

## Géis de emulsão como substitutos de gordura saturada em emulsionados cárneos

Emulsion gels as a substitute for saturated fat in meat products

Geles en emulsión con sustituto de grasas saturadas en productos cárnicos

Recebido: 14/04/2022 | Revisado: 23/04/2022 | Aceito: 27/04/2022 | Publicado: 30/04/2022

**Bruna Néria Azevedo Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3470-7026>

Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [bruna.azevedo@ufvjm.edu.br](mailto:bruna.azevedo@ufvjm.edu.br)

**Karina Vila Verde Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0138-3723>

Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [karina.vila@ufvjm.edu.br](mailto:karina.vila@ufvjm.edu.br)

**Marcio Schmiele**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8830-1710>

Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br](mailto:marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br)

**Monalisa Pereira Dutra Andrade**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5977-3716>

Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [monalisadutra@ict.ufvjm.edu.br](mailto:monalisadutra@ict.ufvjm.edu.br)

### Resumo

A gordura animal desempenha um papel fundamental para a garantia das propriedades físicas, sensoriais e tecnológicas dos produtos cárneos emulsionados. Porém, o elevado consumo de gorduras saturadas provenientes dos produtos cárneos emulsionados contribui para que o risco de doenças metabólicas aumente. Diante disso, surge a necessidade de se estudar alternativas viáveis para que ocorra a substituição da gordura saturada. Destaca-se o uso de emulsões géis, estruturas gelificadas à base de óleos vegetais que podem ser combinadas às proteínas e hidrocolóides. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo a elaboração de uma pesquisa bibliográfica sobre a produção e emprego dos géis de emulsão e seu comportamento quando aplicados em produtos à base de carne. Os resultados evidenciaram que o uso de géis de emulsão é capaz de manter ou melhorar as características tecnológicas dos produtos cárneos emulsionados. Sendo assim, infere-se que é de suma importância que pesquisas sobre a aplicação dos óleos vegetais em emulsões géis sejam realizadas e aplicadas em produtos cárneos.

**Palavras-chave:** Produtos cárneos; Emulsão gel; Estabilidade; Gordura; Redução.

### Abstract

Animal fat plays a fundamental role in guaranteeing the physical, sensorial and technological properties of emulsified meat products. However, the high consumption of saturated fats from emulsified meat products increases the risk of metabolic diseases. Therefore, there is a need to study viable alternatives for the replacement of saturated fat. The use of gel emulsions, gelled structures based on vegetable oils that can be combined with proteins and hydrocolloids, stands out. Therefore, the present study aimed to carry out bibliographic research on the production and use of emulsion gels and their behavior when applied to meat products. The results showed that the use of emulsion gels is able to maintain or improve the technological characteristics of emulsified meat products. Therefore, it is inferred that it is of paramount importance that research on the application of vegetable oils in emulsion gels be carried out and applied to meat products.

**Keywords:** Meat products; Emulsion gel; Stability; Fat; Reduction.

### Resumen

La grasa animal juega un papel fundamental para garantizar las propiedades físicas, sensoriales y tecnológicas de los productos cárnicos emulsionados. Sin embargo, el alto consumo de grasas saturadas de los productos cárnicos emulsionados contribuye a un mayor riesgo de enfermedades metabólicas. Por lo tanto, existe la necesidad de estudiar alternativas viables para la sustitución de grasas saturadas. Destaca el uso de emulsiones en gel, estructuras gelificadas a base de aceites vegetales combinables con proteínas e hidrocolóides. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo realizar una investigación bibliográfica sobre la producción y uso de geles emulsionantes y su comportamiento cuando se aplica a productos cárnicos. Los resultados mostraron que el uso de geles emulsionados es capaz de mantener o mejorar las características tecnológicas de los productos cárnicos emulsionados. Por lo que se

infiere que es de suma importancia que se realicen investigaciones sobre la aplicación de aceites vegetales en emulsión geles y se apliquen a los productos cárnicos.

