



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v12i1.692

Aplicação de organogel em produtos cárneos: uma revisão *APPLICATION OF ORGANOGEL IN MEAT PRODUCTS: A REVIEW*

SILVA, Karina Vila Verde. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba - Diamantina - MG - Brasil. CEP: 39.100-000 / Telefone: (38) 99819.7613 / E-mail: karina.vila@ufvjm.edu.br

GONÇALVES, Bruna Néria Azevedo. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba - Diamantina - MG - Brasil. CEP: 39.100-000 / Telefone: (38) 99209.0706 / E-mail: bruna.azevedo@ufvjm.edu.br

OLIVEIRA, Larissa Costa de. Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba - Diamantina - MG - Brasil. CEP: 39.100-000 / Telefone: (38) 98805.4404 / E-mail: oliveira.larissa@ufvjm.edu.br

SCHMIELE, Marcio. Doutor em Tecnologia de Alimentos.

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba - Diamantina - MG - Brasil. CEP: 39.100-000 / Telefone: (38) 98803-7758 / E-mail: marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br

ANDRADE, Monalisa Pereira Dutra. Doutora em Ciência dos Alimentos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba - Diamantina - MG - Brasil. CEP: 39.100-000 / Telefone: (38) 99743.4339 / E-mail: monalisadutra@ict.ufvjm.edu.br

RESUMO

Organogéis ou oleogéis consistem em óleos comestíveis estruturados por meio de agentes gelificantes. Para tanto, organogeladores e surfactantes estão sendo estudados a fim de serem empregados na elaboração dessas estruturas. O presente estudo teve por objetivo o agrupamento de informações acerca da elaboração de organogéis e sua aplicação em produtos cárneos. Para tanto, foram utilizadas as bases de dados Science Direct e Scopus utilizando como descritores os seguintes termos: organogel, oleogel e meat. A pesquisa foi delimitada entre os anos de 2019 e 2023 e dos 173 artigos de pesquisa científica encontrados, 19 foram considerados de relevância para o presente estudo. Os resultados demonstraram que a etilcelulose e a cera de abelha representam mais da metade dos organogeladores utilizados durante o processamento de organogéis. Ademais, nos artigos científicos apresentados, o aquecimento combinado à agitação são fatores essenciais para a obtenção de organogéis. Diante disso, infere-se que a tecnologia de estruturação de óleos é uma solução para a substituição de gordura animal para ocorrer redução da gordura saturada em produtos cárneos.

Palavras-chave: Organogeladores, Oleogéis, Óleos vegetais.



ABSTRACT

Organogels or oleogels consist of edible oils structured by gelling agents. Therefore, organogelators and surfactants are being studied in order to be used in the elaboration of these structures. This study aimed to group information about the elaboration of organogels and their application in meat products. For this, we used the databases Science Direct and Scopus using as descriptors the following terms: organogel, oleogel and Meat. The research was delimited between the years 2019 and 2023 and of the 173 scientific research articles found, 19 were considered relevant to the present study. The results showed that ethylcellulose and beeswax represent more than half of the organogenizers used during the processing of organogels. Moreover, in the scientific articles presented, heating combined with agitation are essential factors for obtaining organogels. Thus, it is inferred that the technology of structuring oils is a solution for the replacement of animal fat for the reduction of saturated fat in meat products.

Keywords: Organogeladores, Oleogels, Vegetable Oils.

Introdução

Os organogéis (OGs), também denominados de oleogéis, são óleos comestíveis estruturados por meio de agentes gelificantes que apresentam potencial para serem utilizados na indústria farmacêutica e alimentícia. Considerando as aplicações já existentes na indústria farmacêutica, destaca-se o uso de organogéis em nutracêuticos com o intuito de regular sua taxa de liberação no organismo. Já na indústria alimentícia, os OGs podem ser utilizados na substituição de gorduras saturadas (GRAVELLE; BARBUT; MARANGONI, 2012).

Diversas metodologias estão sendo estudadas visando à solidificação dos óleos vegetais por meio de agentes estruturantes (organogeladores). A utilização de gelificantes orgânicos de baixa massa molecular propicia a formação de estruturas por meio de interações não covalentes e a partir de então são obtidas nanoestruturas que se unem tridimensionalmente aprisionando o solvente a uma rede contínua. Desse modo, surgem os organogéis, estruturas termorreversíveis que apresentam estrutura sólida em baixas temperaturas e, que quando submetidas a altas temperaturas, podem perder sua consistência gelatinosa, sendo recuperada com um subsequente resfriamento (PERNETTI et al., 2007).

No processo de estruturação dos óleos em OG, propriedades como a viscosidade e a polaridade das matrizes lipídicas são de suma importância, uma vez que, óleos pouco viscosos ou com a polaridade reduzida interferem na atuação do agente gelificante resultando em géis mais fracos e redes menos estruturadas (PEREIRA, 2019).

O estruturante (organogelador) ideal para a formação de organogéis que serão aplicados na indústria alimentícia devem possuir características como: ser devidamente regulamentado pelos órgãos responsáveis a fim de se evitar o uso de estruturantes tóxicos; ser obtido de maneira simples e econômica resultando em um gelificante com valor acessível; ser altamente eficiente, bastando poucas concentrações para se obter lipídeos estruturados; possuir propriedades físicas equivalentes ao lipídeo que se deseja substituir, proporcionando estruturas estáveis nas mesmas condições de temperatura; ser versátil, ou seja, assim como os lipídeos podem ser modificados conforme a



necessidade e interesse da aplicação, os estruturantes devem possuir essa mesma propriedade (CO; MARANGONI, 2012b).

Os polissacarídeos são conhecidos como agentes estruturantes, estabilizantes e espessantes seguros para a aplicação na indústria alimentícia. A maioria deles não são surfactantes e não são adsorvidos na interface óleo - água. Porém, alguns polissacarídeos ou derivados de polissacarídeos são tensoativos, como a goma xantana, quitina, carragenina, etilcelulose, metilcelulose e hidroxipropilmetilcelulose. Os polissacarídeos tensoativos são aqueles capazes de atuar como emulsificantes, pois são adsorvidos na interface óleo - água. Já os polissacarídeos não tensoativos atuam como espessantes para aumentar a adsorção de polissacarídeos ou proteínas tensoativas a fim de evitar a coalescência, ou a separação do óleo (LI et al., 2022).

Além disso, alguns polissacarídeos são capazes de gelificar por meio de ligações cruzadas físicas. Essa característica se deve a presença de grupos funcionais em sua composição, como os grupos carboxila, hidroxila e amino que promovem as ligações de hidrogênio. Dentre os polissacarídeos com essa propriedade, os mais comuns são alginato, ágar, carragenina, goma curdlana, goma gelana, glucomannan (konjac), pectina, derivados de celulose e metilcelulose e hidroxipropilmetilcelulose (WU et al., 2022).

Para haver alteração das propriedades mecânicas dos OGs obtidos pela adição de polissacarídeos, surfactantes como monoestearato de sorbitano, monoestearato de glicerol, monooleato de glicerol e monooleato de sorbitano podem ser utilizados (CO e MARANGONI, 2012).

