induzidos pela hidrogenação, estimularam a busca de tecnologias e métodos alternativos eficientes e seguros para consumo (MENAA et al., 2013).

Na busca de novas tecnologias que produzissem baixo teor de ácidos graxos *trans* com custo e funcionalidades aceitáveis, a interesterificação surgiu como alternativa com potencial para as indústrias de alimentos (LI et al., 2018).

A interesterificação de óleos e gorduras pode ser aplicada por diversas razões: influenciar o comportamento na fusão, fornecendo consistência desejada em temperatura ambiente e de refrigeração; melhorar ou modificar o comportamento cristalino, de forma a facilitar os processos de produção e diminuir a tendência à recristalização durante a vida útil do produto (ROZENDAAL, 1992).

Segundo Santos et al. (2013), as gorduras interesterificadas podem ser produzidas industrialmente, a partir de processo enzimático ou químico, o qual modifica óleos e gorduras, aumentando o seu ponto de fusão, possibilitando a formação de uma gordura mais dura. Esse processo modifica as propriedades físicas de óleos, por meio do rearranjo aleatório da

distribuição de ácidos graxos no glicerol sem alterar a composição química do óleo utilizado, inicialmente, levando à introdução de ácidos graxos saturados, na posição sn-2 do glicerol, que, em geral, é ocupada por ácidos graxos insaturados em óleos vegetais.

Berry, Miller e Sanders (2007) apresentaram a hipótese de que a randomização (interesterificação) de uma gordura composta por 1,3-distearil e 2-oleil-glicerol do triacilglicerol diminuiria a lipemia pós-prandial. Eles observaram que triacilglicerol rico em ácido esteárico, nas formas não randomizada e randomizada, não afetou adversamente os fatores de risco lipídico, para doenças cardiovasculares, ou seja, nenhuma alteração na lipemia pós-prandial em resposta às gorduras interesterificadas foram encontradas.

Por outro lado, em um estudo randomizado, realizado por Hall et al. (2017), com 12 homens saudáveis, compararam-se os efeitos pós-prandiais das refeições, contendo 50g de gordura interesterificada rica em ácido láurico e palmítico ou gordura não interesterificada sobre alterações no triacilglicerol plasmático. Eles descobriram que as misturas de gordura interesterificada mais comumente consumidas incorporadas às refeições levou ao aumento de concentrações de triglicerídeos no sangue até 4 horas, após o consumo, em comparação com a gordura não interesterificada equivalente, o que foi associado a um risco aumentado de desenvolver doenças coronarianas.

Dessa forma, alternativas, para a substituição de ácidos graxos *trans*, são desenvolvidas, como o fracionamento (JIN et al., 2017a; JIN et al. 2017b) e mais recentemente, oleogéis (YILMAZ; ÖĞÜTCÜ, 2015; PALLA et al., 2017; MOGHTADAEI; SOLTANIZADEH; GOLI, 2018).

2.6 Oleogel como alternativa para a redução de ácidos graxos saturados e *trans* nos alimentos

Um oleogel pode ser definido como uma mistura de um líquido lipofílico (óleos vegetais) e um soluto lipofílico (estruturantes) que cristaliza ou se agrega, quando adicionado em baixas concentrações (<10%), aprisionando a fase líquida e formando uma rede cristalina tridimensional com propriedades semissólidas (BLAKE; MARANGONI, 2015; CO; MARANGONI, 2012; HUGHES et al., 2009).

As interações que têm papel importante no processo de gelificação são resumidas como interações de ligação de hidrogênio, empilhamento π - π , eletrostática e van der Waals (SINGH; AUZANNEAU; ROGERS, 2017). Eles permitem o crescimento unidimensional.

Essas estruturas unidimensionais formam zonas de junção que relacionam inúmeras estruturas 1D e, finalmente, esse fato cria redes tridimensionais (DEMIRKESEN; MERT, 2019).

Os géis também podem ser conhecidos como organogéis, géis lipídicos ou simplesmente géis de óleo. Os estruturantes ou aditivos lipídicos mais estudados na sua produção: ácidos graxos de cadeia longa, álcoois graxos, ácidos dicarboxílicos, ésteres de cera, ácidos graxos hidroxilados e ceras naturais (PATEL; DEWETTINCK, 2016).

Da Silva et al. (2018) desenvolveram margarinas utilizando oleogel e observaram melhores propriedades nutricionais, quando comparadas com as comerciais, com redução de 44% nos ácidos graxos saturados e redução de 92% em ácidos graxos *trans*. No entanto, sensorialmente, os consumidores conseguiram identificar diferença nas amostras. As margarinas com oleogel exibiram boas propriedades físicas, prazo de validade adequado e características nutricionais melhoradas.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade de utilização do oleogel para cookies, Hwang, Singh e Lee (2016) testaram quatro tipos de ceras naturais (cera de girassol, cera de abelha, cera de farelo de arroz e cera de candelila), associadas a três tipos de óleos vegetais (linhaça, azeite e soja). Dentre todas elas, a cera de girassol apresentou maior firmeza em comparação às outras. Por outro lado, as propriedades do cookie, incluindo fator de espalhamento, dureza e fraturabilidade, não foram afetadas pelos tipos de cera e óleo. Eles concluíram que combinações de cera e óleos vegetais tiveram desempenho comparável à margarina comercial no preparo dos cookies.

Biscoitos elaborados com cera de abelha e cera de girassol, bem como um controle comercial, passaram por avaliação sensorial por 200 voluntários que receberam as três amostras de forma aleatória. Quanto aos atributos aparência, textura, sabor, aroma e aceitabilidade constatou-se que não apresentaram diferenças significativas entre as amostras, apesar de os biscoitos produzidos com oleogel terem sido mais crocantes e macios em relação ao comercial (YILMAZ; ÖĞÜTCÜ, 2015).

Portanto o oleogel é um produto novo e muito atraente, para as indústrias alimentícias, uma vez que pode proporcionar características, como consistência e plasticidade ao alimento com redução de ácidos graxos saturados e *trans*, resultando em produtos com forte apelo nutricional e tecnológico (ROGERS et al., 2009; CHAVES et al., 2018). Mesmo assim, em estudos existentes, poucos aplicaram oleogéis em confeitaria e foi realizada análise sensorial, que é um parâmetro importante ao mercado. Os benefícios nutricionais que essa tecnologia pode proporcionar a um produto podem ser relevantes. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (2016), muitas marcas alimentícias têm investido forte em itens

voltados à alimentação saudável, como alimentos com menos gordura, açúcar, sódio, com ingredientes orgânicos ou integrais. A aposta do setor é que a demanda mais alta por esse produto não seja passageira.

Do ponto de vista nutricional, os oleogéis encontram-se mais convenientes que tecnologias atuais mais usuais, como hidrogenação, interesterificação e fracionamento, tendo em vista que não causa mudança química na estrutura do triacilglicerol e preserva as propriedades nutricionais do óleo inalteradas, principalmente, no que se refere aos ácidos graxos insaturados e suas posições no glicerol, mantendo-o em sua configuração original e sem acréscimo na quantidade de ácidos graxos saturados (SUNDRAM; KARUPAIAH; HAYES, 2007)

Outra vantagem que pode ser obtida com os oleogéis é o uso de fontes alternativas de óleos vegetais, os quais podem ser virgens e conterem componentes bioativos, como é o caso do óleo de macaúba.

2.7 Aplicações do óleo de macaúba no setor alimentício

A espécie *Acrocomiaaculeata* (Jacq.) Lood é conhecida por macaúba, bocaiúva, chiclete-de-baiana, coco-baboso, coco-de-catarro, coco-de-espinho, macacaúba, macaiba, macaibeira, macajuba, macaúva, mucaia, mucajá e mucajaba (SILVA et al., 1994).

A macaúba é uma palmeira oleaginosa altamente produtiva da família Arecaceae, nativa das regiões tropicais da América Latina e, no Brasil, pode ser encontrada com facilidade nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995).

De acordo com Del Ríó et al. (2016), o fruto de macaúba apresenta 27.10% epicarpo, 27.16% mesocarpo, 20.59% de casca endocarpo e 1.99% endosperma, juntamente com 19.62% de óleo de polpa e 3.43% de óleo da semente.

No óleo desse fruto foram identificados carotenoides, dentre eles, o β -caroteno, zeaxantina, zeinoxantina, licopeno, sendo 89% encontrados na polpa. Altos níveis de ácidos graxos saturados de cadeia média, como láurico e mono insaturado, como o ácido oleico, também são encontrados (ARENA et al., 2018).

O óleo da polpa de macaúba é constituído por triacilgliceróis (78,5%), seguidos por quantidades significativas de diacilgliceróis (13,2%) e pequenas quantidades de ácidos graxos livres (5,6%) e esteróis (1,5%). Por outro lado, o óleo da amêndoa é amplamente dominado

por triacilglicerol (98,6%) com apenas vestígios de ácidos graxos livres (0,9%), esteróis (0,2%) e monoglicerídeos (0,3%) (DEL RÍO et al., 2016).

Nunes et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o nível de glicemia, adiposidade e perfil de ácidos graxos, em ratos induzidos a diabetes do tipo II, que foram submetidos à dosagem de 40 e 160g de óleo da amêndoa de macaúba em diferentes dietas. Um total de 40 ratos foram divididos em cinco grupos (controle, controle diabético, diabéticos com doses baixas de óleo de macaúba, diabéticos com doses altas de macaúba e não diabéticos com doses altas de macaúba). Foi observado que os grupos que receberam óleo de macaúba apresentaram menor ganho de peso, menores índices glicêmicos, após a primeira semana e uma pequena quantidade de ácido graxos de cadeia média acumulado no tecido adiposo.

Da Silva et al. (2018) também observaram efeitos hipoglicêmico e antioxidantes em ratos induzidos a diabetes e sugeriram que o fato de o óleo de macaúba ser rico em ácido oleico e β -caroteno poderia prevenir o aumento em níveis de glicosevia, redução do estresse oxidativo e da peroxidação lipídica, preservando a função do pâncreas (TRAESEL et al. 2014).

Prates- Valério; Celayeta; Cren (2019), com o objetivo de estabelecer padrões que abranjam a qualidade, composição e características de identidade do óleo do mesocarpo da macaúba, observaram que os carotenoides, tocoferóis etocotrienóis podem não apenas contribuir, para aumentar a estabilidade do óleo pela sua ação química (antioxidante), mas também podem promover efeitos positivos à saúde por meio do consumo do óleo.

O óleo de macaúba fornece um espectro de aplicação industrial bastante diversificada que vai desde a utilização em alimentos, cosméticos até usos energéticos. Os resíduos de extração de óleo das frações do fruto, mesocarpo e endosperma não apresentam fatores antinutricionais ou de toxicidade. Além disso, a macaúba é considerada a mais ocorrente palmeira no Brasil, sendo encontrada, praticamente, em todos os estados brasileiros, exceto nas costas Nordeste e Sul do país, de baixo custo e que apresenta cultivo sustentável por seus diversos coprodutos (COLOMBO et al., 2018).

Óleo de amêndoa de macaúba é rico em ácido láurico que é saturado. Muito se refere aos efeitos negativos dos saturados na saúde, porém estudos têm demonstrado que o consumo regular de certos ácidos graxos saturados, incluindo o ácido láurico, pode provocar efeitos antiproliferativos e pró-apoptóticos, em células de câncer de mama e endometrial (LAPPANO et al. 2017), assim como contribuir para a prevenção e tratamento da hipertensão em pacientes idosos (NAKAMURA, 2019).

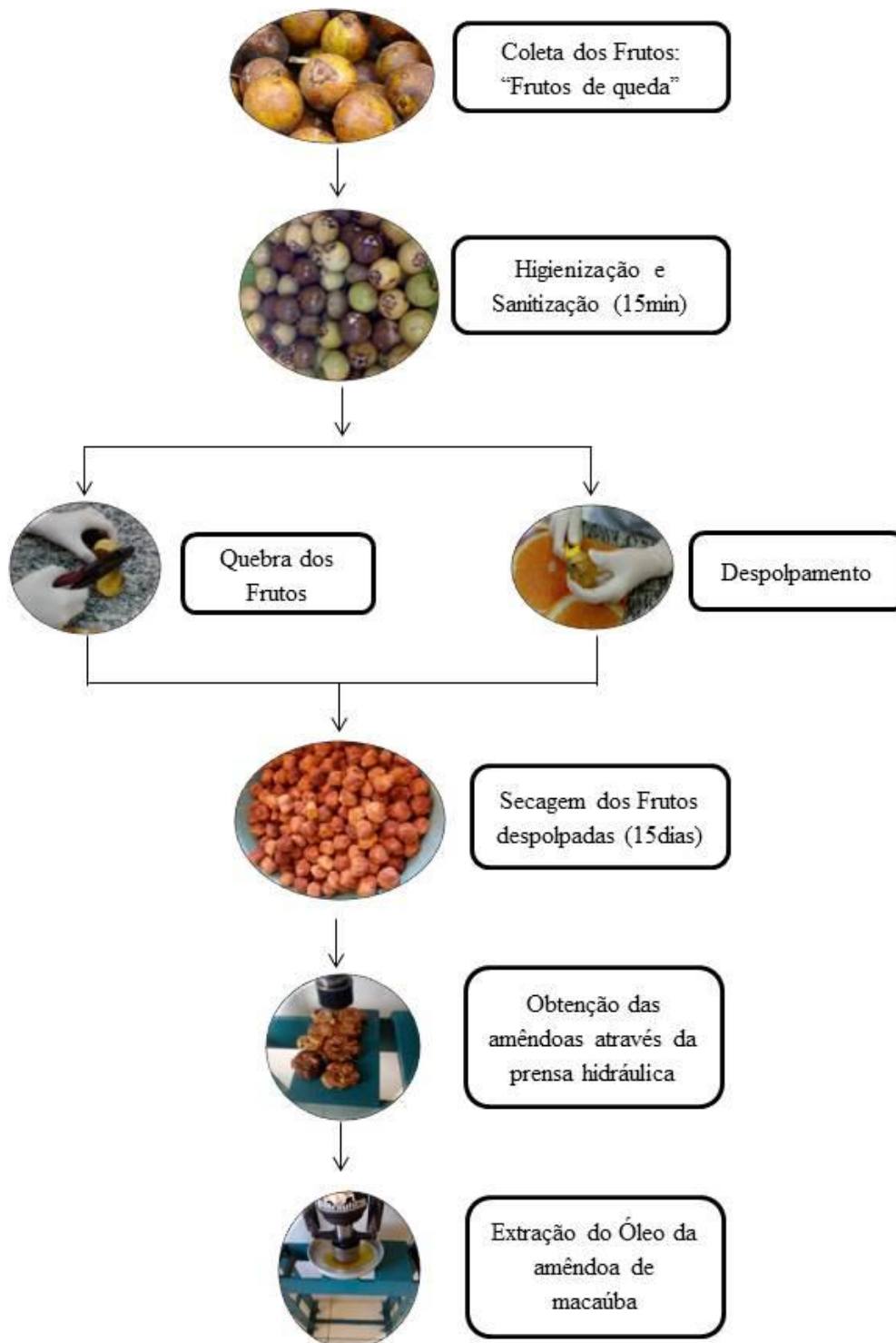
3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no Laboratório de Química e Conservação de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos e Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Nutrição, ambos localizados na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Antes da elaboração dos recheios de biscoito, o projeto foi submetido Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e aprovado sob o número do parecer 3.498.326.

3.1 Obtenção do óleo da amêndoa de macaúba

Os frutos de macaúba foram colhidos, no campo da UFLA e levados ao Laboratório de Química e Conservação, para a higienização e desinfecção em solução de hipoclorito (50g/10L de água), por um período de 15 minutos, em seguida, enxague em água limpa como orientado pela RDC 216 de 2004 (BRASIL, 2004). O processo de despulpamento dos frutos foi realizado com estilete. Logo depois, os frutos despulpados ficaram expostos ao sol por um período de 15 dias até a secagem completa. Depois foram quebrados, em uma prensa hidráulica (MPH-15, ®Marcon), empregando cinco toneladas de pressão até que não fosse mais viável o escoamento do óleo pelo cesto de extração. Um resumo desse processo foi representado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma para a obtenção do óleo da amêndoa de macaúba.



Fonte: Do autor (2020).