**Palabras clave:** Productos cárnicos; Emulsión gel; Estabilidad; Grasa; Reducción.

## 1. Introdução

Nos últimos anos, tem se tornado cada vez mais difícil não associar o consumo de produtos cárneos à saúde da população. A presença de quantidades excessivas de sódio, gorduras saturadas, colesterol e aditivos sintéticos nestes produtos ((Paglarini et al. 2018) contribui para um maior risco de doenças metabólicas, como obesidade, diabetes tipo 2 e doença cardíaca coronária (Beraiin et al. 2018). Diante disso, é importante pesquisar e disseminar novas alternativas viáveis que possam reduzir ou eliminar componentes nocivos nos produtos cárneos e, assim, apoiar a indústria com base nas demandas dos consumidores.

A gordura animal geralmente é adicionada em até 30% em produtos cárneos emulsionados e tem funções importantes especificamente na estabilização das emulsões, aumentando o rendimento do cozimento, proporcionando sabor, aumentando a suculência, melhorando a capacidade de retenção de água e a textura (Choi et al. 2019)

Nesse cenário, a substituição da gordura animal por óleos líquidos ricos em ácidos graxos insaturados tem sido considerada uma estratégia viável para alcançar produtos mais saudáveis (Alejandre et al. 2019; de Carvalho et al. 2020; (Stangierski et al. 2020). Por outro lado, a incorporação desses óleos na formulação pode provocar efeitos negativos notáveis nas características tecnológicas e de qualidade sensorial (Bolumar, Toepfl, & Heinz 2015), resultando em uma textura excessivamente macia e pegajosa, bem como estabilidade reduzida contra a oxidação (Falowo et al., 2014).

Uma alternativa recente, para o emprego dos óleos vegetais na formulação dos emulsionados é a utilização de emulsões géis (Domínguez et al. 2021). A formação do gel é uma das propriedades mais importantes das proteínas, e a emulsão óleo-em-água pode ser convertida da forma líquida para a forma sólida pela formação do gel. Consequentemente, a formação do gel contribui para a textura desejável e estabilização da emulsão óleo em água em produtos cárneos emulsionados (E. Dickinson & Casanova 1999).

As emulsões géis apresentam um comportamento físico similar à gordura nas propriedades tecnológicas dos produtos cárneos emulsionados e podem ser formadas por proteínas ou pela combinação de proteínas e carboidratos complexos como hidrocoloides e fibras alimentares (Dickinson, 2012).

A formação do gel pode ser induzida pela gelificação proteica a quente ou por meio da gelificação a frio através da acidificação, reação enzimática ou uso de hidrocoloides como alginato, gelatina (Dickinson 2013; Eric Dickinson 2012), estabilizantes e texturizantes (Chang & McClements 2016). A utilização do sistema de gelificação a frio é particularmente vantajosa para conservar as propriedades de óleos e de compostos bioativos que podem ser degradados devido à exposição às altas temperaturas (Zhang et al. 2021).

Diante do exposto, objetiva-se neste estudo realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a produção e emprego dos géis de emulsão, e como eles interferem sensorial e tecnologicamente nos produtos a base de carne.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa consiste em um estudo descritivo qualitativo realizado através de uma revisão integrativa de literatura, trazendo um compilado de informações e estudos recentes sobre emulsões géis como uma alternativa à gordura animal, presente em grande parte dos produtos cárneos. Para tanto, foi utilizada plataforma de busca acadêmica *Science Direct* (<https://www.sciencedirect.com>) empregando-se as palavras chaves: “emulsão gel”, “gel de emulsão”, “hidrocoloides” e “proteínas não cárneas” combinadas ou não com a palavra “carne”. Além disso, utilizou-se na busca os termos “substituição de

gordura”, “substitutos de gordura em alimentos” e “substitutos de gordura em produtos cárneos”. Quanto ao recorte temporal dos artigos, foram selecionados trabalhos publicados a partir do ano de 2018, com exceção daqueles utilizados para conceituar os principais termos contidos na pesquisa.