Diante disso, o presente estudo visa o agrupamento de informações acerca dos OGs e sua aplicabilidade em produtos cárneos, a fim de substituir gorduras de origem animal. Além disso, a pesquisa busca evidenciar as características das estruturas formadas a partir da interação existente entre os organogeladores, surfactantes e óleos empregados.

Metodologia

A busca eletrônica foi realizada utilizando as bases de dados Science Direct e Scopus com o intuito de reunir os estudos referentes à aplicação de organogéis como substituto de gordura em produtos cárneos.

A fim de delimitar o objeto de estudo bem como o campo de investigação da área estudada, foram selecionados somente artigos de pesquisa científica escritos na língua inglesa. Considerando a delimitação temporal, foram escolhidos artigos publicados entre os anos de 2019 e 2023.

Dessa forma, foram utilizados como descritores os seguintes termos: organogel, oleogel e meat. Com o objetivo de focalizar a pesquisa, foi empregado o operador booleano “AND” combinado aos descritores supracitados.

Inicialmente, os trabalhos foram selecionados pelo título e resumo. Essa etapa visou à exclusão de artigos de pesquisa que não continham a elaboração do OG seguida da sua aplicação em produtos cárneos. Os descritores quando utilizados nas duas bases de dados retornaram em alguns trabalhos iguais, sendo assim, o segundo critério visou à remoção dos trabalhos repetidos.



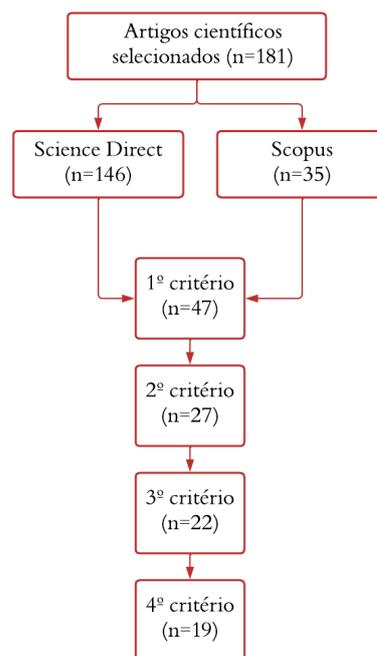
Após a leitura das metodologias das pesquisas, foi possível excluir os trabalhos que elaboravam outras estruturas que não são consideradas OG, devido aos componentes e processo de obtenção utilizados. Por fim, o quarto critério permitiu a exclusão de trabalhos em que o OG não era aplicado exclusivamente em um produto cárneo.

Resultados e discussão

Artigos científicos selecionados e avaliados

Durante a seleção dos trabalhos utilizados na presente revisão sistemática, foram encontrados 181 artigos de pesquisa científica. Considerando a base de dados Science Direct foram obtidos 146 trabalhos. Já na base de dados Scopus, 35 trabalhos foram encontrados. A Figura 1 abaixo demonstra o processo de seleção dos trabalhos.

Figura 1 - Processo de seleção dos artigos científicos



Fonte: Autores, 2023.

Após desconsiderar os trabalhos que não se encaixavam nos critérios pré-estabelecidos, foram obtidos 19 artigos científicos de relevância para o presente estudo. Ao analisar os anos de publicação das referências escolhidas, foi verificado que seis foram publicadas no ano de 2019, quatro foram publicadas em 2020, cinco foram publicadas em 2021, três foram publicadas em 2022 e apenas uma foi publicada em 2023.

Considerando as revistas científicas as quais os trabalhos científicos fazem parte, é possível enunciar a *Food Hydrocolloids*, *Food Research*, *Food Research International*, *Foods*, *International*



Journal of Biological Macromolecules, Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, LWT e Meet Science.

Características dos organogéis quanto à composição e elaboração

Os OGs são formados a partir da combinação entre um organogelador e um líquido orgânico, geralmente um óleo vegetal. Além disso, surfactantes podem ser adicionados no processo de formação dessa estrutura lipídica, formando uma rede secundária devido à cristalização (ALEJANDRE et al., 2019).

No processo de obtenção do OG a base de óleo de canola, Alejandre et al. (2019) utilizaram como organogelador a etilcelulose em concentração constante (12 %) e como surfactante o monoestearato de glicerol (0 %, 1,5 % e 3 %). Ademais, para que se pudesse controlar a oxidação da estrutura resultante, os autores utilizaram 0,01% de hidroxitolueno butilado (BHT). Os componentes foram aquecidos em estufa a 140 °C e os OGs foram mantidos em aquecimento por 1 hora a 100 °C, sendo posteriormente foram resfriados em temperatura ambiente por 2 horas.

Barbut e Marangoni (2019) produziram OGs por meio de aquecimento em estufa a 140 °C e agitação constante na velocidade de 200 rpm. Para isso, foram utilizados 10 % de etilcelulose e 5 % de monoestearato de sorbitana. Como base lipídica, foram utilizados os óleos de canola, soja e linhaça. Os OGS atingiram a temperatura desejada após 50 minutos de aquecimento e nessas condições foram mantidos por mais 10 minutos. Logo após, eles foram despejados em um recipiente de alumínio sendo resfriados a 20 °C.

Utilizando como organogelador o monoestearato de glicerila, Ferro et al. (2021) produziram OGs a partir de óleo de girassol e óleo de girassol alto oleico. Para isso, foi misturado 5 % de organogelador nas fases lipídicas, submetido ao aquecimento a 90 °C sob agitação magnética constante, pelo tempo de 15 minutos. O resfriamento foi realizado em temperatura ambiente.

Para a elaboração de OG a base de óleo de linhaça contendo 72 % de ácidos graxos poliinsaturados, 19 % de ácidos graxos monoinsaturados e 9 % de ácidos graxos saturados, e tendo como organogelador a cera de abelha, Franco et al. (2019) utilizaram a agitação combinada ao aquecimento. Dessa forma, o processo de obtenção do OE consistiu no aquecimento da cera e do óleo a 80 °C pelo tempo mínimo de 30 minutos. Após a completa solubilização, a estrutura obtida foi resfriada em temperatura ambiente.

Semelhantemente, Gao et al. (2021) empregaram como organogelador a cera de abelha, se diferenciando da pesquisa anterior na base lipídica utilizada. Sendo assim, os pesquisadores utilizaram concentrações diferentes de organogelador (2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 %) que foram adicionadas no óleo de colza. Posteriormente, a mistura foi aquecida em banho-maria a 90 °C sob agitação constante de 200 rpm pelo tempo de 45 minutos. Para o resfriamento os OGs foram armazenados a 4 °C.