3.2 Planejamento amostral

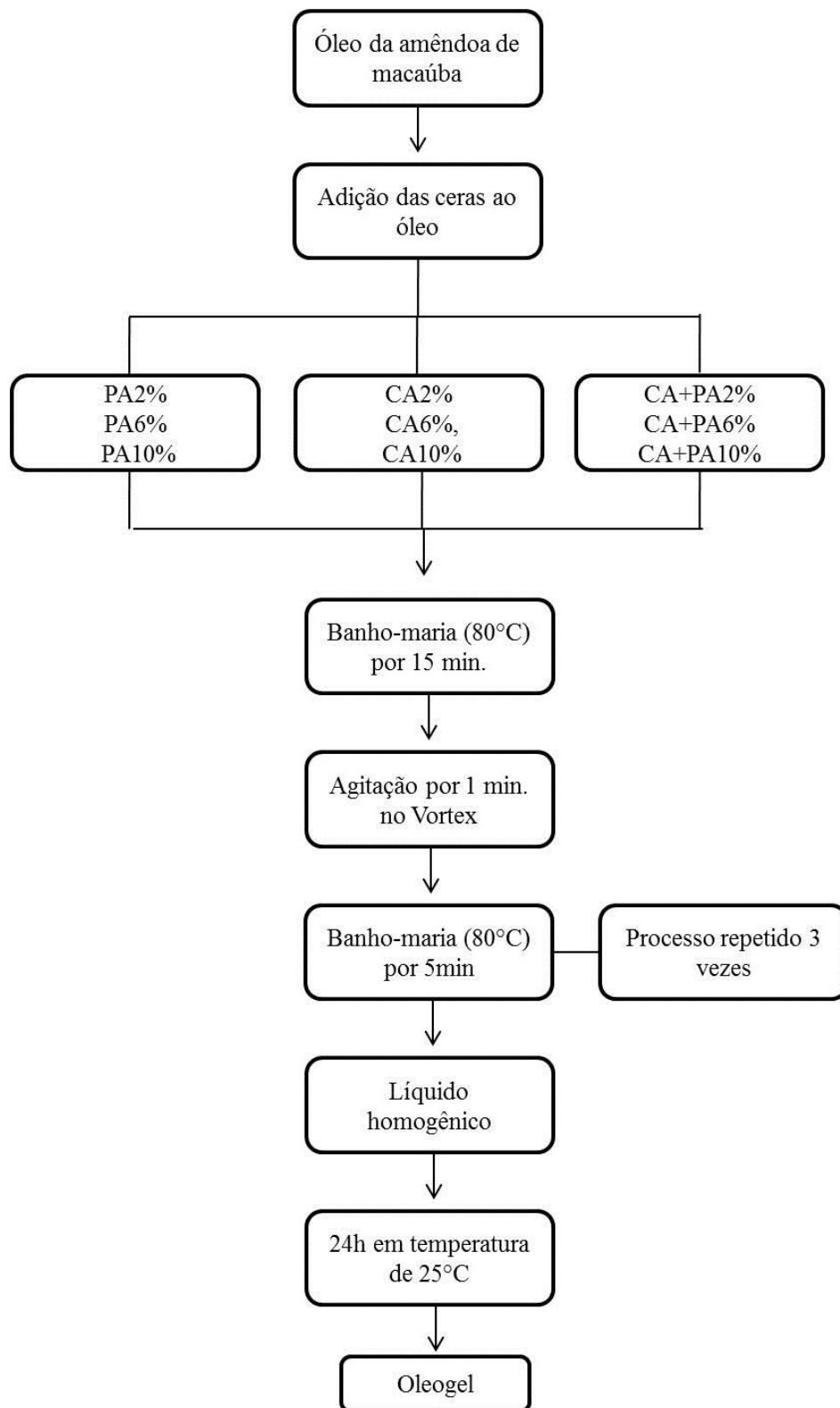
Por meio de pré-testes, foi possível determinar as concentrações de agente estruturante, a serem utilizadas: 2%, 6% e 10% de parafina (PA), 2%, 6% e 10% de cera de abelha (CA) e 2%, 6% e 10% da mistura (1:1) de cera de abelha e parafina (CA+PA), resultando em um total de nove amostras de recheio, além de uma amostra de recheio comercial de biscoito de chocolate com recheio de coco (Biscoito Prestígio – ®Nestlé) adquirida no comércio local e considerada como padrão (CO).

As porcentagens dos ingredientes utilizados, para a elaboração do recheio para biscoito: açúcar, oleogel, coco e sal, foram determinados pelo pré-teste.

3.3 Preparo do oleogel

Primeiramente os agentes estruturantes (cera de parafina, cera de abelha e a mistura de ambos) foram dissolvidos no óleo da amêndoa de macaúba em banho-maria (S3, ®Warmnest) a 80°C por 15 minutos. Em seguida, foram submetidos à agitação constante no vortex (®Nova Blue Line) por 1 minuto e novamente aquecidos em banho-maria por mais 5 minutos. Esse processo foi repetido três vezes. Ao final, as misturas permaneceram por um período de 24 horas em temperatura ambiente (25°C). Um resumo desse processo foi representado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de obtenção do oleogel.



Fonte: Do autor (2020).

3.4 Elaboração dos recheios dos biscoitos

Os recheios foram elaborados, conforme processo descrito por Gandra (2011), com adaptação da formulação, tendo em vista que o presente estudo também objetivava reduzir o conteúdo de açúcar do produto (Tabela 1). A produção teve, como referência, os teores de 60% de açúcar e 40% de gordura em recheio comerciais, relatados por Tanti et al. (2016).

Tabela 1 - Formulação e percentual dos ingredientes utilizados para o recheio de biscoito desenvolvido.

Ingredientes	Percentual
Gordura (Oleogel)	35
Açúcar	35
Coco Ralado Desidratado	29,05
Sal	0,05

Os ingredientes foram pesados e homogeneizados com um batedor (Mixer IBM10 - ®Eletrolux) por 2 minutos em velocidade média. Esse processo foi repetido e, ao fim, a mistura foi batida por mais 2 minutos em velocidade alta (GANDRA, 2011). Após o preparo, os recheios foram acondicionados, em embalagens de acrílico de 200 mL e tampados com papel alumínio, seguindo diretamente à realização das análises físico-químicas. Parte das amostras ficou armazenada em temperatura ambiente por um período de 24h até a realização da análise sensorial.

3.5 Cor

A cor dos recheios foi determinada, utilizando um colorímetro (Konica Minolta, modelo CR⁻⁵, Osaka, Japão), no espaço de cor L*, C* e h*. Nesse espaço de cores, a luminosidade L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a cromaticidade c* refere-se à intensidade de cor: varia entre 0 (branco e/ou cinza) e 60 (cores vívidas e/ou intensas) e o ângulo hue h° indica a tonalidade e varia de 0 (vermelho) a 360 °h (vermelho), passando por 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (MAMEDE et al., 2013; SPADA et al. 2014).

3.6 Textura

A textura foi determinada utilizando um analisador de textura TA.XT2 (Texture Technologies Corporation, Scarsdale, NY, USA). Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo Software Texture Expert Versão 1.22. Para o procedimento, dois ciclos de compressão uniaxial de 50% foram conduzidos, por um cilindro de alumínio de 12 mm de diâmetro, em uma velocidade de 180 mm/minuto, sem tempo de repouso entre os dois ciclos de compressão. A firmeza foi obtida, para cada amostra, a partir da curva de deformação com o tempo. As amostras foram analisadas em triplicata.

3.7 Atividade de água

A atividade de água foi determinada em um analisador de atividade de água - Decagon, Aqualab® 3TE, a 25°C. As amostras foram analisadas em triplicata.

3.8 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados, no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Lavras, em ambiente sensorial padronizado e seguindo as boas práticas sensoriais (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

3.8.1 Sorting

Foram recrutados cento e quatro consumidores de biscoitos recheados (68 femininos e 36 masculinos, de 18 a 45 anos), com frequência de consumo de uma vez por semana e que não apresentassem nenhuma restrição alimentar quanto aos ingredientes presentes no biscoito.

As preparações das amostras e a avaliação dos julgadores foram realizadas, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Nutrição da UFLA, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.8.1.1 Preparo das amostras

Inicialmente os recheios de coco comerciais foram separados dos biscoitos de chocolates (Biscoito Prestígio – Nestlé) e armazenados em embalagens acrílicas para posterior caracterização. Os biscoitos de chocolate foram cortados em quatro partes iguais, 1 grama.

Cada parte foi preenchida com 0,5 grama de recheio preparada com oleogel (conforme descrito em 3.2) e com recheio comercial (CO) voltando ao formato sanduíche. Obteve-se um total de 10 amostras: PA2%, PA6%, PA10%, CA2%, CA6%, CA10%, CA+PA2%, CA+PA6%, CA+PA10% e CO.

3.8.1.2 Procedimento sensorial

Um teste *Sorting* foi aplicado conforme os procedimentos descritos por Chollet et al. (2013). Cada provador, em uma cabine individual, recebeu 10 amostras, em embalagens descartáveis, codificadas com números de três dígitos, seguindo uma ordem equilibrada e aleatória (WAKELING; MACFIE, 1995), duas folhas, sendo uma folha A3 (42 x 29,7cm) em que deveriam organizar grupos, de acordo com a semelhança, e uma outra folha A4 (21 x 29,7cm) composta por duas colunas, sendo uma para a indicação dos grupos, formados na folha A3 e outra, para a descrição das características sensoriais dos grupos formados (Anexo A).

As instruções, durante a análise, foram: - Cada provador foi orientado a provar as amostras e posicionar aquelas que possuísem um nível de aceitação semelhante. Para isso, ele deveria formar grupos de acordo com essa semelhança.

- Quanto mais distante os grupos estivessem posicionados uns dos outros, maior seria a diferença na intensidade de gostar deles. - Ao agrupar as amostras, os provadores circularam e numeraram os grupos na folha A3.

- Na folha A4 (Anexo A), os provadores foram instruídos a pontuar os grupos formados, de acordo com a nota de aceitação global, pela escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) e contribuir com atributos, que fossem percebidos por eles, ao experimentar os biscoitos recheados, para cada um dos grupos formados.

- Os julgadores tiveram o período de tempo que lhe fosse necessário para realizar a avaliação das amostras.

3.9 Análises estatísticas

3.9.1 Análises físicas

Os resultados das análises físicas de cor, textura e atividade de água foram avaliados por ANOVA e teste de médias pelos métodos Tukey ou Dunnett a 95% de confiança pelo software R Core Team (2020).

3.9.2 Análise estatística do teste *Sorting*

3.9.2.1 Escalonamento multidimensional

Uma matriz, dispondo as amostras em linhas e os provadores em colunas, foi construída a partir das fichas de agrupamento do teste *Sorting*. Em cada elemento da matriz, foi colocado um número associado ao agrupamento das amostras, isto é, para um dado provador, amostras presentes em um mesmo grupo receberam o mesmo número. Essa matriz foi analisada por Escalonamento Multidimensional (Multidimensional Scaling - MDS), usando o pacote DistatisR (ABDI et al., 2007) no programa R (R CORE TEAM, 2020).

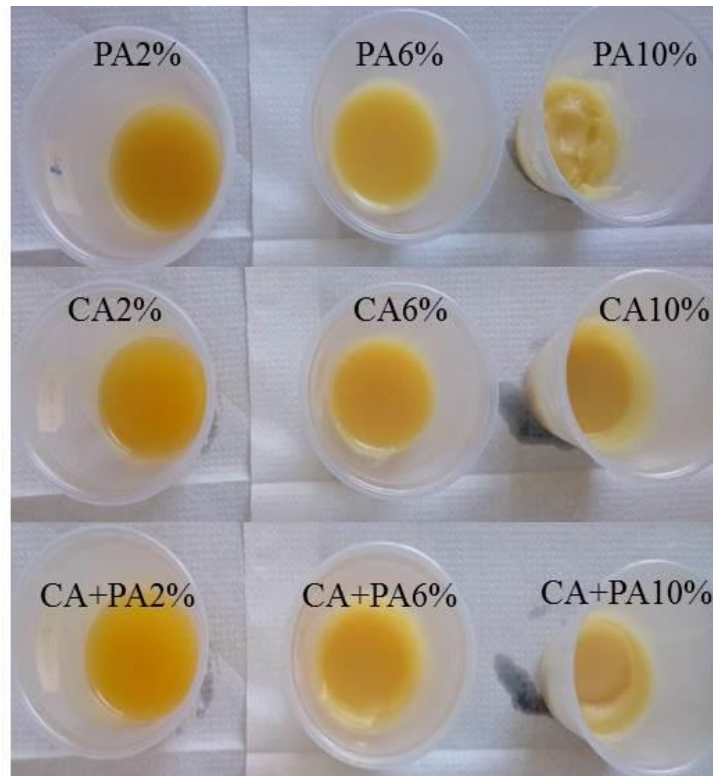
3.9.2.2 Análise de múltiplos fatores

Uma matriz, dispondo as amostras em linhas e os atributos relacionados à textura, sabor e aceitação global, citado pelos provadores em colunas, foi construída a partir das fichas do teste *Sorting*. Cada elemento da matriz recebeu o número de vezes em que o atributo foi citado. Essa matriz foi analisada por Análise de Múltiplos Fatores (Multiple Factor Analysis - MFA), usando o pacote FactoMineR (LÊ; JOSSE; HUSSON, 2008), no programa R (R CORE TEAM, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 representa os oleogéis preparados com seus agentes estruturantes, prontos para serem utilizados na elaboração dos recheios para biscoito.

Figura 3 - Preparo das amostras de oleogel e seus agentes estruturantes.



Legenda: PA – Parafina; CA – Cera de Abelha; CA+PA –Cera de Abelha + Parafina.

Fonte: Do autor (2020).

Nota-se que, para todas as amostras, foi possível obter a textura de gel como esperado, além disso, conforme ocorreu o aumento da concentração de agente estruturante, observou-se aumento da consistência do oleogel. Segundo Öğütçü, Arifoğlu e Yilmaz (2015), a baixa concentração dos agentes estruturantes é vista, com menor firmeza, quando comparada a concentrações mais elevadas ou superiores a 5%.

4.1 Caracterização da cor dos recheios

O Gráfico 1 representa os resultados obtidos para os parâmetros de cor L^* , C^* e h° . Para L^* todos os recheios elaborados com oleogel, independente do agente estruturante e da

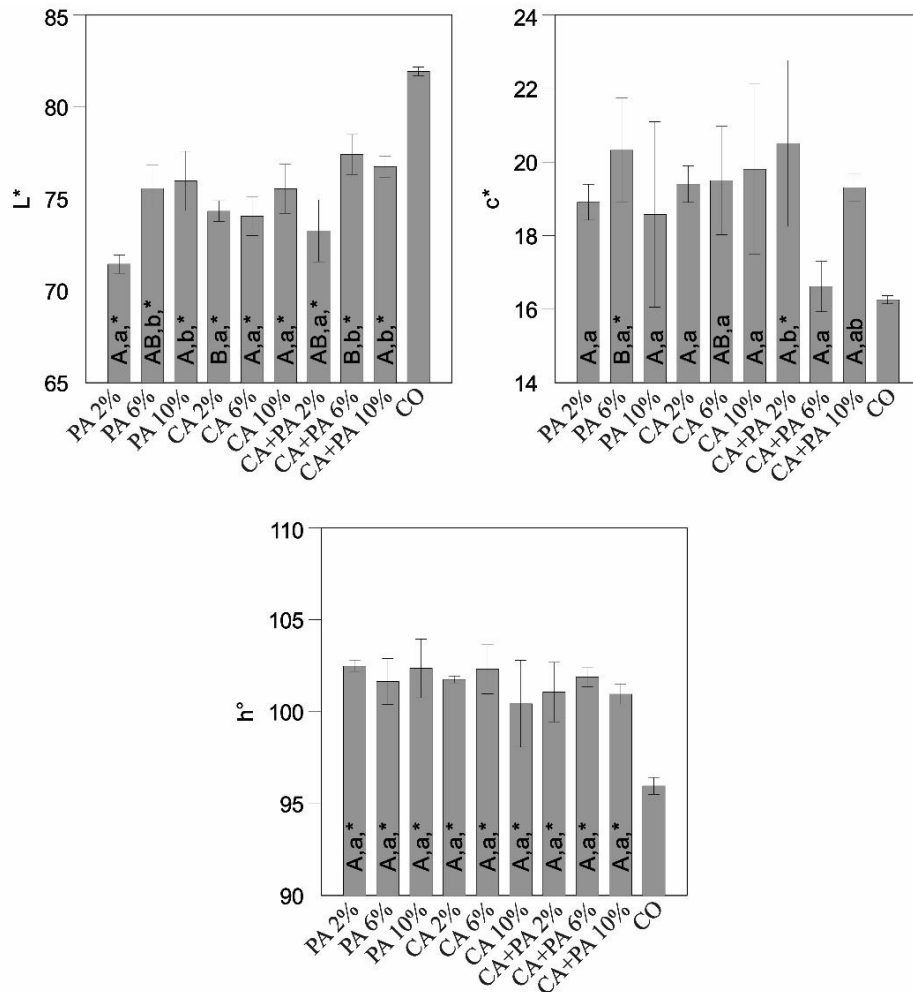
sua concentração, diferiram-se estatisticamente do recheio comercial (CO), apresentando menores valores de luminosidade. Portanto o recheio comercial foi caracterizado por uma tonalidade mais próxima ao branco, ou seja, mais claro. Esse fator pode ser explicado pela cor do óleo ser amarela. Silva et al. (2020) elaboraram maionese e margarina, a partir do óleo de amêndoa de macaúba e observaram que eles tiveram coloração mais amarela que os comerciais, provavelmente, pela coloração amarelada típica do óleo. Na margarina desenvolvida com óleo de macaúba, eles observaram diminuição de L^* em relação à comercial.