### 3. Resultados e Discussão

Define-se por emulsão um sistema composto por dois líquidos imiscíveis, na forma de uma dispersão coloidal, que se tornam homogêneos com o emprego de emulsificantes e/ou surfactantes, que estabilizam o sistema. Estas substâncias são utilizadas para reduzir a tensão interfacial entre as fases e evitar a coalescência da fase dispersa devido à instabilidade termodinâmica apresentada na mistura (Freitas et al. 2020; Meireles 2016)

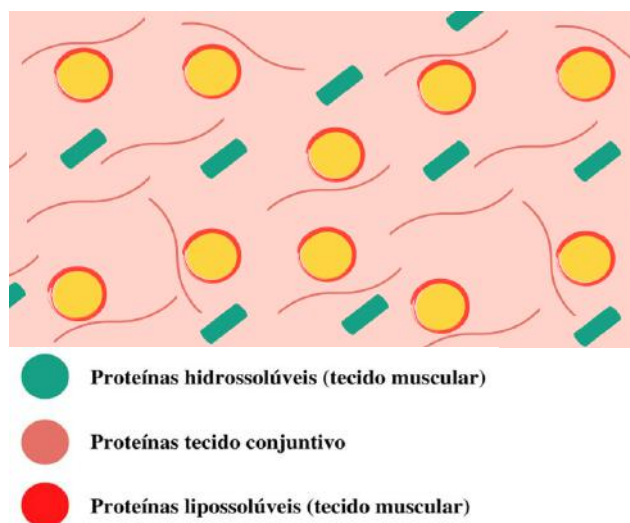
Esses sistemas emulsionados são classificados como simples ou múltiplos de acordo com as fases que apresentam. As emulsões simples possuem duas fases, sendo uma contínua (externa) e a fase dispersa (interna) entre o óleo e a água. Quando a fase contínua é composta por água e a fase dispersa é composta por óleo, o sistema é denominado Óleo em água (O/A), já quando a fase contínua é composta por óleo o sistema é tratado como Água em óleo (A/O). As emulsões múltiplas possuem estrutura mais complexa que as emulsões simples, e consistem em gotas de emulsão contendo gotículas de emulsão em seu interior, os tipos mais comuns são água/óleo/água (A/O/A) e óleo/ água/óleo (O/A/O) (Pereira & Garcia-Rojas 2014).

A estabilidade das emulsões é essencial para garantir a qualidade do produto emulsionado. Vários fatores interferem nesta estabilidade como pH, temperatura, a proporção entre os ingredientes utilizados, tamanho dos glóbulos, presença de eletrólitos (Pianovski et al. 2008).

Os alimentos apresentam estruturas complexas e muitas vezes a adição de emulsificantes é fundamental para garantir textura agradável, maciez, uniformidade, aeração e aumentar a vida de prateleira de industrializados (I. dos Santos 2019). As emulsões são empregadas na produção de diferentes produtos alimentícios, como leite, manteiga, sorvete, bebidas, chocolates, patês, salsichas e mortadelas. Sua elaboração depende das características das matérias-primas como capacidade emulsificante, fixação de água e estabilidade da emulsão (Cenci 2013).

Um emulsionado cárneo, Figura 1, é composto pela interação entre água, gordura, proteínas da carne, aditivos e ingredientes. Trata-se de um sistema simples do tipo O/A, onde as proteínas musculares da carne atuam como emulsificantes: a miosina engloba as moléculas de gordura enquanto proteínas solúveis em água, como a actina, imobilizam a água e os ingredientes solubilizados (Kim et al. 2021).

**Figura 1:** Estrutura de um emulsionado cárneo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A seleção da carne é feita de acordo com sua composição, uma carne com menor teor de gordura é considerada ligadora enquanto a com alto teor de gordura possui baixa capacidade de emulsão pela menor quantidade de proteínas presentes. Diante disto, a estabilidade da emulsão depende do contato do meio, para isso a rotação do cutter deve ser suficiente para se obter uma boa trituração, principalmente da carne e da gordura para garantir a interação necessária para formação do emulsionado (Cenci 2013).

A gordura animal é responsável por características sensoriais, reológicas e estruturais, sendo essencial na formação da emulsão, porém seu alto teor de ácidos graxos saturados torna o consumo prejudicial à saúde do consumidor. Assim, a busca por óleos que proporcionem benefícios nutricionais e tecnológicos para substituir este ingrediente é crescente (Silva et al. 2019).