Gómez-Estaca et al. (2019) prepararam uma mistura contendo azeite de oliva, óleo de linhaça e óleo de peixe na proporção 44,39: 37,87: 17,47 foi posteriormente utilizada na preparação de OGs. As estruturas contendo como organogelador a etilcelulose (11 %) e surfactante o monoestearato de sorbitana (3,67 %) foram elaboradas em banho-maria a 170 °C com agitação constante. Após atingir



a temperatura de 160 °C a mistura permaneceu em repouso por 10 minutos. Em seguida, a solução obtida foi homogeneizada por 2 ciclos consecutivos de 1 minuto através de uma sonda de ultrassom tendo como amplitude 100 Hz. O resfriamento do OG obtido ocorreu em temperatura ambiente por 1 hora.

Além disso, os pesquisadores prepararam o OG contendo cera de abelha (11 %) e a mistura oleica supracitada. Nesse caso, os componentes foram aquecidos a 65 °C sob agitação constante. Posteriormente, a estrutura resultante foi resfriada por 30 minutos em temperatura ambiente (GÓMEZ-ESTACA et al., 2019).

Hamigioglu et al. (2022) utilizaram a cera de candelila (3 e 7 %) e a cera de farelo de arroz (5 e 7 %) para a elaboração de OGs contendo óleo de semente de cânhamo. Para tanto, a solubilização ocorreu em banho-maria a 85 °C por 8 minutos sob agitação. O resfriamento ocorreu a 4 °C para aumento da estabilidade das estruturas formadas.

Ao utilizar a cera de abelha como organogelador e o óleo de canola como base lipídica, Issara, Suwannakam e Park (2022) prepararam o OG sob aquecimento. Sendo assim, considerando a proporção de 1,2:100 de cera e óleo, respectivamente, os pesquisadores aqueceram a mistura a 70 °C por 20 minutos mantendo a agitação contínua. O resfriamento foi realizado em temperatura ambiente.

Com o intuito de utilizar hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) na obtenção de OGs, Oh et al. (2019) escolheram como matriz lipídica o óleo de canola. Para tanto, foi necessário um preparo prévio da HPMC que consistiu em sua dissolução em água destilada, seguida de homogeneização a 11.000 rpm por 15 minutos. Para que houvesse a remoção da água, a mistura passou pela liofilização resultando em espumas de HPMC. O OG foi produzido utilizando as espumas previamente cortadas em moedor e óleo de canola. Sendo assim, o óleo foi adicionado ao HPMC e realizado o cisalhamento dessa estrutura a 400 rpm por 3 minutos. O OG foi obtido a partir da absorção completa do óleo que foi realizada durante a noite.

Palamutoglu (2021) utilizou óleo de girassol e a mistura entre óleo de girassol e óleo de semente de cominho preto nas seguintes proporções: 90:10, 80:20. Sendo assim, para a obtenção dos OGs, a cera de carnaúba (7,5 %) foi empregada. Os componentes da formulação, nas quantidades citadas anteriormente, foram aquecidos a 82 °C e mantidos nessa temperatura por 5 minutos. O resfriamento foi realizado em temperatura ambiente.

Visando a elaboração de OG tendo como organogelador a cera de abelha, Pintado e Cofrades (2020) utilizaram uma mistura de azeite e óleo de chia na proporção 80:20. Dessa forma, 10 % de cera de abelha foi adicionada à mistura de óleos e aquecidas a 65 °C, sob agitação constante, na velocidade de 500 rpm até que houvesse a completa fusão e homogeneização da mistura. O OG obtido foi armazenado por 60 minutos em temperatura ambiente.

Shao et al. (2020), produziram OGs contendo quatro tipos diferentes de óleo vegetais, sendo eles: óleo de semente de girassol, óleo de amendoim, óleo de milho e óleo de linhaça. Nesse caso, foi utilizado como organogelador a etilcelulose contendo viscosidade de 50 cP nas concentrações de 8, 10 e 12 %. A elaboração consistiu em misturar a etilcelulose em 50 g de óleo vegetal e levar essa



mistura ao aquecimento (140 °C) com agitação (800 rpm) até que houvesse a completa dissolução. As amostras de OGs quando prontas foram resfriadas temperatura ambiente.

A fim de produzir OGs a partir de cera de farelo de arroz, Tarté et al. (2020) utilizaram as seguintes formulações: 90 % de óleo de soja convencional ou óleo de soja alto oleico e 10 % de organogelador; 97,5 % de óleo de soja convencional ou óleo de soja alto oleico 2,5 % organogelador. Sendo assim, as quantidades citadas anteriormente resultaram em 4 tratamentos. Na fabricação dos OGs foi utilizado um forno de convecção pré-aquecido a 121 °C, nele os componentes de cada tratamento foram aquecidos por cerca de 2 horas. Durante o aquecimento as amostras foram agitadas a cada 7 minutos antes de sua retirada do forno.

Na fabricação de OGs tendo como organogelador a etilcelulose e como surfactantes monoestearato de glicerol, lecitina de soja e a mistura de álcool estearílico e álcool esteárico, Woern et al., (2021) utilizaram como base lipídica o óleo de canola. Diante disso, foi possível modificar as concentrações de etilcelulose utilizadas em cada formulação. Considerando as formulações que continham o monoestearato de glicerol (3 %) ou a mistura de álcool estearílico e álcool esteárico (3 %), a etilcelulose foi empregada nas concentrações de 6, 8, 10, 12 e 14 %. Já nas formulações contendo lecitina de soja (1 %) a etilcelulose foi utilizada nas concentrações de 8, 9, 10, 11, e 12 %. Além disso, em todas as formulações houve adição de 1 ppm de hidroxitolueno butilado (BHT).

Ao considerar a preparação propriamente dita, as amostras foram aquecidas em um forno de convecção a 140 °C. Para a agitação, foi utilizado inicialmente a velocidade de 125 rpm durante 5 minutos, logo após a velocidade foi elevada a 150 rpm até que os OGs atingissem a temperatura de 140 °C. Por fim, com o intuito de garantir a completa homogeneização, as amostras foram agitadas a 175 rpm por 10 minutos. Elas foram resfriadas em temperatura ambiente.

Shao et al. (2023) utilizaram os óleos de girassol, amendoim, milho e linhaça na formulação de OGs contendo quatro concentrações distintas de etilcelulose como organogelador. O processo de obtenção dos OGs consistiu na mistura de cada óleo com a etilcelulose em uma placa de aquecimento até que atingisse a temperatura de 140 °C. Durante o aquecimento, a mistura foi agitada a 800 rpm. Após a completa dissolução da etilcelulose, os OGs foram levados ao resfriamento com agitação manual para que houvesse a remoção das bolhas de ar presentes.

Utilizando como matriz lipídica o óleo de linhaça e como organogelador a cera de girassol e a cera de abelha, Yilmaz e Toksöz (2022) produziram OGs em banho-maria a 80 °C. Nesse caso, após a pesagem, os componentes foram submetidos ao aquecimento até que as ceras derretessem completamente. O resfriamento ocorreu em ambiente climatizado a 23 ± 2 °C.