Outro fator que também pode ter afetado a luminosidade é pelo fato de o recheio comercial apresentar maior concentração de açúcar (60 %), quando comparado aos recheios reformulados (35%), uma vez que o açúcar é considerado um corante alimentício natural, conferindo aos recheios tonalidades mais claras (BRASIL, 1997).

Ao aumentar a concentração dos agentes estruturantes PA e PA+CA, de 2% para 6%, notou-se um aumento significativo em relação ao parâmetro L^* . No entanto não houve diferença significativa na luminosidade, quando se aumentou a concentração de PA, CA e CA+PA de 6% para 10%. Portanto a concentração dos agentes estruturantes, bem como a sua natureza, influenciou na luminosidade do recheio. Amostras contendo CA, em concentração maior que 6%, foram as que apresentaram menores valores para luminosidade. Pang et al. (2019) encontraram resultados diferentes. Segundo eles, oleogéis, contendo apenas cera de abelha, mostraram-se brilhantes, semissólidos e de cor branca leitosa opaca. Quando ocorreu a mistura de CA com outro agente estruturante (β -sitosterol), foi verificado que a cor dos oleogéis foi gradualmente ficando mais escura.

Gómez-Estaca et al. (2019), ao avaliarem amostras de patê utilizando CA como agente estruturante de uma mistura de óleos (linhaça, oliva e peixe), para a formação de oleogel, observaram que a CA se destacou por apresentar maior luminosidade que outra amostra preparada com etil celulose.

Gráfico 1 - Parâmetros de cor L*, c*e h° dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e o comercial.



Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Fonte: Do autor (2020).

Para o parâmetro c* (Gráfico 1), notou-se que apenas as amostras PA6% e CA+PA2% apresentaram diferença significativa em relação à amostra CO.

Com o aumento da concentração de agente estruturante CA+PA de 2% para 6%, notou-se diminuição da intensidade da cor (diminuição de c*). Ao aumentar a concentração de CA+PA para 10%, não houve diferença significativa de c* em relação ao recheio com CA+PA 2%. Apesar dessas variações, é difícil atribuir um efeito que as explique, visto que todas as amostras apresentaram valores baixos e muito próximos de c* (embora estatisticamente diferentes), indicando coloração pouco intensa próxima ao branco.

Para o parâmetro h° (Gráfico 1), foi verificado que todas as amostras com oleogel apresentaram diferença estatística quando comparado à amostra CO. Porém todas as amostras, incluindo a CO, apresentam h° entre 90° e 105° , indicando tonalidade amarelada. Segundo Gómez-Estaca (2019), a cera de abelha, por sua coloração, contribui para o produto apresentar coloração com tendência ao amarelo. Yılmaz e Ögütçü (2014) relataram que a coloração do oleogel, em geral, depende do óleo líquido utilizado. Dessa forma, a coloração amarelada observada, nos recheios preparados com oleogel, pode ser pelo óleo da amêndoa de macaúba, que naturalmente tem coloração amarelada.

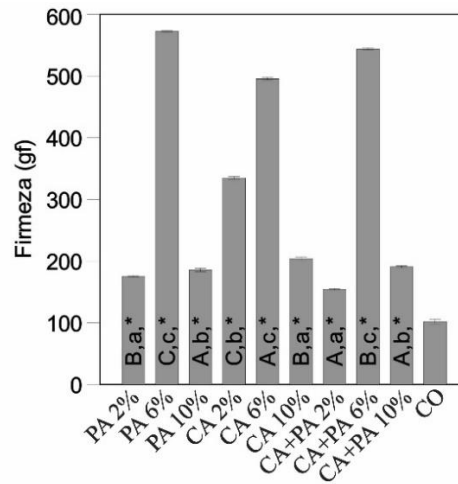
Contatou-se também que não obstante as concentrações e o tipo de agente estruturante utilizados, todos os recheios oleogel não apresentaram diferença significativa para h° .

4.2 Textura

Os recheios reformulados, utilizando os oleogéis, bem como o recheio comercial, foram caracterizados quanto ao parâmetro firmeza (Gráfico 2). Segundo Ögütçü, Arifoğlu e Yılmaz (2015), firmeza é a força necessária para comprimir uma amostra sob condições definidas, ou seja, é a força máxima observada para a compressão da amostra. Portanto, trata-se de um parâmetro extremamente relevante, pois pode refletir em atributos sensoriais determinantes para a aceitação sensorial dos recheios.

Co e Marangoni (2018) registram que o oleogel consegue ser estruturado por forças que agem entre partículas coloidais, isto é, dipolar (ligação não covalente) e/ou integrações de Van der Waals. A CA é composta por uma mistura de ésteres (67%), hidrocarbonetos (14%), ácidos graxos (12%) e álcoois (1%) (TULLOCH, 1980) que garante sua propriedade estruturante, já que esses compostos agem como elementos self-assembly (auto-organização molecular), em diversas matrizes apolares, formando redes cristalinas com formato de microplaquetas, as quais se unem e formam a rede tridimensional que confere as características macroscópicas dos oleogéis, de forma resistente (ABDALLAH; WEISS, 2000).

Gráfico 2 - Firmeza dos recheios de biscoito preparados com oleogel.



Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Fonte: Do autor (2020).

Todas as amostras, contendo 6% de agente estruturante (PA, CA e CA+PA), foram as que apresentaram maior firmeza, incluindo a CO. Uma baixa concentração de agente estruturante costuma resultar em oleogéis com menor firmeza, quando comparados àqueles com concentrações mais elevadas ou superiores a 5% (ÖĞÜTCÜ; ARIFOĞLU; YILMAZ, 2015). Porém, neste trabalho, todos os recheios com 10% de qualquer agente estruturante apresentaram menor firmeza. Segundo Winkler-Moser et al. (2019), mudanças na firmeza do oleogel podem estar associadas a alterações nas microestruturas de cristais da cera.

Segundo Silva et al. (2020), o óleo da amêndoa de macaúba inicia seu processo de cristalização em, aproximadamente, 19°C que leva à formação de cristais com textura aparentemente firme na temperatura de refrigeração. No caso do presente estudo, os recheios se encontravam em temperaturas ambiente (25°C), o que pode ter levado, em sua maioria, a apresentar menor cristalização.

De acordo com estudo de revisão realizado por Doan et al. (2018), o comportamento de gelificação das ceras naturais, em óleos líquidos, é governado pela polaridade dos solventes e pelas morfologias dos cristais de cera, determinados pela natureza e comprimento da cadeia dos componentes químicos presentes nas ceras. Outros fatores que também podem

afetar a gelificação das ceras são as taxas de resfriamento, temperatura e de cisalhamento. Contudo, no presente estudo, todas as amostras foram preparadas da mesma maneira.

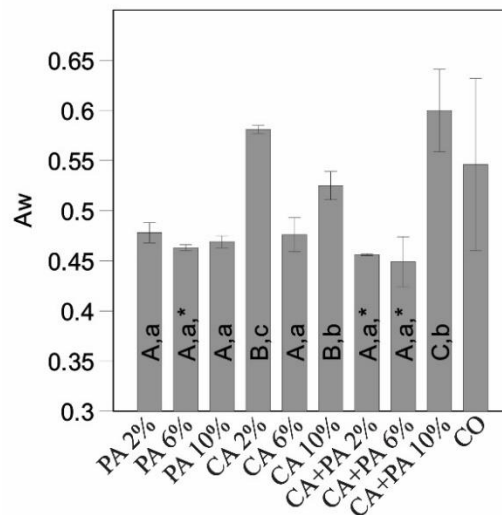
Jana e Martini (2016) relatam que ceras que apresentam composição química semelhante se comportam como soluções sólidas enquanto misturas de ceras com diferentes composições químicas divergem do comportamento ideal. Além disso, o comportamento das misturas das ceras também pode ser afetado pelo tipo e a proporção de ceras utilizadas. Dessa forma, a proporção das misturas das ceras com o óleo pode ter interferido no valor da firmeza dos oleogéis deste trabalho, sobretudo, em maior concentração.

Sendo assim, os recheios com 2% e 10% de estruturantes foram os que apresentaram valores de firmeza mais próximos aos da amostra CO, principalmente, os recheios PA 2% e CA+PA2%.

4.3 Atividade de água

A atividade dos recheios preparados com oleogel e comercial são apresentadas no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Atividade de água dos recheios de biscoito preparados com oleogel e comercial.



Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Fonte: Do autor (2020).

Segundo a ANVISA, a atividade da água é uma medida da propensão ao crescimento microbiológico e às reações químicas. Quanto maior a atividade da água mais instável é o produto (BRASIL, 2018). De acordo com a ANVISA, produtos que possuem atividade de água inferior a 0,5 apresentam menor risco de crescimento microbiológico (BRASIL, 2018).

As amostras PA 6%, CA+PA2% e CA+PA6% diferiram estatisticamente da amostra comercial, apresentando os menores valores de atividade de água. Ao aumentar a concentração de 2% ou 6% para 10% do estruturante CA+PA, foi observada maior atividade de água. Por outro lado, o recheio com 2% de CA também teve uma atividade de água maior que aqueles com 6% ou 10% de CA.

Akamine et al. (2018) avaliaram recheios de biscoito de cinco marcas comerciais que apresentaram atividade de água entre 0,471 e 0,506, semelhante ao entrado no presente estudo. A diferença de valores de atividade de água entre o recheio e os biscoitos favorece a troca de umidade entre eles, ocasionando a absorção de umidade e a perda da crocância do biscoito, além de, por outro lado, causar o ressecamento do recheio (LEITE et al., 2005).

4.4 Análise sensorial

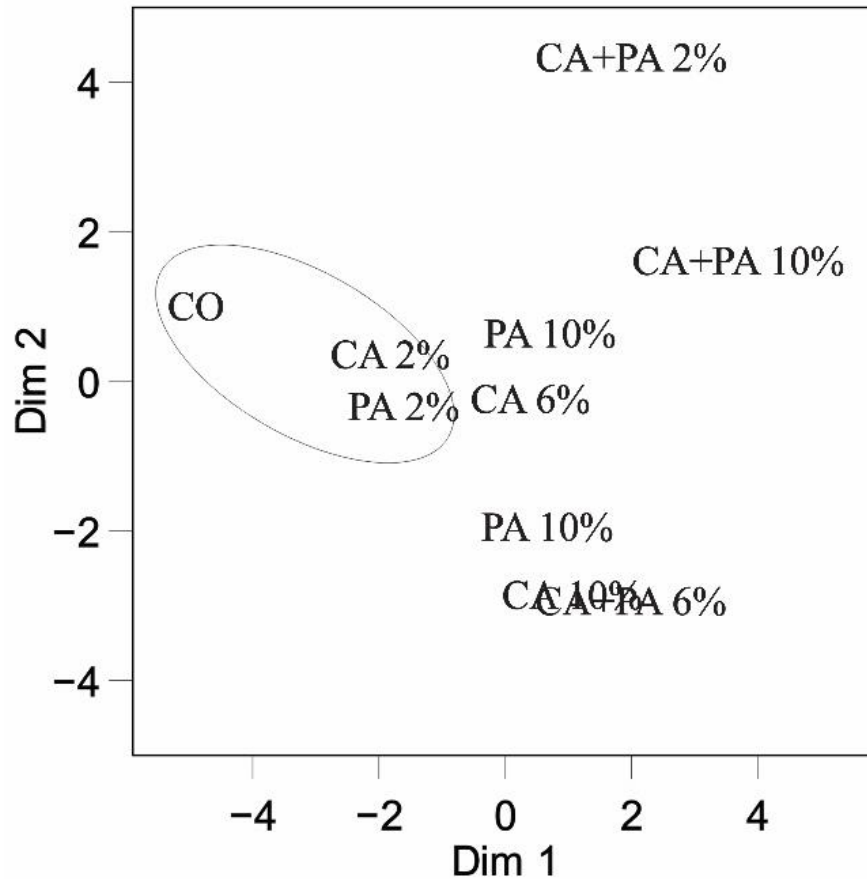
Embora tenha havido diferenças significativas, na cor e na textura dos recheios CA2 e PA2, em relação ao recheio comercial, parece não ter afetado significativamente a aceitação dessas amostras, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Média e desvio-padrão da aceitação dos recheios para biscoito.

Agente Estruturante	Concentrações			
	-	2%	6%	10%
PAR	-	6,407±1.901 ^{cd}	6,116±1.900 ^{abc}	5,844±2.208 ^{abc}
CA	-	6,339±2.139 ^{bcd}	6,029±2.162 ^{abc}	5,553±2.334 ^{ab}
CA + PA	-	5,970±2.111 ^{abc}	5,786±2.225 ^{abc}	5,407±2.374 ^a
PA	7,067±1.756 ^d	-	-	-

Um mapa das amostras gerado por MDS é apresentado na Figura 4. Em razão das proximidades gráficas (valores negativos em Dim1), os recheios PA 2% e CA2% foram os mais parecidos com a amostra CO, de acordo com os agrupamentos feitos pelos provadores no teste *Sorting*, corroborando com os resultados obtidos para aceitação.

Figura 4 - Mapa representativo dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial obtido por MDS a partir dos agrupamentos das amostras feitas pelos provadores no teste *Sorting*.

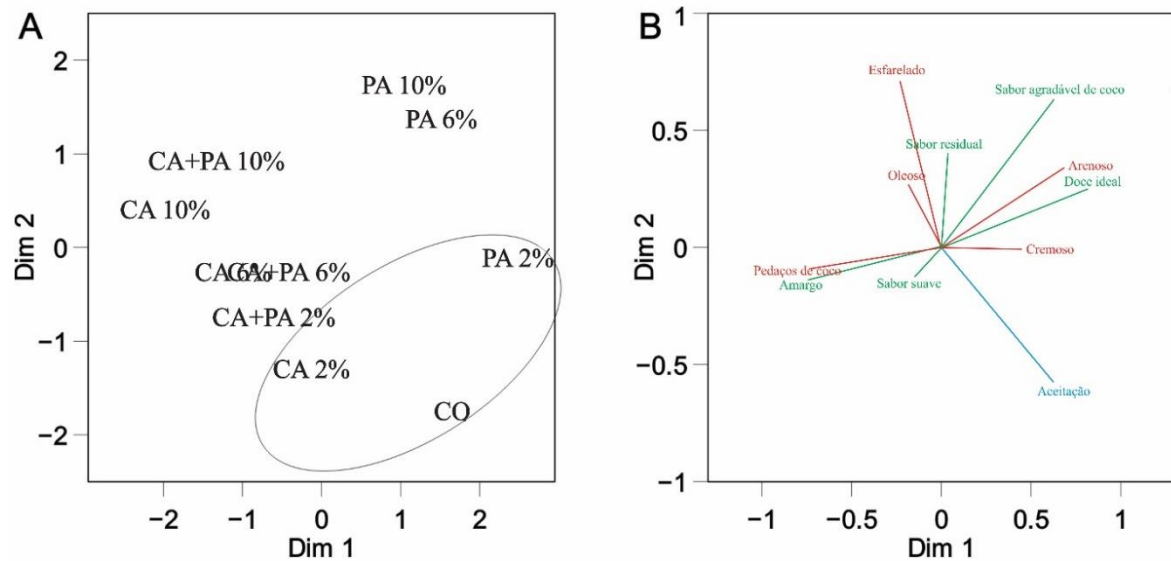


Fonte: Do autor (2020).