Proteínas e polissacarídeos são comumente usados como ingredientes funcionais na indústria agroalimentar. Graças ao seu comportamento de gelificação, essas duas classes de biopolímeros contribuem fortemente para as propriedades estruturais e de textura de uma ampla diversidade de produtos alimentícios. Desde a solubilização por aquecimento até a gelificação por resfriamento, as importantes transformações estruturais e mecânicas sofridas por agentes gelificantes em géis e em géis preenchidos com emulsão têm sido objeto de vários estudos (Mantelet et al. 2019)

A utilização de proteínas não-cárneas na elaboração de pré-emulsões de produtos cárneos vem se tornando cada vez mais comum, isto porque as proteínas presentes no músculo não são suficientes para estabilizar emulsões quando se substitui a parcela gordurosa por óleos vegetais. Essas proteínas são extraídas de diferentes fontes como ovos, leite, pele de animais (colágeno), e possuem características estabilizantes e emulsionantes que previnem a separação dos constituintes da mistura (Michel et al. 2015).

As proteínas isoladas do soro do leite apresentam também poder gelificante, além disso, por possuírem um elevado valor nutricional elas estão sendo cada vez mais consumidas por pessoas que procuram uma dieta balanceada (Camargo 2017). A gelificação das proteínas do soro do leite, proteínas lactoglobulina ( $\beta$ -LG) e  $\alpha$ -lactoalbumina ( $\alpha$ -LA), se inicia por um desdobramento inicial da cadeia do biopolímeros que modifica a formação tridimensional a tornando mais agregada, conferindo a capacidade de reter boa quantidade de água. Os géis são formados de acordo com alterações de temperatura e pH (Michel et al. 2015).

Quando estabilizadas por proteínas, as emulsões tendem a ser ainda mais sensíveis aos estresses ambientais. O emprego de hidrocolóides melhora o estado das emulsões através do complexo interfacial formado pela interação entre a proteína e o polissacarídeo devido a adsorção da proteína após a homogeneização (Ng et al. 2017).

Os polissacarídeos hidrossolúveis ou hidrocolóides são polímeros hidrofílicos derivados de várias fontes diferentes, incluindo plantas (por exemplo, goma de alfarroba, carragenina, pectina, amido), animal (por exemplo, quitosana), microbiano (por exemplo, goma xantana) ou modificação química de polissacarídeos naturais (por exemplo, carboximetilcelulose), e geralmente possuem muitos grupos hidroxila e podem ser polieletrólitos. Eles são incorporados às formulações de alimentos principalmente para controlar a reologia e a estrutura. Em ambientes aquosos, os hidrocolóides incham, aumentando seu volume hidrodinâmico, aumentando assim a viscosidade do sistema. Além disso, se os hidrocolóides arrastarem água suficiente devido à sua concentração, suas cadeias irão interagir, formando uma rede gelificada (O'Sullivan & O'Mahony 2016).

Os géis de hidrocolóides podem ser produzidos em altas concentrações de polímero ou reduzindo a qualidade do solvente (isto é, alteração do pH ou força iônica). Por exemplo, a adição de íons K<sup>+</sup> suficientes a uma solução de  $\kappa$ -carragenina líquida produz um gel. Devido ao seu comportamento de inchaço, os hidrocolóides são necessários apenas em baixas concentrações para conferir o efeito desejado à microestrutura do alimento (O'Sullivan and O'Mahony 2016).

A carboximetilcelulose, carragenina, alginato, inulina ou pectina são frequentemente empregadas em géis de emulsão, eles contêm excelente capacidade de retenção de água devido às boas propriedades de gelificação e estabilização. Apesar do aumento de pesquisas sobre o uso do gel de emulsão na substituição da gordura, sua aplicação é recente e requer investigação (Domínguez et al. 2021).