Os pesquisadores Barbut, Tiensa e Marangoni (2021) elaboraram OGs de óleo de canola. Para isso, foi utilizada a etilcelulose como organogelador e o monoestearato de glicerol como surfactante. Os OGs foram preparados usando um forno de convecção por gravidade a 170 °C e agitação contante de 175 rpm. Após atingirem a temperatura desejada, os OGs permaneceram sob aquecimento por mais 10 minutos. Depois de retirados, o resfriamento ocorreu a 20 °C por cerca de 20 minutos.



Gómez-Estaca et al. (2020) utilizaram como base lipídica a mistura do azeite de oliva, óleo de linhaça e óleo de peixe nas concentrações 44,39, 37,87 e 17,74 %. Como surfactante o monoestearato de sorbitana foi usado, e os organogeladores selecionados foram a etilcelulose e a cera de abelha. Com o intuito de adicionar propriedades antioxidantes aos OGs, os autores também adicionaram em sua produção a curcumina. A metodologia utilizada foi baseada no trabalho anterior dos autores, descrito anteriormente. Em suma, os componentes foram levados a banho-maria a 170 °C com agitação constante até que a mistura atingisse 160 °C. A solução obtida foi homogeneizada por 2 ciclos consecutivos de 1 minuto mediante a uma sonda de ultrassom tendo como amplitude 100 Hz e logo após o OG obtido foi resfriado em temperatura ambiente.

Utilizando como matriz lipídica o óleo de canola, Barbut et al. (2019) utilizaram a etilcelulose, combinada a diferentes concentrações de monoestearato de glicerol. Os pesquisadores também adicionaram em um dos tratamentos um promotor de cristalização. Sendo assim, para a obtenção dos OGs foi utilizado o aquecimento por meio de forno de convecção por gravidade contendo agitação constante a 175 rpm. A temperatura utilizada foi de 170 °C. Os OGs ao atingirem a temperatura desejada, permaneceram sob aquecimento por mais 10 minutos e foram posteriormente resfriados a 20 °C. Uma síntese das metodologias de obtenção dos OGs pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Metodologias de obtenção de OGs

Autores	Organogelador	Surfactante	Óleo	Aquecimento
Alejandro <i>et al.</i> (2019)	Etilcelulose (12 %)	Monoestearato de glicerila (0, 1,5 e 3 %)	Canola	140 °C
Barbut e Marangoni (2019)	Etilcelulose (10 %)	Monoestearato de sorbitana (5 %)	Canola Girassol Linhaça	140 °C
Barbut e Marangoni (2019)	Etilcelulose (12 e 14 %)	Monoestearato de glicerol (1,5 e 3 %)	Canola	170 °C
Barbut e Marangoni (2021)	Etilcelulose (11 %)	Monoestearato de glicerol (3,67 %)	Canola	170 °C
Ferro <i>et al.</i> (2021)	Monoestearato de glicerila (5 %)	-	Girassol Girassol alto oleico	90 °C
Franco <i>et al.</i> (2019)	Cera de abelha	-	Linhaça	80 °C
Gao <i>et al.</i> (2021)	Cera de abelha (2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 %)	-	Colza	90 °C
Gómez-Estaca <i>et al.</i> (2019)	Etilcelulose (11 %) Cera de abelha (11 %)	Monoestearato de sorbitana (3,67 %)	Azeitona Linhaça Peixe	170 °C 65 °C
Gómez-Estaca <i>et al.</i> (2020)	Etilcelulose (11 %) Cera de abelha (11 %)	Monoestearato de sorbitana (3,67 %)	Azeitona Linhaça Peixe	170 °C
Hamigioglu <i>et al.</i> (2022)	Cera de candelila (3 e 7 %) Cera de farelo de arroz	-	Cânhamo	85 °C

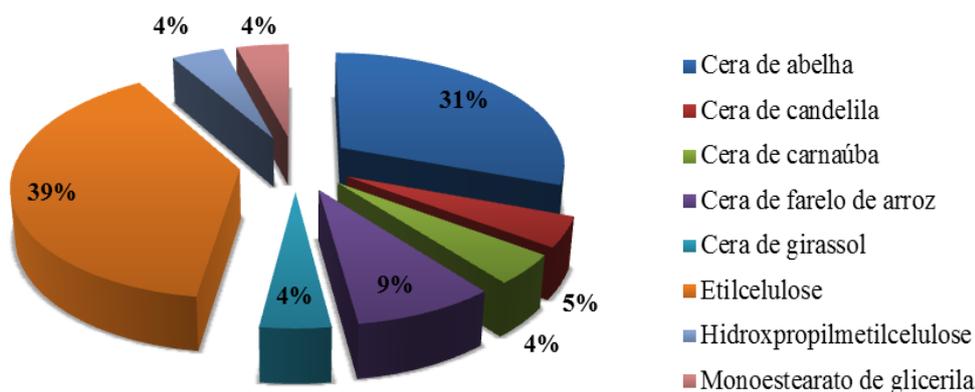


(5 e 7 %)				
Issara, Suwannakam e Park (2022)	Cera de abelha (1,2:100)	-	Canola	70 °C
Oh <i>et al.</i> (2019)	Hidroxipropilmetilcelulose	-	Canola	-
Palamutoglu (2021)	Cera de carnaúba (7,5 %)	-	Girassol Semente de cominho preto	82 °C
Pintado e Cofrades (2020)	Cera de abelha (10 %)	-	Azeite de oliva Chia	65 °C
Shao <i>et al.</i> (2020)	Etilcelulose (8, 10 e 12 %)	-	Girassol Amendoim Milho Linhaça	140 °C
Shao <i>et al.</i> (2023)	Etilcelulose (6, 8, 10 e 12 %)	-	Girassol Amendoim Milho Linhaça	140 °C
Tarté <i>et al.</i> (2020)	Cera de farelo de arroz (2,5 e 10 %)	-	Soja Soja alto oleico	121 °C
Woern <i>et al.</i> (2021)	Etilcelulose (6, 8, 10, 12 e 14 %)	Monoestearato de glicerol (3 %) Lecitina de soja (1 %)	Canola	140 °C
Yilmaz e Toksöz (2022)	Cera de girassol Cera de abelha (90:10)	-	Canola	80 °C

Fonte: Autores, 2023.

Na Figura 2, onde é demonstrado o percentual dos organogeladores utilizados nas pesquisas supracitadas, é possível observar que a etilcelulose (39 %) e a cera de abelha (31 %) representam mais da metade dos organogeladores utilizados durante o processamento de OG. A etilcelulose possui diversas viscosidades que podem ser utilizadas na elaboração de géis com resistências mecânicas distintas. Dessa forma, a mudança da concentração empregada, bem como a utilização de surfactantes na formulação, propiciam a criação de estruturas singulares que podem ser ajustadas conforme a aplicação desejada (GRAVELLE; BARBUT; MARANGONI, 2012).

Figura 2 - Percentual de utilização dos organogeladores



Fonte: Autores, 2023.

Já a cera, estrutura formada por compostos ésteres de cadeia longa, possui como fontes de obtenção o farelo de arroz, o girassol, a candelila, a carnaúba e a cera de abelha. A partir disso, estudos demonstraram que o uso de ceras combinadas a óleos vegetais pode ser utilizado na substituição de gordura animal em produtos cárneos (GAO et al., 2021).