As amostras também foram analisadas por MFA, com base na descrição das características sensoriais dos recheios para biscoitos, citadas pelos provadores (Figura 5).

Os descritores citados para a textura foram: cremoso, arenoso, esfarelado, oleoso e pedaços de coco, para sabor foram: doce ideal, sabor agradável de coco, sabor residual, amargo e sabor suave. A aceitação dos recheios, ainda, foi analisada como uma variável suplementar, com o intuito de verificar o quanto o provador gostou ou desgostou dos recheios.

Figura 5 - Representação dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial (A) e dos atributos (B) obtidos por MFA a partir dos termos citados pelos provadores em relação ao teste *Sorting*.



Fonte: Do autor (2020).

Legenda: textura (vermelho), sabor (verde) e aceitação global (azul).

Os atributos que mais contribuíram (elevados pesos nas dimensões 1 e 2), para a discriminação dos recheios, foram principalmente sabor agradável de coco, doce ideal, amargo, pedaço de coco, esfarelado e arenoso.

Os atributos oleoso, esfarelado e sabor residual contribuíram, negativamente, para a aceitação (posição oposta à aceitação no gráfico), enquanto os outros atributos não apresentaram uma influência clara sobre a aceitação.

As amostras PA 10% e PA 6% tiveram uma tendência a serem associadas aos descritores sabor agradável de coco, arenoso e doce ideal. As amostras CA+PA10% e CA10% se destacaram pelo maior número de citações de sabor residual, esfarelado e oleoso. As outras amostras CA+PA6%, CA6% e CA+PA2% foram relacionadas, principalmente, às características pedaços de coco e amargo. Verificou-se que o recheio CA2% foi caracterizado, em especial, por ter sabor suave e PAR2% por ser cremoso. Esses dois recheios foram os que mais se assemelharam ao recheio comercial, corroborando o observado na análise por MDS. A semelhança dessas amostras (CA2% e PAR2%) com a CO pode estar relacionada às baixas concentrações do agente estruturante e à não mistura de CA com PA, que, independente da proporção, resultou em sabor amargo e características sensoriais mais distintas ao recheio comercial.

O sabor agradável de coco se destacou, nos recheios PA10% e PA 6%, indicando que a parafina pode ter contribuído para intensificar o sabor de coco. O gosto amargo foi associado principalmente às amostras CA+PA6%, CA6% e CA+PA2%, o que também foi relatado de forma não desejada pelos provadores no desenvolvimento de cremes de queijos utilizando oleogel (BEMER et al., 2016).

Os recheios com misturas de ceras (CA+PA), em diferentes concentrações (2%, 6% e 10%), não foram associados a descritores positivos aos recheios desenvolvidos, tendo em vista que os atributos marcantes nessas amostras foram esfarelados, sabor residual e amargo. De acordo com Yilmaz e Öğütçü (2015), utilizar aromas em produtos desenvolvidos com oleogel podem contribuir a uma percepção mais “doce” em um produto e mascarar ou reduzir a intensidade de notas das ceras. Então, além de adicionar o coco desidratado ao recheio, poderia ser adicionado o aroma natural, para melhorar os sabores acentuados e negativos do recheio, como amargo e residual.

Outras características desejáveis com grande influência, além do sabor agradável de coco, foram o doce ideal e a cremosidade. Essa última foi citada com maior frequência, para a amostra PAR2, até mesmo quando comparada à amostra CO.

Outro ponto observado foi que a redução do teor de açúcar para 35% não afetou a percepção sensorial dos recheios, uma vez que a sua ausência ou a falta não foi apontada, mas sendo verificado um grande número de citações de doce ideal em muitas formulações. Esse fato pode ter sido efeito da presença dos estruturantes, sobretudo, a cera de abelha, a qual pode dar a impressão de gosto doce, de acordo com Yilmaz e Öğütçü (2015).

5 CONCLUSÃO

Foi possível obter oleogéis, usando óleo de amêndoa de macaúba com cera de abelha e/ou parafina, os quais puderam ser usados para preparar recheios de biscoitos com teor reduzido de açúcar. A coloração amarelada do óleo de macaúba e a redução do teor açúcar foram fatores que podem ter influenciado na cor dos recheios, o que não foi percebido pelos provadores na análise sensorial. Os recheios com oleogel foram mais firmes que o recheio comercial, enquanto a atividade de água foi menor nos recheios com oleogel. Recheios preparados com baixas concentrações de estruturante e sem a mistura de cera com parafina tiveram melhor aceitação sensorial e similaridade com o recheio comercial. A redução do teor de açúcar não prejudicou a aceitação sensorial dos recheios preparados com oleogel de óleo de amêndoa de macaúba, os quais foram caracterizados por terem doçura ideal, além de sabor agradável de coco e cremosidade. Portanto foi possível elaborar recheios de biscoito, sem ácidos graxos *trans* e com menos açúcar, utilizando oleogéis à base de óleo da amêndoa de macaúba com características físicas e sensoriais semelhantes a recheios comerciais.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, D. J.; WEISS, R. G. n-Alkanes gel n-alkanes (and many other organic liquids). **Langmuir**, Washington, v. 16, n. 2, p. 352-355, out. 2000.
- ABDI, H. et al. Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 627-640, jun. 2007.
- ABIMAPI. **Estatística Biscoitos 2018**. Disponível em <<https://www.abimapi.com.br/estatisticas-biscoitos.php>>. Acesso em: 14 jan. 2020.
- ADITIVOS E INGREDIENTES. **Substitutos de Gordura em Alimentos**. São Paulo, v. 59, p. 42-54, 2008. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201601/2016010994910001454074039.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2019.
- AGGARWAL, D.; SABIKHI, L.; KUMAR, M. H. S. Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy–multigrain approach. **NFS Journal**, Munique, v. 2, p. 1-7, mar. 2016.
- AKAMINE, E. H. et al. Lipid composition and the physical and sensory characteristics of strawberry biscuit fillings. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-11, jan. 2018.
- ARENA, A. C. et al. Acrocomiaaculeata oil: Beneficial effects on cyclophosphamide-induced reproductive toxicity in male rats. **Andrologia**, Berlim, v. 50, n. 6, p. 1-11, maio. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Alta procura salva mercado de alimentos saudáveis da crise. 2016**. Disponível em <https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=223>. Acessado em: 01 maio. 2019.
- AUED-PIMENTEL, S. et al. Ácidos graxos saturados versus ácidos graxos trans em biscoitos. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 131-137, São Paulo, 2003.
- AZEVEDO, C. H. **Teores de isômeros trans em gorduras vegetais hidrogenadas avaliados por diferentes técnicas instrumentais**. 1999. 109p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- BARALDI, L. et al. Consumption of ultra-processed foods and associated sociodemographic factors in the USA between 2007 and 2012: evidence from a nationally representative cross-sectional study. **BMJ Open**, Londres, v. 8, n. 3, p. e020574, mar. 2018.
- BEMER, H. L. et al. Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. **Food Research International**, Amsterdã, v. 85, p. 67-75, jul. 2016.
- BERRY, S. E.; MILLER, G. J.; SANDERS, T. A. The solid fat content of stearic acid–rich fats determines their postprandial effects. **The American journal of clinical nutrition**. London, v. 85, n.6, p. 1486-1494, jun. 2007.

BLAKE, A. I.; MARANGONI, A. G. The Effect of shear on the microstructure and oil binding capacity of wax crystal networks. **Food Biophysics**, Nova Iorque, v. 10, n. 4, p. 403-415, maio. 2015.

BOOKER, C. S.; MANN, J. I. Trans fatty acids and cardiovascular health: Translation of the evidence base. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.18, p. 448-456, jul. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília, DF, 2014. 156p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2016: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF, 2017. 162p.

BRASIL. Organização Mundial de Saúde e Organização Pan-Americana de Saúde. **Alimentos e bebidas ultraprocessados na América Latina: tendências, efeito na obesidade e implicações para políticas públicas**. Brasília, DF, 2018. 78p.

BRASIL. **OMS divulga plano para eliminar do suprimento global de alimentos gorduras trans produzidas industrialmente**. Organização Mundial de Saúde e Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS Brasil.2018. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5670:oms-divulga-plano-para-eliminar-gorduras-trans-produzidas-industrialmente-do-suprimento-global-de-alimentos&Itemid=839#:~:text=14%20de%20maio%20de%202018,a%20sa%C3%BAde%20e%20salvar%20vidas.>. Acesso em: 03 nov. 2019.

BRASIL. Resolução n.º 44, de 01 de fevereiro de 1978. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 nov. 1977.

BRASIL. Resolução n.º 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Resolução n.º 216, de 15 de setembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 2004.

BRASIL. Resolução n.º 24, de 15 de junho de 2010. **Diário Oficial da União**, ANVISA, Brasília, DF, 29 jun. 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. Brasília, DF, 2018. 76p.

BRASIL. Resolução n.º 332, de 23 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**, ANVISA, Brasília, DF, 17 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF, 2020. 137p.

CHAVES, K. F. et al. Potential application of lipid organogels for food industry. **Food Research International**, Amsterdã, v. 105, p. 863-872, mar. 2018.

CHOLLET, S.; VALENTIN, D.; ABDI, H. Free sorting task. *In: VARELA, P.; ARES G. (org.). Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling.* Nova Iorque: CRC Press, 2013. p. 207-228.

CO, E. D.; MARANGONI, A. G. Oleogels: an introduction. *In: MORANGONI, A. G.; GARTI, N. (org). Edible Oleogels.* Urbana: AOCS Press, 2018. p. 1-29.

CO, E.; MARANGONI, A. G. Organogels: an alternative edible oil- structuring method. **Journal of American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 89, n. 5, p. 749-780, mar. 2012.

COLOMBO, C. A. et al. Macauba: a promising tropical palm for the production of vegetable oil. **Oilseeds and fats, Crops and Lipids**, Les Ulis, v. 25, n. 1, p. 1-9, jan/fev. 2018.

COMBE, N. et al. Trans fatty acids, conjugated linoléico acids, and cardiovascular diseases. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, p. 945-953, set. 2007.

DA SILVA, P. V. B. et al. Antidiabetic, cytotoxic and antioxidant activities of oil extracted from *Acrocomia aculeata pulp*. **Natural Product Research**, São Paulo, v. 33, n. 16, p. 2413-2416, fev. 2019.

DA SILVA, T. L. T. **Development of fillings for cookies with reduced content of saturated fatty acids using organogel technology.** 2018. 247 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

DA SILVA, T. L. T.; MARTINI, S.; ARELLANO, D. B. Chemical composition and nutritional information of fats used in fillings of sandwich cookies. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 96, n. 10, p. 1173-1179, jul. 2019.

DA SILVA, T. L. T et al. Sensory and technological evaluation of margarines with reduced saturated fatty acid contents using oleogel technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 95, n. 6, p. 673-685, jun. 2018.

DEL RÍO, J. C. et al. Chemical composition and thermal behavior of the pulp and kernel oils from macauba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 84, p. 294-304, jun. 2016.

DEMIRKESEN, I.; MERT, B. Utilization of beeswax oleogel-shortening mixtures in gluten-free bakery products. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 96, n. 5, p. 545-554, fev. 2019.

DIAS, F. S. L. et al. Were policies in Brazil effective to reducing *transfat* from industrial origin in foods? **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 52, p. 34, abr. 2018.

DOAN, C. D. et al. Internal and external factors affecting the crystallization, gelation and applicability of wax-based oleogels in food industry. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Oxford, v. 45, p. 42-52, fev. 2018.

FOOD & DRUG ADMINISTRATION. **Federal Register** nº FDA-2013-n-1317. Vol. 78, n. °. 217, nov. 2013, p. 67169-67175.

FRANÇA, S. Açúcar x cárie e outras doenças: um contexto mais amplo. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 05-11, jan/mar. 2016.

GANDRA, K. M. **Formulação de gorduras zero trans para recheio de biscoitos utilizando redes neurais**. 2011. 208 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

GHOTRA, B. S.; DYAL, S. D.; NARINE, S. S. Lipid shortenings: a review. **Food Research International**, Amsterdã, v.35, p.1015-1048, 2002.

GOMES, V. M.; DOS SANTOS, M. P.; FREITAS, S. M. L. Análise de açúcares e gorduras de recheios em biscoitos recheados sabor chocolate. **CERES: Nutrição & Saúde**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 19-25, 2010.

GÓMEZ-ESTACA, J. et al. Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development. **Food hydrocolloids**, Oxford, v. 87, p. 960-969, fev. 2019.

HALL, W. L. et al. Modulation of postprandial lipaemia by a single meal containing a commonly consumed interesterified palmitic acid-rich fat blend compared to a non-interesterified equivalent. **European Journal of Nutrition**. London, v. 56, n. 8, p. 2487-2495, ago. 2017.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas.**, New Jersey: Princeton University Press, 1995, 103 p.

HUGHES, N. E. et al. Potential food applications of edible oil organogels. **Trends in Food Science & Technology**, Londres, v. 20, n. 10, p. 470-480, out. 2009.

HUI, Y. H. **Bailey's industrial oil and fat products**, 5th ed., New York: Wiley, 1996. 432 p.

HWANG, H. S.; SINGH, M.; LEE, S. Properties of cookies made with natural wax–vegetable oil organogels. **Journal of Food Science**, Malden, v. 81, n. 5, p. C1045-C1054, mar. 2016.

JANA, S.; MARTINI, S. Physical characterization of crystalline networks formed by binary blends of waxes in soybean oil. **Food Research International**, Amsterdã, v. 89, p. 245-253, nov. 2016.

JIN, J.; et al. Production of high-melting symmetrical monounsaturated triacylglycerol-rich fats from mango kernel fat by acetone fractionation. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 94, n. 2, p. 201-213, dez. 2017b.

JIN, J. et al. Oxidative stabilities of mango kernel fat fractions produced by three-stage fractionation. **International Journal of Food Properties**, Filadélfia, v. 20, n. 11, p. 2817-2829, mar. 2017a.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Principles of good practice**. In: _____ Sensory evaluation of food - Principles and practices. New York, NY: Springer, 2010, p. 55-77.

LAPPANO, R. et al. The lauric acid-activated signaling prompts apoptosis in cancer cells. **Cell Death Discovery**, v. 3, n. 1, p. 1-9, set. 2017.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON F. “FactoMineR: A Package for Multivariate Analysis”. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, v. 25, n. 1, p. 1-18, mar. 2008.

LEITE J. T. C.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 83-96, 2005.

LI, Y. et al. A low trans margarine fat analog to beef tallow for healthier formulations: Optimization of enzymatic interesterification using soybean oil and fully hydrogenated palm oil. **Food Chemistry**, Oxford, v. 255, p. 405-413, jul. 2018.

LOUZADA, M. L. C. et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 49, n. 38, p. 1-11, jul. 2015.

MACHADO, P. P. et al. Ultra-processed foods and recommended intake levels of nutrients linked to non-communicable diseases in Australia: evidence from a nationally representative cross-sectional study. **BMJ Open**, Londres, v. 9, n. 8, p. e029544, ago. 2019.

MAMEDE, M. E. O. et al. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 65-72, jan/mar. 2013.

MATTHAN, N. R. et al. Hydrogenated fat consumption affects acylation-stimulating protein levels and cholesterol esterification rates in moderately hypercholesterolemic women. **Journal of Lipid Research**, Maryland, v. 42, n. 11, p. 1841-1848, jul. 2001.

MENAA, F. et al. Technological approaches to minimize industrial trans fatty acids in foods. **Journal of Food Science**, Malden, v. 78, n. 3, p. R377-R386, mar. 2013.

MOGHTADAEI, M.; SOLTANIZADEH, N.; GOLI, S.A.H. Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. **Food Research International**, Amsterdã, v. 108, p. 368-377, 2018.

MONTEIRO, C. A. et al. Household availability of ultra-processed foods and obesity in nineteen European countries. **Public health nutrition**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 18-26, jan. 2018.

MONTEIRO, C. A. et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. **Public Health Nutrition**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 5-17, jan. 2017.

MONTEIRO, C. et al. Ultra- processed products are becoming dominant in the global food system. **Obesity Reviews**, Malden, v. 14, p. 21-28, set. 2013.

NAKAMURA, H. Relationship between saturated fatty acid intake and hypertension and oxidative stress. **Nutrition**, v. 61, p. 8-15, maio. 2019.

NUNES, Â. A. et al. Effect of *Acrocomia aculeata* kernel oil on adiposity in type 2 diabetic rats. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 73, n. 1, p. 61-67, nov. 2018.

ÖĞÜTCÜ, M.; ARIFOĞLU, N.; YILMAZ, E. Preparation and characterization of virgin olive oil-beeswax oleogel emulsion products. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 92, n. 4, p. 459-471, fev. 2015.

OTENG, A. B; KERSTEN, S. Mechanisms of action of trans fatty acids. **Advances in Nutrition an International Review Journal**, Wageningen, p. 1-12, maio. 2019.

PALLA, C. et al. Multi-objective optimization of high oleic sunflower oil and monoglyceridesoleogels: Searching for rheological and textural properties similar to margarine. **Food Structure**, Amsterdã, v. 12, p. 1-14, abr. 2017.

PANG, M. et al. Structure and thermal properties of β -sitosterol-beeswax-sunflower oleogels. **International Journal of Food Science & Technology**, Malden, v. 55, n. 5, p. 1900-1908, set. 2019.

PATEL, A. R.; DEWETTINCK, K. Edible oil structuring: an overview and recent updates. **Food & Function**, Bangalore, v. 7, n. 1, p. 20-29, set. 2016.

PINTO, A. L. D. et al. Determination and verification of how "trans" fat is notified on food labels, particularly those expressed as being "0% transfat". **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 19, p. 1-12, maio. 2016.

PRATES-VALÉRIO, P.; CELAYETA, J. M.; CREN, E. C. quality parameters of mechanically extracted edible macauba oils (*Acrocomia aculeata*) for potential food and alternative industrial feedstock application. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 121, n. 5, p. 1-8, mar. 2019.

SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 1, p. 1-40, jan. 2013.

SILVA, G. C. et al. Óleo de amêndoa de macaúba tem potencial como ingrediente lipídico em margarina e maionese. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 47, p. 122-129, 2020.

SIMÕES, B. D. S. et al. Consumption of ultra-processed foods and socioeconomic position: a cross-sectional analysis of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 1-13, mar. 2018.

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

SPADA, J. C. et al. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 374-379, fev. 2014.

SUNDRAM, K.; KARUPAIAH, T.; HAYES, K. C. Stearic acid-rich interesterified fat and trans-rich fat raise the LDL/HDL ratio and plasma glucose relative to palm olein in humans. **Nutrition & Metabolism**, Londres, v. 4, p. 3, jan. 2007.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

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

ROGERS, M. A. Novel structuring strategies for unsaturated fats—meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. **Food Research International**, Amsterdã, v. 42, n. 7, p. 747-753, ago. 2009.

ROZENDAAL, A. Interesterification of oils and fats. **Inform**, v. 3, n. 11, 1232-1237, 1992.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 27-31, jan/mar. 2004.

SILVA, J. C. **Macaúba: fonte de matéria prima para os setores alimentício, energético e industrial**. Viçosa: CEDAF/DEF/UFV, 1994. 41 p.

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

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

TRAESEL, G. K. et al. Acute and subacute (28 days) oral toxicity assessment of the oil extracted from *Acrocomia aculeata* pulp in rats. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 74, p. 320-325, dez. 2014.

TULLOCH, A. P. Beeswax—composition and analysis. **Bee World**, Londres, v. 61, n. 2, p. 47-62, 1980.

VIALTA, A. et al. **Brasil food trends 2020**. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 176 p.

VERECKEN, J. et al. Relationship between crystallization behavior, microstructure, and macroscopic properties in trans containing and trans-free filling fats and fillings. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.55, n.19, p.7793-7801, ago. 2007

YILMAZ, E.; ÖĞÜTCÜ, M. Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 91, n. 6, p. 1007-1017, fev. 2014.

YILMAZ, E.; ÖĞÜTCÜ, M. The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. **Food & Function**, Bangalore, v. 6, n. 4, p. 1194-1204, fev. 2015.

WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299-308, mar. 1995.

WANDERS, A.; ZOCK, P.; BROUWER, I. Trans fat intake and its dietary sources in general populations worldwide: a systematic review. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 8, p. 1-14, ago. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. Disponível em <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

WINKLER-MOSER, J. K. et al. Physical properties of beeswax, sunflower wax, and candelilla wax mixtures and oleogels. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Nova Iorque, v. 96, n. 10, p. 1125-1142, ago. 2019.

ZAPOLSKA-DOWNAR, D. et al. Fatty acids induce apoptosis. **Journal of Physiology and Pharmacology**, Grzegórzecka, v. 56, n. 4, p. 611-625, 2005.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

O artigo a seguir foi elaborado conforme as normas para submissão no periódico científico Food Research International, no estrato A1 no ranking de avaliação de periódicos Qualis da CAPES na área de Nutrição. Esse está sujeito a alterações e em processo de tradução para a revista.

ARTIGO: Uso de oleogel à base de óleo de macaúba no desenvolvimento de recheio para biscoito

Andressa Alvarenga Silva^{1*}, Sabrina Carvalho Bastos¹, Cleiton Antônio Nunes², Ana Carla Marques Pinheiro², Ana Paula Lima Ribeiro², Ana Flávia Costa Calheiros¹, Jéssica Ferreira Rodrigues³

¹Federal University of Lavras, Department of Nutrition, Lavras, Minas Gerais, Brazil.
andressa_ufla@hotmail.com (A.A. Silva); sabrinabastos@ufla.br (S.C. Bastos);
anafccalheiros@gmail.com

²Federal University of Lavras, Department of Food Sciences, Lavras, Minas Gerais, Brazil.
cleiton.nunes@ufla.br (C.A. Nunes); anacarlamp@ufla.br

³Federal Institute of Minas Gerais, Department of Agrarian Sciences, Lavras, Minas Gerais, Brazil. jessica.rodrigues@ifmg.edu.br (J.F. Rodrigues)

* **Corresponding author:** andressa_ufla@hotmail.com

Highlights

- Oleogel é elaborado utilizando a base de óleo da amêndoa de macaúba
- Oleogel foi testado com estruturantes, cera de abelha, parafina e a mista desses
- Oleogel foi testado em recheio para biscoito com sabor de coco
- Recheios com oleogéis apresentaram maior firmeza que o recheio comercial
- Baixas concentrações de estruturante foram semelhantes ao comercial

Abstract: A praticidade do alimento pronto, a qualquer hora, tem proporcionado ao consumidor a comodidade, porém, na maior parte dos casos, alimentos ultraprocessados apresentam, em sua composição, elevados teores de gordura e, em boa parte, *trans*, além de sal e açúcares, que promovem atributos sensoriais agradáveis ao paladar de quem o consome. O excesso desses componentes pode contribuir, para o desenvolvimento de doenças, como alterações do colesterol e suas frações, diabetes e hipertensão. Assim, substituir ácidos graxos *trans* e açúcares tem sido um desafio em função da importância tecnológica e sensorial desses ingredientes. Vários substitutos alternativos estão sendo investigados com o intuito de produzir um alimento mais saudável sem depreciar as características sensoriais. Nesse cenário, oleogel tem-se apresentado promissor ao desenvolvimento de novos produtos, visando à substituição de ácidos graxos *trans*. No preparo do oleogel é desejável utilizar um óleo com atributos nutricionais positivos, tal como o óleo da amêndoa de macaúba, que contém compostos bioativos, tais como fenólicos, tocoferóis e carotenoides. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi desenvolver e caracterizar físico-quimicamente e sensorialmente um recheio de biscoito utilizando oleogel à base do óleo da amêndoa de macaúba com teor reduzido de açúcar. Foram avaliadas 10 formulações de recheio com três agentes estruturantes (parafina, cera de abelha e a mistura de ambos), em diferentes concentrações (2%, 6% e 10%), além da amostra de recheio comercial. A amostra-padrão apresentou maior luminosidade em comparação às amostras de oleogel, o que pode ter ocorrido pela coloração do óleo de macaúba e redução do açúcar. Contudo todas as amostras foram brancas e levemente amareladas. Os recheios produzidos com oleogel se mostraram mais firmes que o recheio comercial. A atividade de água mostrou-se semelhante ou menor que a amostra comercial, o que contribui para tornar o produto mais estável. A análise sensorial foi caracterizada em sabor e textura, resultando em 10 características julgadas. Os recheios feitos com oleogel mais semelhante com o recheio comercial e, com maior aceitação, foram aqueles produzidos com cera de abelha e cera de parafina com 2% de agente estruturante. A redução do açúcar de 60% para 35% nos recheios não teve efeito sensorial relevante. Os resultados deste estudo demonstraram que é possível substituir misturas de gorduras utilizadas, na produção de recheios para biscoito, por um óleo com mais vantagens nutricionais, além de reduzir o teor lipídico desses recheios usando oleogel, com baixa concentração de agente estruturante.

Keywords: gordura, sensorial, ácido graxo trans, coco

1. Introdução

A mudança dos hábitos alimentares, por conveniência, tem proporcionado o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados e enfraquecido o consumo de alimentos *in natura* (Monteiro et al., 2018). Esses alimentos são definidos como formulações industriais prontas para consumo, feitas inteira ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e outros aditivos usados para alterar propriedades sensoriais) (Brasil, 2014).

O consumo de alimentos ultraprocessados tem-se tornado hábito em diferentes populações. No Brasil, o consumo médio diário é de 21,5% (Louzada et al., 2015); na Austrália, é de 42% (Machado et al, 2019) e, nos Estados Unidos da América, quase 60% das calorias consumidas, no período de 2007 a 2012, foram provenientes de alimentos prontos para consumo (BARALDI, et al. 2018).

Para a Food & Drug Administration (FDA), os alimentos ultraprocessados, em sua maioria, são alimentos fontes de ácidos graxos *trans*, os quais estão diretamente relacionados ao aumento do nível de colesterol sérico de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) e diminuição do colesterol sérico de lipoproteína de alta densidade (HDL-C), no sangue, elevando o risco de desenvolvimento de doenças cardíacas coronariana, como infarto (Food & Drug Administration, 2013). Nessa categoria, o biscoito recheado é de grande preocupação, sendo que o seu maior público consumidor são crianças.

Akamine et al. (2018) avaliaram a composição lipídica de cinco marcas comerciais de biscoitos recheados sabor morango encontrados, no comércio brasileiro e observaram que todos os produtos continham ácidos graxos *trans* (0,71% a 3,78% em 100g) e gorduras saturadas (10,24% a 17,01% em 100g), sendo o recheio composto, em média, por 27,5% de lipídios. O uso desse tipo de lipídio foi justificado por proporcionar maior firmeza e sabores agradáveis ao produto.

Além das altas quantidades de ácidos graxos saturados e *trans*, presentes no recheio de biscoitos, eles ainda apresentam elevado teor de açúcar, em sua composição, com 60% (TANTI et al., 2016). Esse excesso, por sua vez, estimula a síntese de ácidos graxos – por meio da lipogênese – os quais poderão ser armazenados no tecido adiposo. A lipogênese excessiva pode estimular a diferenciação de adipócitos, predispondo o ganho de peso (França, 2016).

No entanto, substituir gordura e açúcar em alimentos pode trazer problemas tecnológicos, pois eles exercem funções importantes, como textura macia, sabor, lubrificidade, sensação de leveza na boca, aeração e outras características sensoriais

(Aggarwal et al., 2016; Rios et al., 2014). Por isso, pesquisas devem ser feitas, para encontrar substitutos mais saudáveis, que proporcionem a mesma palatabilidade que o açúcar e as gorduras utilizadas comercialmente. Nesse sentido, os oleogéis têm demonstrado potencial, como alternativa às gorduras modificadas com alto teor de ácidos graxos saturados e *trans*. Os oleogéis podem ser definidos como uma mistura de um líquido lipofílico e um soluto lipofílico que se agrega aprisionando a fase líquida e formando uma rede cristalina tridimensional com propriedades semissólidas (Blake & Marangoni, 2015; Co & Marangoni, 2012; Hughes et al., 2009).

O uso dos oleogéis pode ser promissor para a indústria alimentícia, visto que proporcionam ao alimento características como consistência e plasticidade com ausência de ácido graxo *trans* e redução do teor de gorduras saturadas, resultando em produtos de forte apelo nutricional e tecnológico (Rogers et al., 2009).

Uma vantagem que se pode ser conseguir com os oleogéis é o uso de óleos vegetais como fontes alternativas e não refinados, com características nutricionais atraentes, como o óleo de amêndoa de macaúba a qual pode conter 70% de um óleo rico em ácido láurico e oleico, além de conter compostos bioativos, tais como fenólicos, tocoferóis e carotenoides. Essa matéria-prima é promissora para a obtenção de compostos altamente valiosos para a indústria alimentícia (Del Río et al., 2016).

Apesar de alguns estudos demonstrarem parâmetros sensoriais e físico-químicos semelhantes aos produtos comerciais (Da Silva, 2018; Hwang et al., 2016; Yilmaz & Öğütçü, 2015), o desempenho sensorial de oleogéis, em recheios para biscoitos, ainda, não foi relatado na literatura, assim como o uso de óleo de amêndoa de macaúba como base para óleos géis.

Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar física e sensorialmente um recheio de biscoito, utilizando oleogel à base do óleo da amêndoa de macaúba, visando melhorar a qualidade lipídica e reduzir a quantidade de açúcar em comparação a um recheio comercial.

2. Material e Métodos

O experimento foi executado no Laboratório de Química e Conservação de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos e Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Nutrição, ambos localizados na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Antes da elaboração dos recheios de biscoito, o projeto foi submetido Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e aprovado sob o número do parecer 3.498.326.

2.1 Obtenção do óleo da amêndoa de macaúba

Os frutos de macaúba foram colhidos, no campo da UFLA e levados ao Laboratório de Química e Conservação, para a higienização e desinfecção em solução de hipoclorito (50g/10L de água), por um período de 15 minutos, em seguida, enxague em água limpa como orientado pela RDC 216 de 2004 (Brasil, 2004). O processo de despulpamento dos frutos foi realizado com estilete. Logo depois, os frutos despulpados ficaram expostos ao sol por um período de 15 dias até a secagem completa. Depois foram quebrados, em uma prensa hidráulica (MPH-15, ©Marcon), empregando cinco toneladas de pressão até que não fosse mais viável o escoamento do óleo pelo cesto de extração. Um resumo desse processo foi representado na Figura 1.