Além disso, foi verificado que a utilização de surfactantes na elaboração de OG ainda é pouco estudada. Em suas pesquisas Co e Marangoni (2012) relataram que a força dos organogéis contendo surfactantes foi superior aos organogéis sem a adição de surfactantes, tal fenômeno pode ser explicado pelas interações surfactante-polímero responsáveis pelo enrijecimento do organogel resultante.

Ao considerar a metodologia empregada na elaboração dos OGs, foi observada uma concordância entre os autores. Nos artigos científicos apresentados, o aquecimento combinado à agitação são fatores essenciais para a obtenção do OG. Porém, foi verificada a diferença do binômio tempo-temperatura, assim como, diferentes modos de agitação com velocidades distintas, demonstrando que cada combinação de organogelador e óleo apresenta sua especificidade.

Aplicação dos organogéis em produtos cárneos

Após a elaboração dos 3 OGs resultantes da variação da concentração de monoestearato de glicerila, Alejandre et al. (2019) produziram 3 massas cárneas formuladas para possuírem 11 % de proteína e 21 % de gordura/óleo. Essas massas foram utilizadas na elaboração de empanados bovinos. A fim de comparação, foram elaborados dois tratamentos controle, o primeiro contendo apenas gordura bovina (C1) e o segundo contendo apenas óleo de canola adicionado diretamente na formulação (C2).

Como resultado, os pesquisadores afirmaram que o uso do óleo vegetal sozinho propiciou alterações indesejáveis nos atributos cor e textura. Porém no quesito textura, o comportamento das amostras contendo OG e a amostra C1 foi semelhante, indicando que a substituição da gordura bovina por OG pode ocorrer sem prejuízos. Considerando a mudança de perfil lipídico, o experimento apresentou resultados satisfatórios, uma vez que, o teor de ácidos graxos saturados



caíram de 11,8 % para aproximadamente 2 % nos tratamentos onde houve substituição da gordura (ALEJANDRE et al., 2019).

Ao avaliar o efeito da adição dos OGs feitos a partir dos óleos de canola, soja e linhaça, Barbut e Marangoni (2019) observaram que a dureza dos tratamentos contendo OG diminuiu significativamente quando comparada ao tratamento controle - contendo somente gordura bovina. Além disso, ao analisar a influência dos OGs na massa cárnea, foi evidenciado que os glóbulos de gordura formados apresentaram tamanho superior aos glóbulos de gordura do controle. Esse fator contribuiu para que houvesse decréscimo nos valores de luminosidade ocasionando um produto mais escuro.

Ferro et al. (2021) durante a elaboração de mortadela tipo Bologna aplicaram em sua formulação OGs a base de óleo de girassol e óleo de girassol alto oleico. A partir disso, os tratamentos variaram a concentração de gordura suína e OG empregada nas mortadelas. Os resultados obtidos indicaram que a estabilidade da emulsão foi maior nos tratamentos contendo OG de ambos os óleos.

Além disso, a redução dos ácidos graxos saturados ocorreu em todos os tratamentos, podendo destacar a amostra contendo 100 % de OG de óleo de girassol alto oleico, que apresentou uma diminuição de 67 % de ácidos graxos saturados. Por fim, na análise sensorial realizada com o intuito de verificar o nível de aceitação do consumidor, todas as formulações de mortadelas tipo Bologna receberam notas superiores a 6, em que somente o atributo cor foi considerado inaceitável pelos provadores.

Buscando avaliar diferentes níveis de substituição de toucinho por OG de cera de abelha contendo óleo de linhaça, Franco et al. (2019) produziram salsichas Frankfurt. Analisando os resultados referentes ao perfil de ácidos graxos, os autores afirmaram que a substituição parcial foi capaz de influenciar positivamente a quantidade deles. Desse modo, as amostras apresentaram predominantemente ácidos graxos monoinsaturados. Considerando a textura, a inclusão de OG na formulação não resultou em mudanças significativas. Além disso, na análise sensorial as amostras contendo OG obtiveram boa aceitação, porém, apresentaram menor preferência quando comparadas à amostra controle.

Gao et al. (2021) produziram hambúrgueres de coração bovino resultando em dois tratamentos: somente com adição de gordura bovina e somente com adição de OG. A estruturação foi realizada utilizando a cera de abelha e o óleo de colza. Essa alteração da fonte de gordura resultou em um melhor perfil lipídico nos hambúrgueres contendo OG. Ao analisar a textura, a utilização do OG provocou uma redução na dureza e na gomosidade das amostras. Considerando as influências negativas propiciadas pela adição do OG, os autores afirmaram que houve redução da estabilidade oxidativa.

Ao produzirem patê de fígado suíno Gómez-Estaca et al. (2019) utilizaram dois organogeladores distintos: cera de abelha e etilcelulose. O óleo usado na elaboração dos OGs foi uma mistura dos óleos de linhaça, azeitona e peixe. A partir disso, foram obtidos patês amarelados e homogêneos que apresentaram diferenças significativas quanto à textura. Sendo assim, a cera de abelha corroborou para a formação de patês mais densos. Além disso, ao analisar a oxidação



lipídica, foi observado que ambos os tratamentos oxidaram, porém, a maior oxidação foi atribuída ao patê contendo OG de etilcelulose. Por fim, os patês foram avaliados sensorialmente, analisando os parâmetros de cor, sabor e aceitação. Como resultado, o patê contendo OG de etilcelulose recebeu as menores notas da escala hedônica, enquanto o patê de cera de abelha não apresentou diferenças significativas quando comparado ao controle.

Hamigioglu et al. (2022) produziram OG de cera de farelo de arroz e cera de candelila contendo óleo de cânhamo, resultando em 4 concentrações distintas. Ademais, os autores aplicaram os OGs em hambúrgueres de carne, substituindo progressivamente a gordura animal. Analisando os resultados, foi verificado que todas as amostras contendo OG apresentaram melhora no perfil lipídico, contendo entre 68 e 80 % de ácidos graxos poliinsaturados. Quanto ao aspecto sensorial, os provadores inferiram que a cera de candelila propiciou hambúrgueres com odor e sabor não característicos, já a cera de farelo de arroz quando utilizada resultou em hambúrgueres com sabor e odor de carne menos acentuado. Comparando as amostras com o tratamento controle, os pesquisadores afirmaram que nas amostras contendo OG houve perda de suculência e da sensação na boca provocada pela gordura animal.

Issara, Suwannakam e Park (2022) visaram à elaboração de OG de cera de abelha e óleo de canola. A fim de comparação, foram preparados três tratamentos: carne processada; carne processada com gordura bovina e carne processada com OG. Considerando a textura instrumental das amostras, àquela contendo OG apresentou maior maciez quando comparada às demais. No que diz respeito ao perfil de ácidos graxos, a adição do OG também foi benéfica, uma vez que, houve diminuição do percentual total de ácidos graxos saturados, e conseqüentemente da composição nutricional do produto em questão. Quanto aos aspectos sensoriais, a cor, aparência e elasticidade foram semelhantes em todos os tratamentos. Porém, na pontuação geral referente ao sabor, o tratamento contendo OG recebeu melhores avaliações que o tratamento com gordura bovina.