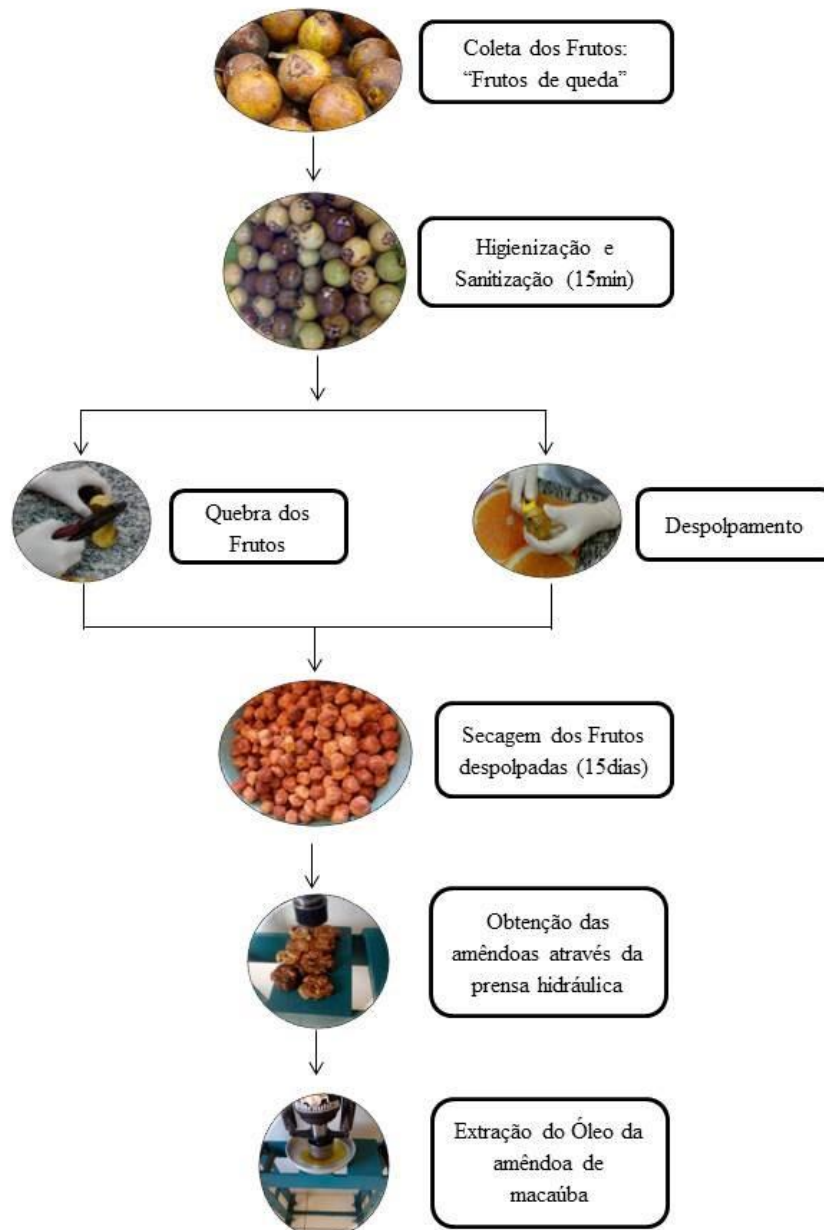


Fig. 1. Fluxograma para a obtenção do óleo da amêndoa de macaúba.

2.2 Planejamento amostral

Por meio de pré-testes, foi possível determinar as concentrações de agente estruturante, a serem utilizadas: 2%, 6% e 10% de parafina (PA), 2%, 6% e 10% de cera de abelha (CA) e 2%, 6% e 10% da mistura (1:1) de cera de abelha e parafina (CA+PA), resultando em um total de nove amostras de recheio, além de uma amostra de recheio comercial de biscoito de chocolate com recheio de coco (Biscoito Prestígio – ©Nestlé) adquirida no comércio local e considerada como padrão (CO).

As porcentagens dos ingredientes utilizados, para a elaboração do recheio para biscoito: açúcar, oleogel, coco e sal, foram determinados pelo pré-teste.

2.3 Preparo do oleogel

Primeiramente os agentes estruturantes (cera de parafina, cera de abelha e a mistura de ambos) foram dissolvidos no óleo da amêndoa de macaúba em banho-maria (S3, ©Warmnest) a 80°C por 15 minutos. Em seguida, foram submetidos à agitação constante no vortex (©Nova Blue Line) por 1 minuto e novamente aquecidos em banho-maria por mais 5 minutos. Esse processo foi repetido três vezes. Ao final, as misturas permaneceram por um período de 24 horas em temperatura ambiente (25°C). Um resumo desse processo foi representado na Figura 2.

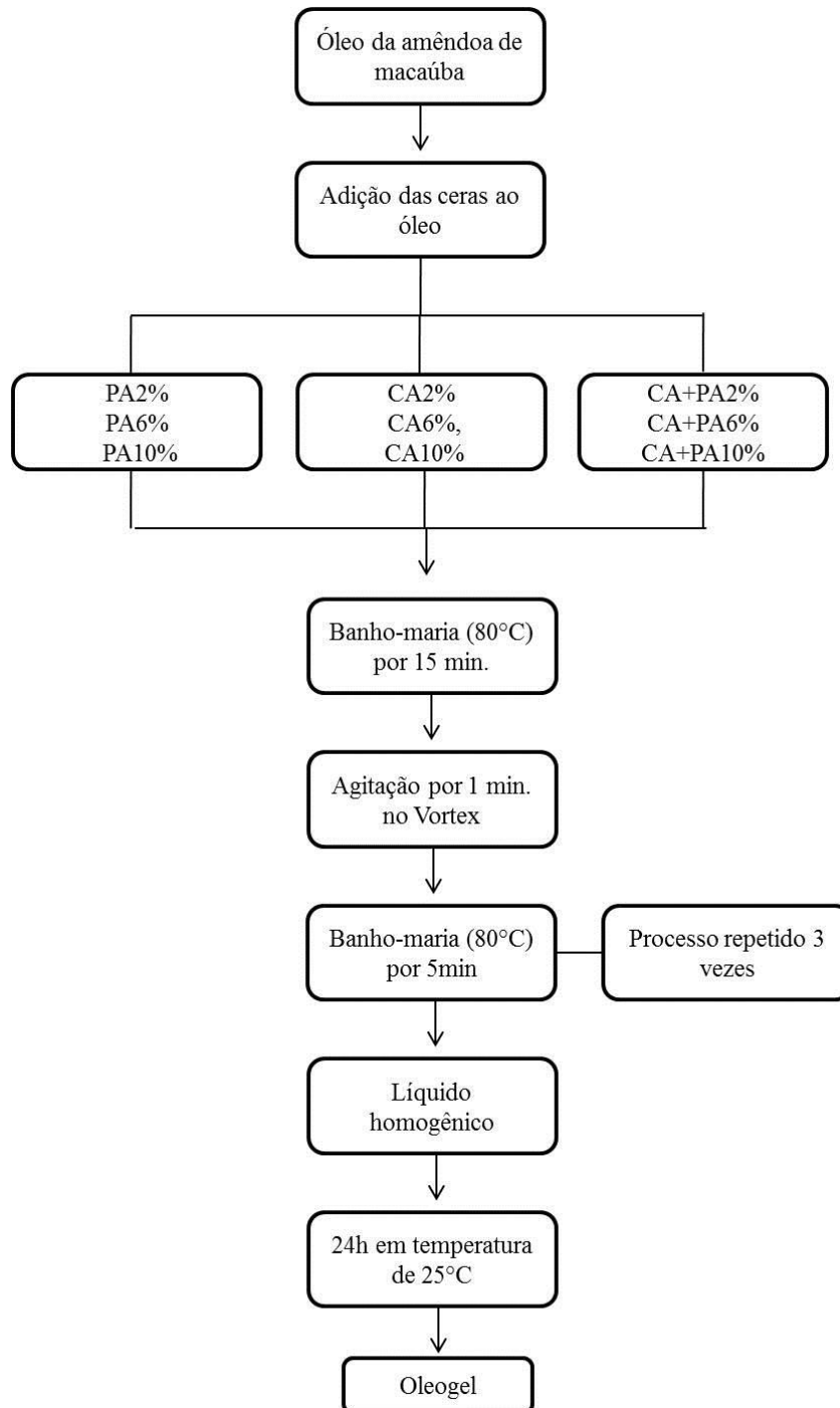


Fig. 2. Fluxograma de obtenção do oleogel.

2.4 Elaboração dos recheios dos biscoitos

Os recheios foram elaborados, conforme processo descrito por Gandra (2011), com adaptação da formulação, tendo em vista que o presente estudo também objetivava reduzir o conteúdo de açúcar do produto (Tabela 1). A produção teve, como referência, os teores de 60% de açúcar e 40% de gordura em recheio comerciais, relatados por Tanti et al. (2016).

Table 1. Formulação e percentual dos ingredientes utilizados para o recheio de biscoito desenvolvido.

Ingredientes	Percentual
Gordura (Oleogel)	35
Açúcar	35
Coco Ralado Desidratado	29,05
Sal	0,05

Os ingredientes foram pesados e homogeneizados com um batedor (Mixer IBM10 - ©Eletrolux) por 2 minutos em velocidade média. Esse processo foi repetido e, ao fim, a mistura foi batida por mais 2 minutos em velocidade alta (Gandra, 2011). Após o preparo, os recheios foram acondicionados, em embalagens de acrílico de 200 mL e tampados com papel alumínio, seguindo diretamente à realização das análises físico-químicas. Parte das amostras ficou armazenada em temperatura ambiente por um período de 24h até a realização da análise sensorial.

2.5 Cor

A cor dos recheios foi determinada, utilizando um colorímetro (Konica Minolta, modelo CR⁻⁵, Osaka, Japão), no espaço de cor L*, C* e h*. Nesse espaço de cores, a luminosidade L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a cromaticidade c* refere-se à intensidade de cor: varia entre 0 (branco e/ou cinza) e 60 (cores vívidas e/ou intensas) e o ângulo hue h° indica a tonalidade e varia de 0 (vermelho) a 360°h (vermelho), passando por 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (Spada et al. 2014; Mamede et al., 2013).

2.6 Textura

A textura foi determinada utilizando um analisador de textura TA.XT2 (Texture Technologies Corporation, Scarsdale, NY, USA). Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo Software Texture Expert Versão 1.22. Para o procedimento, dois ciclos de compressão uniaxial de 50% foram conduzidos, por um cilindro de alumínio de 12 mm de diâmetro, em uma velocidade de 180 mm/minuto, sem tempo de repouso entre os dois ciclos de compressão. A firmeza foi obtida, para cada amostra, a partir da curva de deformação com o tempo. As amostras foram analisadas em triplicata.

2.7 Atividade de água

A atividade de água foi determinada em um analisador de atividade de água - Decagon, Aqualab® 3TE, a 25°C. As amostras foram analisadas em triplicata.

2.8 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados, no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Lavras, em ambiente sensorial padronizado e seguindo as boas práticas sensoriais (Lawless & Heymann, 2010).

2.8.1 Sorting

Foram recrutados cento e quatro consumidores de biscoitos recheados (68 femininos e 36 masculinos, de 18 a 45 anos), com frequência de consumo de uma vez por semana e que não apresentassem nenhuma restrição alimentar quanto aos ingredientes presentes no biscoito.

As preparações das amostras e a avaliação dos julgadores foram realizadas, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Nutrição da UFLA, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.8.1.1 Preparo das amostras

Inicialmente os recheios de coco comerciais foram separados dos biscoitos de chocolates (Biscoito Prestígio – Nestlé) e armazenados em embalagens acrílicas para posterior caracterização. Os biscoitos de chocolate foram cortados em quatro partes iguais, 1 grama. Cada parte foi preenchida com 0,5 grama de recheio preparada com oleogel e com recheio comercial (CO) voltando ao formato sanduíche. Obteve-se um total de 10 amostras: PA2%, PA6%, PA10%, CA2%, CA6%, CA10%, CA+PA2%, CA+PA6%, CA+PA10% e CO.

2.8.1.2 Procedimento sensorial

Um teste *Sorting* foi aplicado conforme os procedimentos descritos por Chollet et al. (2013). Cada provador, em uma cabine individual, recebeu 10 amostras, em embalagens descartáveis, codificadas com números de três dígitos, seguindo uma ordem equilibrada e aleatória (Wakeling & Macfie, 1995), duas folhas, sendo uma folha A3 (42 x 29,7cm) em que deveriam organizar grupos, de acordo com a semelhança, e uma outra folha A4 (21 x

29,7cm) composta por duas colunas, sendo uma para a indicação dos grupos, formados na folha A3 e outra, para a descrição das características sensoriais dos grupos formados (Anexo A).

As instruções, durante a análise, foram:

- Cada provador foi orientado a provar as amostras e posicionar aquelas que possuíssem um nível de aceitação semelhante. Para isso, ele deveria formar grupos de acordo com essa semelhança.

- Quanto mais distante os grupos estivessem posicionados uns dos outros, maior seria a diferença na intensidade de gostar deles. - Ao agrupar as amostras, os provadores circularam e numeraram os grupos na folha A3.

- Na folha A4 (Anexo A), os provadores foram instruídos a pontuar os grupos formados, de acordo com a nota de aceitação global, pela escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) e contribuir com atributos, que fossem percebidos por eles, ao experimentar os biscoitos recheados, para cada um dos grupos formados.

- Os julgadores tiveram o período de tempo que lhe fosse necessário para realizar a avaliação das amostras.

2.9 Análises estatísticas

2.9.1 Análises físicas

Os resultados das análises físicas de cor, textura e atividade de água foram avaliados por ANOVA e teste de médias pelos métodos Tukey ou Dunnett a 95% de confiança pelo software R Core Team (2020).

2.9.2 Análise estatística do teste Sorting

2.9.2.1 Escalonamento multidimensional

Uma matriz, dispoendo as amostras em linhas e os provadores em colunas, foi construída a partir das fichas de agrupamento do teste *Sorting*. Em cada elemento da matriz, foi colocado um número associado ao agrupamento das amostras, isto é, para um dado provador, amostras presentes em um mesmo grupo receberam o mesmo número. Essa matriz foi analisada por Escalonamento Multidimensional (Multidimensional Scaling - MDS), usando o pacote DistatisR (Abdi et al., 2007) no programa R (R Core Team, 2020).

2.9.2.2 Análise de múltiplos fatores

Uma matriz, dispondo as amostras em linhas e os atributos relacionados à textura, sabor e aceitação global, citado pelos provadores em colunas, foi construída a partir das fichas do teste *Sorting*. Cada elemento da matriz recebeu o número de vezes em que o atributo foi citado. Essa matriz foi analisada por Análise de Múltiplos Fatores (Multiple Factor Analysis - MFA), usando o pacote FactoMineR (Lê et al., 2008), no programa R (R Core Team, 2020).

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 representa os oleogéis preparados com seus agentes estruturantes, prontos para serem utilizados na elaboração dos recheios para biscoito.

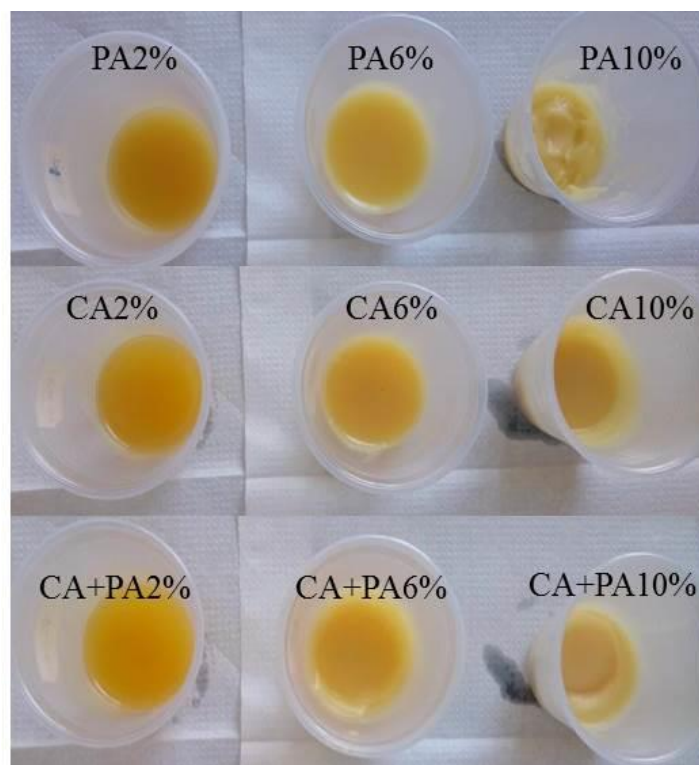


Fig. 3. Preparo das amostras de oleogel e seus agentes estruturantes. PA: Parafina; CA: Cera de Abelha; CA+PA: Cera de Abelha + Parafina.

Nota-se que, para todas as amostras, foi possível obter a textura de gel como esperado, além disso, conforme ocorreu o aumento da concentração de agente estruturante,

observou-se aumento da consistência do oleogel. Segundo Ögütcü et al. (2015), a baixa concentração dos agentes estruturantes é vista, com menor firmeza, quando comparada a concentrações mais elevadas ou superiores a 5%.

4.1 Caracterização da cor dos recheios

O Gráfico 1 representa os resultados obtidos para os parâmetros de cor L^* , C^* e h° . Para L^* todos os recheios elaborados com oleogel, independente do agente estruturante e da sua concentração, diferiram-se estatisticamente do recheio comercial (CO), apresentando menores valores de luminosidade. Portanto o recheio comercial foi caracterizado por uma tonalidade mais próxima ao branco, ou seja, mais claro. Esse fator pode ser explicado pela cor do óleo ser amarela. Silva et al. (2020) elaboraram maionese e margarina, a partir do óleo de amêndoa de macaúba e observaram que eles tiveram coloração mais amarela que os comerciais, provavelmente, pela coloração amarelada típica do óleo. Na margarina desenvolvida com óleo de macaúba, eles observaram diminuição de L^* em relação à comercial.

Outro fator que também pode ter afetado a luminosidade é pelo fato de o recheio comercial apresentar maior concentração de açúcar (60 %), quando comparado aos recheios reformulados (35%), uma vez que o açúcar é considerado um corante alimentício natural, conferindo aos recheios tonalidades mais claras (Brasil, 1997).

Ao aumentar a concentração dos agentes estruturantes PA e PA+CA, de 2% para 6%, notou-se um aumento significativo em relação ao parâmetro L^* . No entanto não houve diferença significativa na luminosidade, quando se aumentou a concentração de PA, CA e CA+PA de 6% para 10%. Portanto a concentração dos agentes estruturantes, bem como a sua natureza, influenciou na luminosidade do recheio. Amostras contendo CA, em concentração maior que 6%, foram as que apresentaram menores valores para luminosidade. Pang et al. (2019) encontraram resultados diferentes. Segundo eles, oleogéis, contendo apenas cera de abelha, mostraram-se brilhantes, semissólidos e de cor branca leitosa opaca. Quando ocorreu a mistura de CA com outro agente estruturante (β -sitosterol), foi verificado que a cor dos oleogéis foi gradualmente ficando mais escura.

Gómez-Estaca et al. (2019), ao avaliarem amostras de patê utilizando CA como agente estruturante de uma mistura de óleos (linhaça, oliva e peixe), para a formação de oleogel, observaram que a CA se destacou por apresentar maior luminosidade que outra amostra preparada com etil celulose.

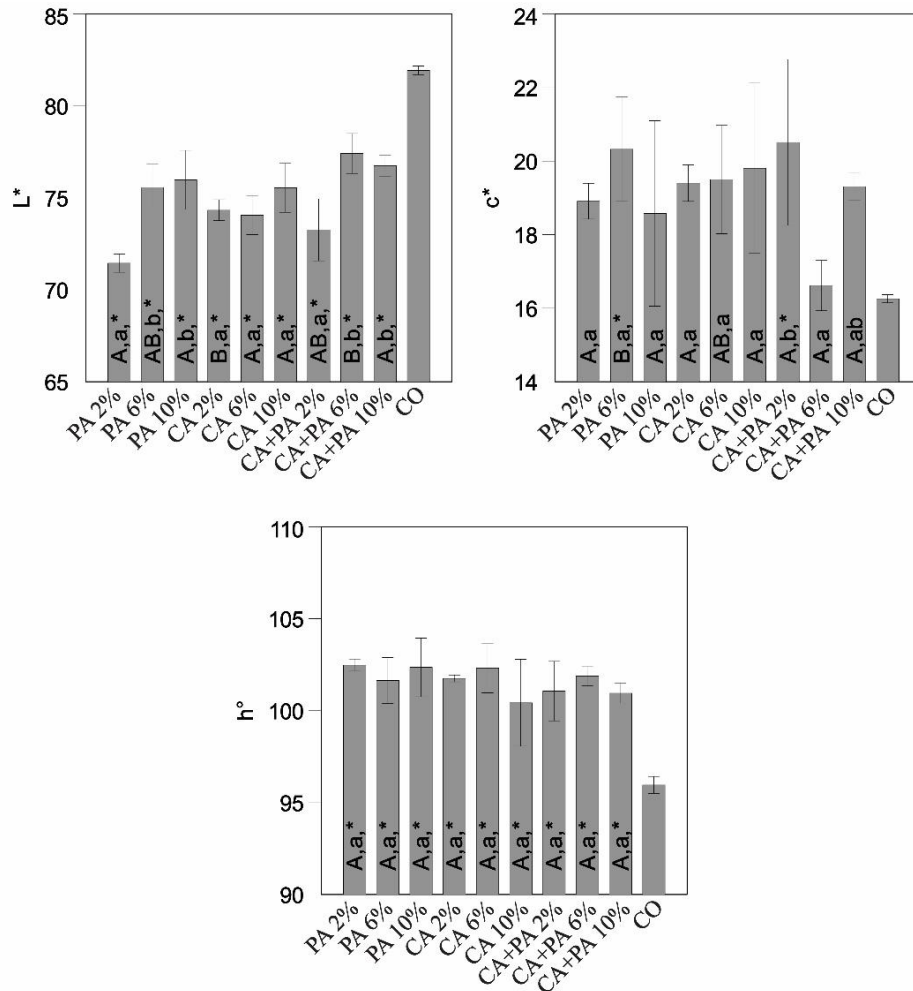


Fig. 4. Parâmetros de cor L^* , c^* e h° dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e o comercial.

Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Para o parâmetro c^* (Fig. 4), notou-se que apenas as amostras PA6% e CA+PA2% apresentaram diferença significativa em relação à amostra CO.

Com o aumento da concentração de agente estruturante CA+PA de 2% para 6%, notou-se diminuição da intensidade da cor (diminuição de c^*). Ao aumentar a concentração de CA+PA para 10%, não houve diferença significativa de c^* em relação ao recheio com CA+PA 2%. Apesar dessas variações, é difícil atribuir um efeito que as explique, visto que todas as amostras apresentaram valores baixos e muito próximos de c^* (embora estatisticamente diferentes), indicando coloração pouco intensa próxima ao branco.

Para o parâmetro h° (Fig. 4), foi verificado que todas as amostras com oleogel apresentaram diferença estatística quando comparado à amostra CO. Porém todas as amostras, incluindo a CO, apresentam h° entre 90° e 105° , indicando tonalidade amarelada. Segundo Gómez-Estaca (2019), a cera de abelha, por sua coloração, contribui para o produto apresentar coloração com tendência ao amarelo. Yilmaz and Öğütçü (2014) relataram que a coloração do oleogel, em geral, depende do óleo líquido utilizado. Dessa forma, a coloração amarelada observada, nos recheios preparados com oleogel, pode ser pelo óleo da amêndoa de macaúba, que naturalmente tem coloração amarelada.

Contatou-se também que não obstante as concentrações e o tipo de agente estruturante utilizados, todos os recheios oleogel não apresentaram diferença significativa para h° .

4.2 Textura

Os recheios reformulados, utilizando os oleogéis, bem como o recheio comercial, foram caracterizados quanto ao parâmetro firmeza (Fig. 5). Segundo Öğütçü et al. (2015), firmeza é a força necessária para comprimir uma amostra sob condições definidas, ou seja, é a força máxima observada para a compressão da amostra. Portanto, trata-se de um parâmetro extremamente relevante, pois pode refletir em atributos sensoriais determinantes para a aceitação sensorial dos recheios.

Co e Marangoni (2018) registram que o oleogel consegue ser estruturado por forças que agem entre partículas coloidais, isto é, dipolar (ligação não covalente) e/ou integrações de Van der Waals. A CA é composta por uma mistura de ésteres (67%), hidrocarbonetos (14%), ácidos graxos (12%) e álcoois (1%) (Tulloch, 1980) que garante sua propriedade estruturante, já que esses compostos agem como elementos self-assembly (auto-organização molecular), em diversas matrizes apolares, formando redes cristalinas com formato de microplaquetas, as quais se unem e formam a rede tridimensional que confere as características macroscópicas dos oleogéis, de forma resistente (Abdallah & Weiss, 2000).

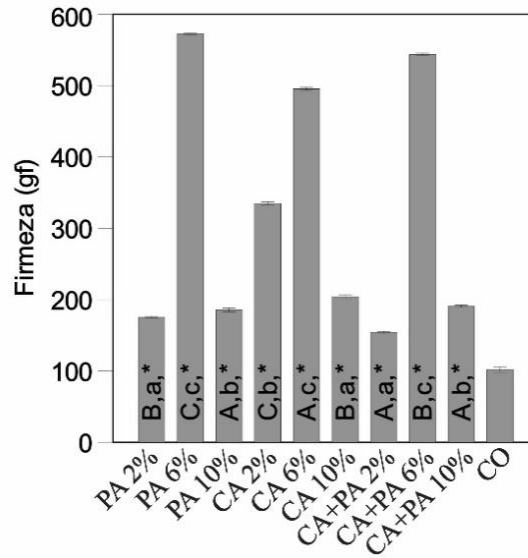


Fig. 5. Firmeza dos recheios de biscoito preparados com oleogel.

Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Todas as amostras, contendo 6% de agente estruturante (PA, CA e CA+PA), foram as que apresentaram maior firmeza, incluindo a CO. Uma baixa concentração de agente estruturante costuma resultar em oleogéis com menor firmeza, quando comparados àqueles com concentrações mais elevadas ou superiores a 5% (Öğütçü et al., 2015). Porém, neste trabalho, todos os recheios com 10% de qualquer agente estruturante apresentaram menor firmeza. Segundo Winkler-Moser et al. (2019), mudanças na firmeza do oleogel podem estar associadas a alterações nas microestruturas de cristais da cera.

Segundo Silva et al. (2020), o óleo da amêndoa de macaúba inicia seu processo de cristalização em, aproximadamente, 19°C que leva à formação de cristais com textura aparentemente firme na temperatura de refrigeração. No caso do presente estudo, os recheios se encontravam em temperaturas ambiente (25°C), o que pode ter levado, em sua maioria, a apresentar menor cristalização.

De acordo com estudo de revisão realizado por Doan et al. (2018), o comportamento de gelificação das ceras naturais, em óleos líquidos, é governado pela polaridade dos solventes e pelas morfologias dos cristais de cera, determinados pela natureza e comprimento da cadeia dos componentes químicos presentes nas ceras. Outros fatores que também podem afetar a gelificação das ceras são as taxas de resfriamento, temperatura e de cisalhamento. Contudo, no presente estudo, todas as amostras foram preparadas da mesma maneira.

Jana and Martini (2016) relatam que ceras que apresentam composição química semelhante se comportam como soluções sólidas enquanto misturas de ceras com diferentes composições químicas divergem do comportamento ideal. Além disso, o comportamento das misturas das ceras também pode ser afetado pelo tipo e a proporção de ceras utilizadas. Dessa forma, a proporção das misturas das ceras com o óleo pode ter interferido no valor da firmeza dos oleogéis deste trabalho, sobretudo, em maior concentração.

Sendo assim, os recheios com 2% e 10% de estruturantes foram os que apresentaram valores de firmeza mais próximos aos da amostra CO, principalmente, os recheios PA 2% e CA+PA2%.

4.3 Atividade de água

A atividade dos recheios preparados com oleogel e comercial são apresentadas na Fig. 6.

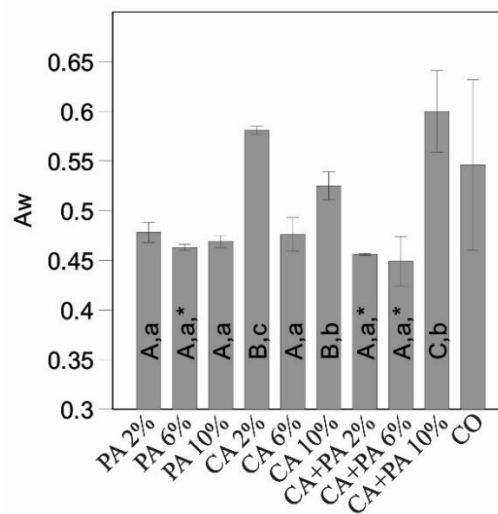


Fig. 6. Atividade de água dos recheios de biscoito preparados com oleogel e comercial.

Letras maiúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre os agentes estruturantes para uma mesma concentração.

Letras minúsculas diferentes: há diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de confiança entre as concentrações para um mesmo agente estruturante.

*: há diferença significativa em relação ao padrão pelo teste de Dunnett a 95% de confiança.

Segundo a ANVISA, a atividade da água é uma medida da propensão ao crescimento microbiológico e às reações químicas. Quanto maior a atividade da água mais instável é o produto (Brasil, 2018). De acordo com a ANVISA, produtos que possuem atividade de água inferior a 0,5 apresentam menor risco de crescimento microbiológico (Brasil, 2018).

As amostras PA 6%, CA+PA2% e CA+PA6% diferiram estatisticamente da amostra comercial, apresentando os menores valores de atividade de água. Ao aumentar a concentração de 2% ou 6% para 10% do estruturante CA+PA, foi observada maior atividade de água. Por outro lado, o recheio com 2% de CA também teve uma atividade de água maior que aqueles com 6% ou 10% de CA.

Akamine et al. (2018) avaliaram recheios de biscoito de cinco marcas comerciais que apresentaram atividade de água entre 0,471 e 0,506, semelhante ao entrado no presente estudo. A diferença de valores de atividade de água entre o recheio e os biscoitos favorece a troca de umidade entre eles, ocasionando a absorção de umidade e a perda da crocância do biscoito, além de, por outro lado, causar o ressecamento do recheio (Leite et al., 2005).

4.4 Análise sensorial

Embora tenha havido diferenças significativas, na cor e na textura dos recheios CA2% e PA2%, em relação ao recheio comercial, parece não ter afetado significativamente a aceitação dessas amostras, como pode ser observado na Tabela 2.

Table 2. Média e desvio-padrão da aceitação dos recheios para biscoito.

Agente Estruturante		Concentrações		
		2%	6%	10%
PAR	-	6,407±1.901 ^{cd}	6,116±1.900 ^{abc}	5,844±2.208 ^{abc}
CA	-	6,339±2.139 ^{bcd}	6,029±2.162 ^{abc}	5,553±2.334 ^{ab}
CA + PA	-	5,970±2.111 ^{abc}	5,786±2.225 ^{abc}	5,407±2.374 ^a
PA	7,067±1.756 ^d	-	-	-

Um mapa das amostras gerado por MDS é apresentado na Figura 7. Em razão das proximidades gráficas (valores negativos em Dim1), os recheios PA2% e CA2% foram os mais parecidos com a amostra CO, de acordo com os agrupamentos feitos pelos provadores no teste *Sorting*, corroborando com os resultados obtidos para aceitação.

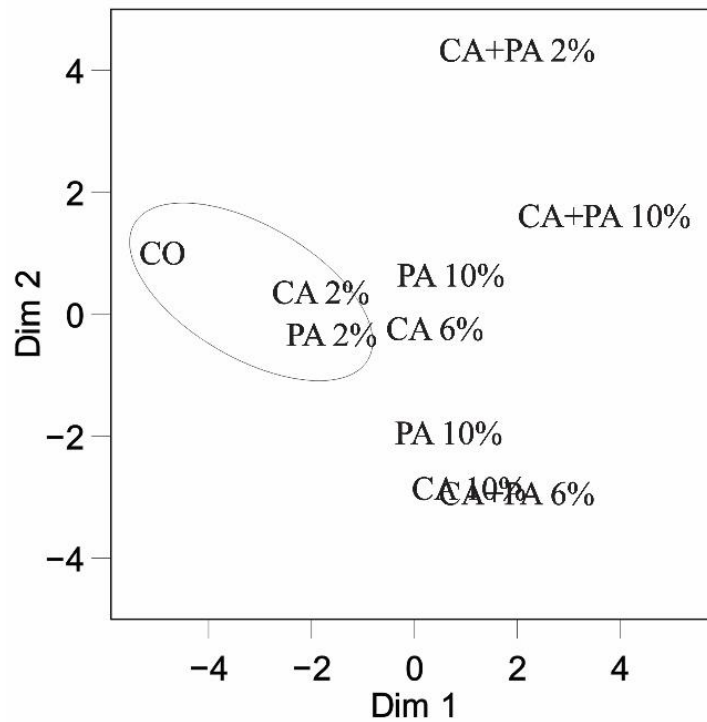


Fig. 7. Mapa representativo dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial obtido por MDS a partir dos agrupamentos das amostras feitas pelos provadores no teste *Sorting*.

As amostras também foram analisadas por MFA, com base na descrição das características sensoriais dos recheios para biscoitos, citadas pelos provadores (Figura 8).