Oh et al. (2019) tiveram por objetivo a produção de hambúrgueres bovinos contendo OG de hidroxipropilmetilcelulose e óleo de canola. Para tanto, a substituição da gordura bovina ocorreu em 50 e 100 %. No que tange a textura, os pesquisadores indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos quando comparados ao controle (hambúrguer com gordura bovina), porém, analisando numericamente os dados, foi observado um decréscimo dos valores relacionados ao tratamento contendo OG. Esse comportamento demonstra que os hambúrgueres com OG apresentaram maior maciez.

O perfil lipídico das amostras também foi alterado, uma vez que, o tratamento com OG teve redução da quantidade de ácidos graxos saturados. Além disso, OG de óleo de canola apresentou composição semelhante ao óleo puro, influenciando diretamente na composição nutricional dos hambúrgueres. No que diz respeito ao aspecto sensorial, as características típicas desse produto cárneo não foram afetadas pela substituição supracitada (OH et al. 2019).

Palamutoglu (2021) com o intuito de utilizar os óleos de girassol e cominho na produção de OG de cera de carnaúba, variou a quantidade desses óleos e obteve 3 tipos de OG (100 % de girassol; 90 % de girassol e 10 % de cominho; 80 % girassol e 20 % de cominho). A partir disso, foram elaboradas almôndegas com substituição parcial da gordura animal por OG seguindo as



concentrações de 25, 50 e 75 %. Na análise de textura, comparando as amostras contendo OG com a amostra controle, foi verificado que os parâmetros de dureza, elasticidade, gomosidade, coesividade, gomosidade e resiliência apresentaram valores menores. Já na análise sensorial, os resultados demonstraram que a maior aceitação dos provadores foi relacionada à amostra contendo somente 25 % de OG.

Ao elaborarem um embutido fermentados seco, Pintado e Cofrades (2020) utilizaram a mistura do azeite de oliva e chia juntamente à cera de abelha na formação de OG que foi posteriormente utilizado na substituição de gordura. O tratamento contendo OG apresentou melhora no perfil de ácidos graxos, com uma atenuação da quantidade de ácidos graxos saturados e uma elevação da quantidade de ácidos graxos poliinsaturados.

Além disso, a dureza foi analisada, e como resultado foi observado que a estruturação dos óleos provocou a redução desse parâmetro. Quanto à oxidação lipídica, foi verificado uma elevação no tratamento contendo OG, uma vez que, os óleos apresentavam maior quantidade de ácidos graxos insaturados. Por conseguinte, o teor de aldeídos foi elevado, impactando diretamente as características sensoriais dos embutidos. Na avaliação feita por provadores, a amostra controle se destacou positivamente, entretanto a amostra contendo OG receberam as menores notas da escala hedônica (PINTADO E COFRADES, 2020).

Shao et al. (2020) formularam OGs contendo óleos de girassol, amendoim, milho e linhaça e etilcelulose (em concentrações distintas). Quando prontos, os OGs foram adicionados em uma massa cárnea suína que apresentou valores elevados de dureza quando comparada a amostra controle. Além disso, os resultados da dureza demonstraram que maiores quantidades de etilcelulose propiciam a perda da maciez. Quanto à colorimetria, as amostras contendo OG apresentaram coloração mais clara que a amostra controle, indicando que a luminosidade foi elevada. Já os valores do parâmetro b^* variaram conforme a coloração dos óleos obtidos. Dentre todos os tratamentos, a massa cárnea possuindo OG de óleo de girassol teve os melhores resultados.

Shao et al. (2023) utilizaram novamente os OGs produzidos no estudo anterior aplicando-os em uma salsicha defumada denominada Harbin. As diferentes concentrações de etilcelulose quando combinadas aos óleos, foram responsáveis pelo aumento da dureza do produto cárneo elaborado. Ao avaliar as salsichas sensorialmente, os aspectos de visuais e olfativos não foram influenciados pela substituição do toucinho pelo organogel. No entanto, ao adicionar maiores quantidades de OG, os aspectos de dureza e sensação na boca foram afetados negativamente. Dentre todas as formulações avaliadas, a salsicha contendo de 10 a 30 % de organogel de óleo de amendoim apresentou os melhores atributos sensoriais.

Utilizando a cera de farelo de arroz como organogelador, Tarté et al. (2020) usaram óleo de soja convencional e óleo de soja alto oleico em quantidades distintas na formação de 4 OGs. Eles foram aplicados em mortadelas tipo Bologna feitas com carne de frango. Considerando o perfil lipídico das amostras, os autores afirmaram que os ácidos graxos presentes nas amostras seguiram a composição lipídica dos óleos vegetais puros, porém, o OG de óleo de soja alto oleico apresentou uma composição lipídica melhor. Já a textura não foi estatisticamente significativa, ou seja, seus parâmetros apresentaram valores semelhantes em todas as amostras analisadas.



Woern et al., (2021) elaboraram OGs contendo a etilcelulose como organogelador, e os seguintes surfactantes: monoestearato de glicerol; álcool estearílico e álcool esteárico; lecitina de soja. Para esse processo, o óleo selecionado foi de canola. Considerando a textura, os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a substituição da gordura não acarretou prejuízos nos parâmetros do perfil de textura. Ademais, a formulação que mais se assemelhou ao tratamento controle em todos os parâmetros analisados, foi aquela contendo 12 % de etilcelulose combinada a 1 % de lecitina de soja.

Já Yilmaz e Toksöz (2022) aplicaram organogéis de óleo de linhaça-cera de abelha e óleo de linhaça-cera de girassol em um embutido fermentado denominado sucuk. A análise do perfil de ácidos graxos indicou que a substituição da gordura animal pelo OG resultou em embutidos com maiores quantidades de ácidos graxos insaturados. Quanto à textura, os dois tratamentos contendo OG apresentaram menores durezas ao serem comparados ao tratamento controle. Na análise sensorial realizada, os autores relataram que os parâmetros aroma e sabor dos embutidos contendo OG receberam notas menores do que o sucuk controle.

Barbut, Tiensa e Marangoni (2021) ao aplicarem OG de óleo de canola em patês contendo fígado suíno, afirmaram que a textura instrumental não foi afetada, sendo possível a substituição total do toucinho por OG. Sensorialmente, o parâmetro dureza seguiu o mesmo comportamento citado anteriormente. Porém, os avaliadores julgaram o patê contendo toucinho como mais suculento que os demais. No que diz respeito à perda de óleo, os tratamentos que continham OG perderam mais óleo do que o tratamento controle, indicando que a substituição do toucinho por OG deve ser realizada em até 60 %.