Os descritores citados para a textura foram: cremoso, arenoso, esfarelado, oleoso e pedaços de coco, para sabor foram: doce ideal, sabor agradável de coco, sabor residual, amargo e sabor suave. A aceitação dos recheios, ainda, foi analisada como uma variável suplementar, com o intuito de verificar o quanto o provador gostou ou desgostou dos recheios.

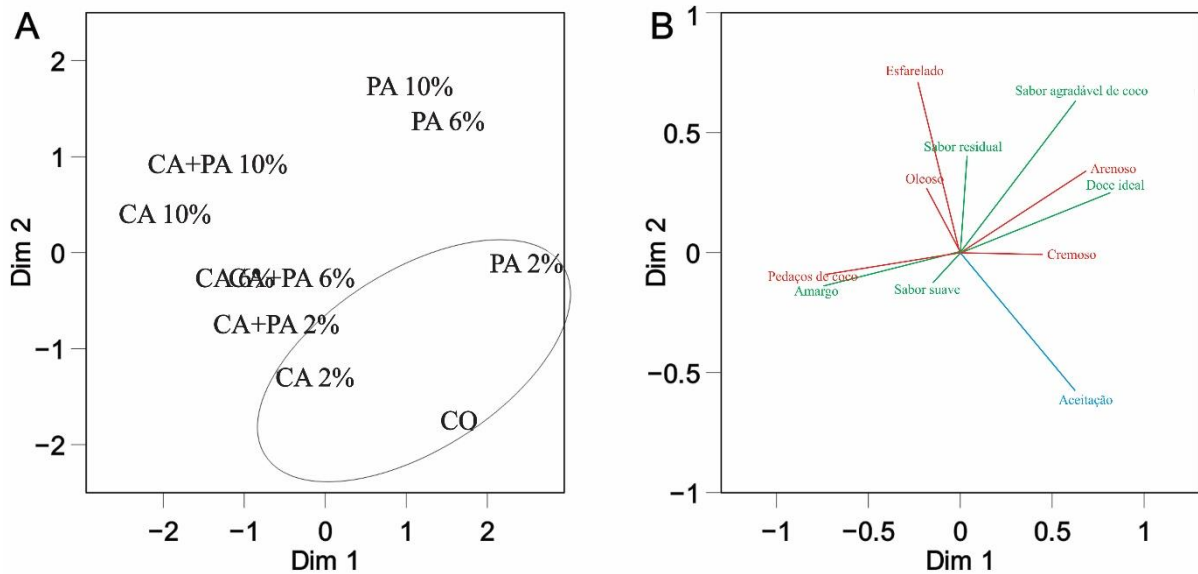


Fig. 8. Representação dos recheios de biscoitos preparados com oleogel e comercial (A) e dos atributos (B) obtidos por MFA a partir dos termos citados pelos provadores em relação ao teste *Sorting*. Textura (vermelho), sabor (verde) e aceitação global (azul).

Os atributos que mais contribuíram (elevados pesos nas dimensões 1 e 2), para a discriminação dos recheios, foram principalmente sabor agradável de coco, doce ideal, amargo, pedaço de coco, esfarelado e arenoso.

Os atributos oleoso, esfarelado e sabor residual contribuíram, negativamente, para a aceitação (posição oposta à aceitação no gráfico), enquanto os outros atributos não apresentaram uma influência clara sobre a aceitação.

As amostras PA10% e PA6% tiveram uma tendência a serem associadas aos descritores sabor agradável de coco, arenoso e doce ideal. As amostras CA+PA10% e CA10% se destacaram pelo maior número de citações de sabor residual, esfarelado e oleoso. As outras amostras CA+PA6%, CA6% e CA+PA2% foram relacionadas, principalmente, às características pedaços de coco e amargo. Verificou-se que o recheio CA2% foi caracterizado, em especial, por ter sabor suave e PA2% por ser cremoso. Esses dois recheios foram os que mais se assemelharam ao recheio comercial, corroborando o observado na análise por MDS. A semelhança dessas amostras (CA2% e PA2%) com a CO pode estar relacionada às baixas concentrações do agente estruturante e à não mistura de CA com PA, que, independente da proporção, resultou em sabor amargo e características sensoriais mais distintas ao recheio comercial.

O sabor agradável de coco se destacou, nos recheios PA10% e PA6%, indicando que a parafina pode ter contribuído para intensificar o sabor de coco. O gosto amargo foi associado principalmente às amostras CA+PA6%, CA6% e CA+PA2%, o que também foi

relatado de forma não desejada pelos provadores no desenvolvimento de cremes de queijos utilizando oleogel (Bemer et al., 2016).

Os recheios com misturas de ceras (CA+PA), em diferentes concentrações (2%, 6% e 10%), não foram associados a descritores positivos aos recheios desenvolvidos, tendo em vista que os atributos marcantes nessas amostras foram esfarelados, sabor residual e amargo. De acordo com Yilmaz and Öğütcü (2015), utilizar aromas em produtos desenvolvidos com oleogel podem contribuir a uma percepção mais “doce” em um produto e mascarar ou reduzir a intensidade de notas das ceras. Então, além de adicionar o coco desidratado ao recheio, poderia ser adicionado o aroma natural, para melhorar os sabores acentuados e negativos do recheio, como amargo e residual.

Outras características desejáveis com grande influência, além do sabor agradável de coco, foram o doce ideal e a cremosidade. Essa última foi citada com maior frequência, para a amostra PAR2, até mesmo quando comparada à amostra CO.

Outro ponto observado foi que a redução do teor de açúcar para 35% não afetou a percepção sensorial dos recheios, uma vez que a sua ausência ou a falta não foi apontada, mas sendo verificado um grande número de citações de doce ideal em muitas formulações. Esse fato pode ter sido efeito da presença dos estruturantes, sobretudo, a cera de abelha, a qual pode dar a impressão de gosto doce, de acordo com Yilmaz and Öğütcü (2015).

5. Conclusão

Foi possível obter oleogéis, usando óleo de amêndoa de macaúba com cera de abelha e/ou parafina, os quais puderam ser usados para preparar recheios de biscoitos com teor reduzido de açúcar. A coloração amarelada do óleo de macaúba e a redução do teor açúcar foram fatores que podem ter influenciado na cor dos recheios, o que não foi percebido pelos provadores na análise sensorial. Os recheios com oleogel foram mais firmes que o recheio comercial, enquanto a atividade de água foi menor nos recheios com oleogel. Recheios preparados com baixas concentrações de estruturante e sem a mistura de cera com parafina tiveram melhor aceitação sensorial e similaridade com o recheio comercial. A redução do teor de açúcar não prejudicou a aceitação sensorial dos recheios preparados com oleogel de óleo de amêndoa de macaúba, os quais foram caracterizados por terem doçura ideal, além de sabor agradável de coco e cremosidade. Portanto foi possível elaborar recheios de biscoito, sem ácidos graxos *trans* e com menos açúcar, utilizando oleogéis à base de óleo da amêndoa de macaúba com características físicas e sensoriais semelhantes a recheios comerciais.

Author contributions

Andressa Alvarenga Silva: Conceptualization, Investigation, Methodology, Formal analysis, Data curation and Writing. Sabrina Carvalho Bastos and Cleiton Antônio Nunes: Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing - review. Ana Carla Marques Pinheiro: Methodology, Formal analysis, Data curation. Ana Paula Lima Ribeiro, Ana Flávia Costa Calheiros and Jéssica Ferreira Rodrigues: Methodology, Formal analysis, Investigation, Writing - review.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Referências

- Abdallah, D. J., & Weiss, R. G. (2000). n-Alkanes gel n-alkanes (and many other organic liquids). *Langmuir*, *16*(2), 352–355. <https://doi.org/10.1021/la990795r>
- Abdi, H., Valentin, D., Chollet, S., & Chrea, C. (2007). Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Quality and Preference*, *18*(4), 627–640. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.09.003>
- Aggarwal, D., Sabikhi, L., & Sathish Kumar, M. H. (2016). Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy-multigrain approach. *NFS Journal*, *2*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2015.10.001>
- Akamine, E. H., Alvim, I. D., Miguel, A. M. R. O., Cipolli, K. M. V. A. B., & De Camargo Vianna Cruz, C. L. (2018). Composição lipídica, características físicas e sensoriais de recheios de morango em biscoitos. *Brazilian Journal of Food Technology*, *21*. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12016>
- Baraldi, L. G., Martinez Steele, E., Canella, D. S., & Monteiro, C. A. (2018). Consumption of ultra-processed foods and associated sociodemographic factors in the USA between 2007 and 2012: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, *8*(3). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020574>
- Bemer, H. L., Limbaugh, M., Cramer, E. D., Harper, W. J., & Maleky, F. (2016). Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. *Food Research International*, *85*, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.016>
- Blake, A. I., & Marangoni, A. G. (2015). The Effect of Shear on the Microstructure and Oil Binding Capacity of Wax Crystal Networks. *Food Biophysics*, *10*(4), 403–415. <https://doi.org/10.1007/s11483-015-9398-z>
- Brasil. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, DF, 2014. 156p.
- Brasil. Resolução n.º 44, de 01 de fevereiro de 1978. Diário Oficial da União, Poder

- Executivo, Brasília, DF, 25 nov. 1977.
- Brasil. Resolução n.º 216, de 15 de setembro de 2004. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 2004.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para determinação de prazos de validade de alimentos. Brasília, DF, 2018. 76p.
- Chollet, S.; Valentin, D.; Abdi, H. (2013). Free sorting task. In: Varela, P. & Ares, G (Eds.), *Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling* (pp. 207-228). New York: CRC Press.
- Co, E. D. & Marangoni, A. G. (2018). Oleogels: an introduction. In: Marangoni, A. G. & Garti, N. (Eds.), *Edible Oleogels* (pp. 1-29). Urbana: AOCS Press.
- Co, E. D., & Marangoni, A. G. (2012). Organogels: An alternative edible oil-structuring method. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(5), 749–780. <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2049-3>
- da Silva, T. L. T., Chaves, K. F., Fernandes, G. D., Rodrigues, J. B., Bolini, H. M. A., & Arellano, D. B. (2018). Sensory and Technological Evaluation of Margarines With Reduced Saturated Fatty Acid Contents Using Oleogel Technology. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(6), 673–685. <https://doi.org/10.1002/aocs.12074>
- Del Río, J. C., Evaristo, A. B., Marques, G., Martín-Ramos, P., Martín-Gil, J., & Gutiérrez, A. (2016). Chemical composition and thermal behavior of the pulp and kernel oils from macauba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit. *Industrial Crops and Products*, 84, 294–304. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.018>
- Doan, C. D., Tavernier, I., Okuro, P. K., & Dewettinck, K. (2018). Internal and external factors affecting the crystallization, gelation and applicability of wax-based oleogels in food industry. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.023>
- Food & Drug Administration. Federal Register nº FDA-2013-n-1317. Vol. 78, n.º 217, nov. 2013, p. 67169-67175.
- França, S. (2016). Açúcar X Cárie e Outras Doenças: Um Contexto Mais Amplo. *Revista Da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, 70(1), 06–11. http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0004-52762016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Gandra, K. M. Formulação de gorduras zero trans para recheio de biscoitos utilizando redes neurais, Doctor Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- Gómez-Estaca, J., Herrero, A. M., Herranz, B., Álvarez, M. D., Jiménez-Colmenero, F., & Cofrades, S. (2019). Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development. *Food Hydrocolloids*, 87, 960–969. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.09.029>
- Hughes, N. E., Marangoni, A. G., Wright, A. J., Rogers, M. A., & Rush, J. W. E. (2009). Potential food applications of edible oil organogels. *Trends in Food Science and Technology*, 20(10), 470–480. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.002>
- Hwang, H. S., Singh, M., & Lee, S. (2016). Properties of Cookies Made with Natural Wax-Vegetable Oil Organogels. *Journal of Food Science*, 81(5), C1045–C1054. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13279>
- Jana, S., & Martini, S. (2016). Physical characterization of crystalline networks formed by binary blends of waxes in soybean oil. *Food Research International*, 89, 245–253.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.003>

- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). Principles of good practice. In: Lawless, H. T. & Heymann, H (Eds.), *Sensory evaluation of food - Principles and practices* (pp. 55-57). New York, NY: Springer.
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Leite, J. T. C., Murr, F. E. X., & Park, K. J. (2005). Transições De Fases Em Alimentos: Influência No Processamento E Na Armazenagem. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 7(1), 83–96. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v7n1p83-96>
- Louzada, M. L. da C., Martins, A. P. B., Canella, D. S., Baraldi, L. G., Levy, R. B., Claro, R. M., Moubarac, J. C., Cannon, G., & Monteiro, C. A. (2015). Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Revista de Saude Publica*, 49, 1–11. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>
- Machado, P. P., Steele, E. M., Levy, R. B., Sui, Z., Rangan, A., Woods, J., Gill, T., Scrinis, G., & Monteiro, C. A. (2019). Ultra-processed foods and recommended intake levels of nutrients linked to non-communicable diseases in Australia: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, 9(8). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029544>
- Mamede, M. E. D. O., Suzarth, M., Jesus, M. A. C. L., Cruz, J. F. M., & Oliveira, L. C. de. (2013). Avaliação Sensorial E Colorimétrica De. *Alimentos e Nutrição*, 24(1), 65–72.
- Monteiro, C. A., Moubarac, J. C., Levy, R. B., Canella, D. S., Da Costa Louzada, M. L., & Cannon, G. (2018). Household availability of ultra-processed foods and obesity in nineteen European countries. *Public Health Nutrition*, 21(1), 18–26. <https://doi.org/10.1017/S1368980017001379>
- Ölütcü, M., Arifoğlu, N., & Yilmaz, E. (2015). Preparation and characterization of virgin olive oil-beeswax oleogel emulsion products. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(4), 459–471. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2615-6>
- Pang, M., Wang, X., Cao, L., Shi, Z., Lei, Z., & Jiang, S. (2020). Structure and thermal properties of β -sitosterol-beeswax-sunflower oleogels. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(5), 1900–1908. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14370>
- Rios, R. V., Pessanha, M. D. F., de Almeida, P. F., Viana, C. L., & Lannes, S. C. da S. (2014). Application of fats in some food products. *Food Science and Technology*, 34(1), 3–15. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100001>
- Rogers, M. A. (2009). Novel structuring strategies for unsaturated fats - Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. *Food Research International*, 42(7), 747–753. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.024>
- Silva, G. C., Haddad, F. F., Magalhães, K. T., & Nunes, C. A. (2020). Óleo De Amêndoa De Macaúba Tem Potencial Como Ingrediente Lipídico Em Margarina E Maionese. *Agrarian*, 13(47), 122–129. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i47.8909>
- Spada, J. C., Dick, M., Pagno, C. H., Vieira, A. C., Bernstein, A., Coghetto, C. C., Marczak, L. D. F., Tessaro, I. C., Cardozo, N. S. M., & Flôres, S. H. (2014). Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. *Ciencia Rural*, 44(2), 374–379. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200029>
- R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

- Tanti, R., Barbut, S., & Marangoni, A. G. (2016). Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams. *Food Hydrocolloids*, *61*, 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.05.032>
- Tulloch, A. P. (1980). Beeswax—Composition and Analysis. *Bee World*, *61*(2), 47–62. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1980.11097776>
- Wakeling, I. N., & MacFie, H. J. H. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, *6*(4), 299–308. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00032-1)
- Winkler-Moser, J. K., Anderson, J., Felker, F. C., & Hwang, H. S. (2019). Physical Properties of Beeswax, Sunflower Wax, and Candelilla Wax Mixtures and Oleogels. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, *96*(10), 1125–1142. <https://doi.org/10.1002/aocs.12280>
- Yilmaz, E., & Ölütcü, M. (2015). The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food and Function*, *6*(4), 1194–1204. <https://doi.org/10.1039/c5fo00019j>
- Yilmaz, E., & Öğütçü, M. (2014). Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, *91*(6), 1007–1017. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2434-1>

ANEXO A – FICHA SENSORIAL

Nome: _____ Data: _____

Por favor, na coluna da esquerda, coloque os números dos grupos que você formou. Na coluna da direita, descreva as características de sabor similares às amostras agrupadas em um mesmo grupo. Fique livre para usar suas próprias palavras quando for descrever as características.

Grupo	Descrição das Características Sensoriais