Gómez-Estaca et al. (2020) produziram quatro formulações de hambúrguer suíno além do controle, sendo elas: OG de etilcelulose com e sem a adição de curcumina e OG de cera de abelha com e sem a adição de curcumina. A adição da curcumina nas formulações foi responsável por reduzir a oxidação lipídica dos produtos elaborados. Dentre os tratamentos, OG de cera de abelha se destacou, apresentando propriedades tecnológicas e sensoriais satisfatórias.

Ao aplicarem OGs de óleo de canola em patês de fígado suíno, Barbut et al. (2019) avaliaram a influência do monoestearato de glicerol e do promotor de cristalização. No que diz respeito à dureza, o monoestearato propiciou em patês mais duros e o promotor de cristalização teve influencia sobre esse parâmetro. Na avaliação sensorial, quatro dos OGs elaborados apresentaram características sensoriais semelhantes ao patê controle (contendo toucinho), uma vez que, os julgadores não detectaram diferenças nos quesitos suseza, oleosidade, suculência e coesão.

A Tabela 2 disposta abaixo apresenta um resumo dos estudos supracitados, contendo os organogeladores, surfactantes, óleos utilizados em cada pesquisa científica, bem como, os produtos cárneos onde foi realizada a aplicação dos organogéis elaborados.

Tabela 2 - Produção e emprego de organogéis

Autores	Organogelador	Surfactante	Óleo	Produto
Alejandre <i>et al.</i> (2019)	Etilcelulose	Monoestearato de glicerila	Canola	Massa cárnea bovina



Barbut e Marangoni (2019)	Etilcelulose	Monoestearato de sorbitana	Canola Girassol Linhaça	Massa cárnea bovina
Barbut e Marangoni (2019)	Etilcelulose	Monoestearato de glicerol	Canola	Patê de fígado
Barbut e Marangoni (2021)	Etilcelulose	Monoestearato de glicerol	Canola	Patê de fígado
Ferro <i>et al.</i> (2021)	Monoestearato de glicerila	-	Girassol Girassol alto oleico	Mortadela Bologna
Franco <i>et al.</i> (2019)	Cera de abelha	-	Linhaça	Salsicha Frankfurt
Gao <i>et al.</i> (2021)	Cera de abelha	-	Colza	Hambúrguer de coração bovino
Gómez-Estaca <i>et al.</i> (2019)	Etilcelulose Cera de abelha	Monoestearato de sorbitana	Azeitona Linhaça Peixe	Patê de fígado suíno
Gómez-Estaca <i>et al.</i> (2020)	Etilcelulose Cera de abelha	Monoestearato de sorbitana	Azeitona Linhaça Peixe	Hambúrguer suíno
Hamigioglu <i>et al.</i> (2022)	Cera de candelila Cera de farelo de arroz	-	Cânhamo	Hambúrguer de carne bovina
Issara, Suwannakam e Park (2022)	Cera de abelha	-	Canola	Hambúrguer bovino
Oh <i>et al.</i> (2019)	Hidroxipropilmetilcelulose	-	Canola	Hambúrguer de carne bovina
Palamutoglu (2021)	Cera de carnaúba	-	Girassol Semente de cominho preto	Almôndegas
Pintado e Cofrades (2020)	Cera de abelha	-	Azeite de oliva Chia	Embutido fermentado seco
Shao <i>et al.</i> (2020)	Etilcelulose	-	Girassol Amendoim Milho Linhaça	Massa cárnea suína
Shao <i>et al.</i> (2023)	Etilcelulose	-	Girassol Amendoim Milho Linhaça	Salsicha Harbin
Tarté <i>et al.</i> (2020)	Cera de farelo de arroz	-	Soja Soja alto oleico	Mortadela Bologna de frango
Woern <i>et al.</i> (2021)	Etilcelulose	Monoestearato de glicerol Lecitina de soja	Canola	Mortadela
Yilmaz e Toksöz (2022)	Cera de girassol Cera de abelha	-	Canola	Embutido fermentado Sucuk

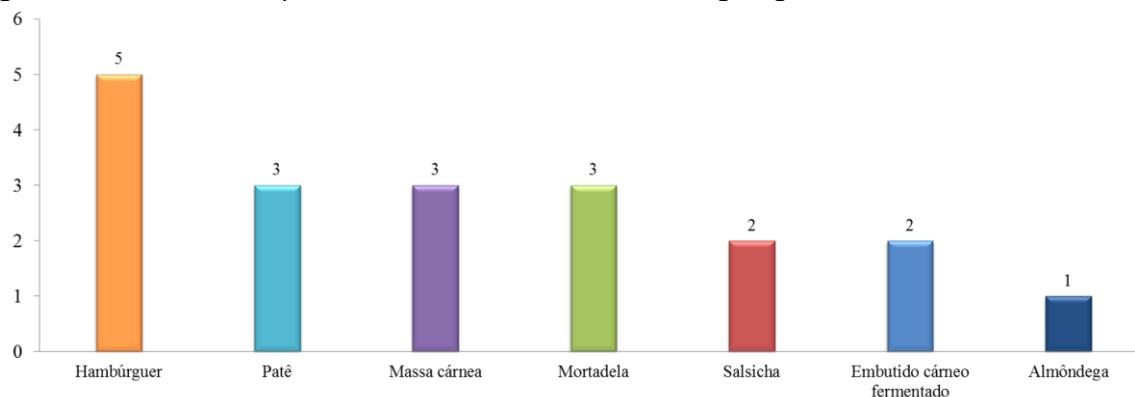
Fonte: Autores, 2023.

Segundo Tarté *et al.* (2020) a viabilidade da estruturação de óleos depende do produto no qual o OG será aplicado, sendo assim, alguns fatores devem ser considerados antes que a substituição da gordura animal seja realizada. São eles: o tipo de produto cárneo; a quantidade de gordura a ser substituída; o conteúdo e qualidade da matriz proteica a ser usada; textura do OG



elaborado. Diante disso, a Figura 3 demonstra os produtos cárneos mais elaborados quando se trata da incorporação de OGs.

Figura 3 - Incidência dos produtos cárneos elaborados com organogéis



Fonte: Autores, 2023.

Ao analisar os resultados dispostos no gráfico acima, observa-se que o hambúrguer foi o produto cárneo mais escolhido para a incorporação do OG e consequente substituição da gordura animal. Os patês, mortadelas e massas cárneas também foram explorados, demonstrando a possibilidade de incorporação dos OG em produtos cárneos emulsionados. Produtos como salsichas, embutidos fermentados e almôndegas foram os produtos menos utilizados nos projetos de pesquisa, o que impulsiona mais estudos acerca dos OG aplicados nesses produtos.

Conclusão

Considerando os 19 trabalhos selecionados, foi observada a variabilidade existente de organogeladores, surfactantes, óleos e produtos cárneos elaborados com o a utilização de OG.

Observa-se que a tecnologia de estruturação de óleos é uma solução para a substituição de gordura animal, a fim de que haja redução da gordura saturada dos produtos cárneos. Diante dos trabalhos selecionados, é possível inferir que a melhora do perfil de ácidos graxos e textura propiciada pelo uso de OGs ocorreu independentemente do produto cárneo elaborado.

Porém, são necessários mais estudos acerca do tema a fim de verificar os demais tipos de aplicação de OG, utilizando óleos vegetais ainda não estudados bem como organogeladores e surfactantes ainda não explorados. Além disso, a redução da oxidação lipídica e a melhora dos aspectos sensoriais dos produtos elaborados são fatores que demonstram a necessidade de mais pesquisas sobre a utilização de OGs.

Infere-se, portanto, que os resultados aqui apresentados são de grande valia, uma vez que, demonstram a complexidade e os desafios da substituição da gordura animal a fim de melhorar o perfil lipídico e consequentemente o perfil nutricional dos produtos cárneos.

Agradecimentos



Os autores agradecem a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelas bolsas de estudo concedidas.

Referências

- ALEJANDRE, M.; ASTIASARÁN, I.; ANSORENA, D.; BARBUT, S. **Using canola oil hydrogels and organogels to reduce saturated animal fat in meat batters.** *Food Research International*, v. 122, p. 129-136, 2019.
- BARBUT, S.; MARANGONI, A. **Organogels use in meat processing - Effects of fat/oil type and heating rate.** *Meat Science*, v. 149, p. 9-13, 2019.
- BARBUT, S.; MARANGONI, A. G.; THODE, U.; TIENSA, B. E. **Using Canola Oil Organogels as Fat Replacement in Liver Pâté.** *Journal of Food Science*, v. 84, n. 9, p. 2646-2651, 2019.
- BARBUT, S.; TIENSA, B. E.; MARANGONI, A. G. **Partial fat replacement in liver pâté using canola oil organogel.** *LWT*, v. 139, p. 110428, 2021.
- CO, E. D.; MARANGONI, A. G. **Organogels: An alternative edible oil-structuring method.** *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 89, n. 5, p. 749-780, 2012.
- FERRO, A. C.; DE SOUZA PAGLARINI, C.; RODRIGUES POLLONIO, M. A.; LOPES CUNHA, R. **Glycerol monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion.** *Meat Science*, v. 174, p. 108424, 2021.
- FRANCO, D.; MARTINS, A. J.; LÓPEZ-PEDROUSO, M.; PURRIÑOS, L.; CERQUEIRA, M. A.; VICENTE, A. A.; PASTRANA, L. M.; ZAPATA, C.; LORENZO, J. M. **Strategy towards replacing pork backfat with a linseed oleogel in Frankfurter sausages and its evaluation on physicochemical, nutritional, and sensory characteristics.** *Foods*, v. 8, n. 9, 2019.
- GAO, Y.; LI, M.; ZHANG, L.; WANG, Z.; YU, Q.; HAN, L. **Preparation of rapeseed oil oleogels based on beeswax and its application in beef heart patties to replace animal fat.** *LWT*, v. 149, p. 111986, 2021.
- GÓMEZ-ESTACA, J.; HERRERO, A. M.; HERRANZ, B.; ÁLVAREZ, M. D.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, S. **Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development.** *Food Hydrocolloids*, v. 87, p. 960-969, 2019.
- GÓMEZ-ESTACA, J.; PINTADO, T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, S. **The effect of household storage and cooking practices on quality attributes of pork burgers formulated with PUFA- and curcumin-loaded oleogels as healthy fat substitutes.** *LWT*, v. 119, 2020.
- GRAVELLE, A. J.; BARBUT, S.; MARANGONI, A. G. **Ethylcellulose oleogels: Manufacturing considerations and effects of oil oxidation.** *Food Research International*, v. 48, n. 2, p. 578-583, 2012.
- HAMIDIOGLU, I.; ALENČIKIENĖ, G.; DZEDULIONYTĖ, M.; ZABULIONĖ, A.; BALI, A.; ŠALAŠEVIČIENĖ, A. **Characterization of the Quality and Oxidative Stability of Hemp-Oil-Based Oleogels as an Animal Fat Substitute for Meat Patties.** *Foods*, v. 11, n. 24, 2022.
- ISSARA, U.; SUWANNAKAM, M.; PARK, S. **Effect of traditional fat replacement by oleogel made of beeswax and canola oil on processed meat (steak type) quality.** *Food Research*, v. 6, n. 5, p. 289-299, 2022.
- LI, Y.; ZOU, Y.; QUE, F.; ZHANG, H. **Recent advances in fabrication of edible polymer oleogels for food applications.** *Current Opinion in Food Science*, v. 43, p. 114-119, 2022.
- OH, I.; LEE, J. H.; LEE, H. G.; LEE, S. **Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties.** *Food Research International*, v. 122, p. 566-572, 2019.



PALAMUTOGLU, R. **Replacement of Beef Fat in Meatball with Oleogels (Black Cumin Seed Oil/Sunflower Oil)**. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, v. 72, n. 3, p. 3031-3040, 2021.

PEREIRA, C. G. **Thermodynamics of Phase Equilibria in Food Engineering**. [s.l.] Elsevier, 2019.

PERNETTI, M.; MALSSSEN, K. Van; KALNIN, D.; FLÖTER, E. **Óleo comestível estruturante com lecitina e tri-estearato de sorbitano**. *Food Hydrocolloids* 21, v. 21, p. 855-861, 2007.

PINTADO, T.; COFRADES, S. **Quality characteristics of healthy dry fermented sausages formulated with a mixture of olive and chia oil structured in oleogel or emulsion gel as animal fat replacer**. *Foods*, v. 9, n. 6, 2020.

SHAO, L.; BI, J.; DAI, R.; LI, X. **Effects of fat/oil type and ethylcellulose on the gel characteristic of pork batter**. *Food Research International*, v. 138, 2020.

SHAO, L.; BI, J.; LI, X.; DAI, R. **Effects of vegetable oil and ethylcellulose on the oleogel properties and its application in Harbin red sausage**. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 239, p. 124299, 2023.

TARTÉ, R.; PAULUS, J. S.; ACEVEDO, N. C.; PRUSA, K. J.; LEE, S. L. **High-oleic and conventional soybean oil oleogels structured with rice bran wax as alternatives to pork fat in mechanically separated chicken-based bologna sausage**. *LWT*, v. 131, 2020

WOERN, C.; MARANGONI, A. G.; WEISS, J.; BARBUT, S. **Effects of partially replacing animal fat by ethylcellulose based organogels in ground cooked salami**. *Food Research International*, v. 147, p. 110431, 2021.

WU, M.; CHEN, X.; XU, J.; ZHANG, H. **Freeze-thaw and solvent-exchange strategy to generate physically cross-linked organogels and hydrogels of curdlan with tunable mechanical properties**. *Carbohydrate Polymers*, v. 278, p. 119003, 2022.

YILMAZ, E.; TOKSÖZ, B. **Flaxseed oil-wax oleogels replacement for tallowfat in sucuk samples provided higher concentrations of polyunsaturated fatty acids and aromatic volatiles**. *Meat Science*, v. 192, p. 108875, 2022.