Assim, são crescentes os estudos sobre a associação química entre proteínas e polissacarídeos. Long et al. 2013 relatam que os dois compostos coexistem em produtos alimentícios para garantir a emulsificação e estabilização, com a proteína sendo responsável pela estabilização das gotículas de gordura e o polissacarídeo aumentando a viscosidade da fase contínua para melhor interação superficial com a proteína e conseqüentemente a estabilidade do emulsionado.

Os hidrocolóides são estabilizantes, que atuam diretamente com as proteínas na estrutura das emulsões, complexando água e, formando estruturas gelificantes complexas denominadas de biopolímeros (Arcanjo 2017). Quando comparados aos surfactantes, os biopolímeros formados proporcionam gotículas mais estruturadas, o que aumenta a estabilidade da emulsão (Domínguez et al. 2021). A goma xantana é um polissacarídeo sintetizado por bactérias do gênero *Xanthomonas* e altamente empregada como aditivo devido suas características espessantes, estabilizantes e emulsificantes (Andrade, Nunes, and Pereira 2021). No setor cárneo a goma xantana é um dos substitutos de gordura amplamente utilizados, na preparação de produtos com teores reduzidos em gordura saturada. Além disso, ela apresenta capacidade antioxidante por eliminação de radicais DPPH na matriz alimentar (Rather et al. 2016). Por se tratar de um polissacarídeo aniônico, ela pode melhorar a capacidade de retenção de água, dureza, perda por cozimento e elasticidades dos cárneos, o que vêm chamando a atenção dos pesquisadores da área para sua utilização em produtos cárneos (Zhao et al. 2021). Outro hidrocoloide bastante empregado na produção de alimentos é a goma guar, extraída *Cyamopsis tetragonoloba* ela atua no melhoramento de textura de diversos alimentos como, pães, iogurtes, bolos, embutidos, emulsionados dentre outros, uma vez que forma ligações de hidrogênio com a água acarretando na formação de hidrogéis (Castañeda-Ovando et al. 2020).

Este polissacarídeo é bastante utilizado na elaboração de alimentos com teores reduzidos de gordura saturada. Os efeitos da redução do nível de gordura de 20% para 10% e adição de pó de goma de guar nos níveis de 0-1,5% na composição centesimal, pH, cor, oxidação de lipídios e proteínas, textura, microestrutura e características sensoriais de *goshtaba* de

carneiro foram investigados por Rather e colaboradores (2016). Os autores afirmam que a utilização da goma guar não trouxe mudanças significativas na qualidade sensorial e aumentaram a retenção de água devido à formação do gel (Rather et al. 2016).

A carboximetilcelulose (CMC) é um derivado aniônico da celulose, sendo conhecida como a goma mais utilizada na produção de alimentos, principalmente na produção de néctares e sorvetes. Seu emprego como substituto de gordura se dá pela capacidade de hidro retenção, suas propriedades reológicas e de textura com apresentam características similares aos alimentos que contêm óleo ou gordura (Ziboxan 2016).

Ao se complexar com a proteína do leite em pH ácido, o CMC apresentou maior proteção das gotículas de óleo contra coalescência do que quando utiliza-se apenas o WEY. O uso deste complexo, como emulsificante leva a formação de uma rede de gel mais estruturada, acarretando no aumento da estabilidade da emulsão óleo-água (Ziboxan 2016).

Os biopolímeros formadores de gel contribuem para a obtenção de firmeza semelhante a da carne em produtos não estruturados e que não preservam a estrutura do tecido nativo, como salsichas. Agentes gelificantes como a carragenina, goma guar, goma xantana, carboximetilcelulose, compensam a perda parcial da textura devido a solubilização da proteína necessária para estabilização da emulsão de carne (Ng et al. 2017). Diante disso, tornam-se necessários estudos que analisem o emprego dos diferentes hidrocoloides, na estabilização de emulsão cárnea.

Quando a gordura saturada é substituída pelo óleo vegetal ocorre a modificação da estrutura dos ácidos graxos e conseqüentemente no estado físico da parcela gordurosa da mistura. Com isso, a proporção de proteína-gordura muda significativamente, modificando as propriedades de emulsificação e desestabilizando o sistema (Yang et al. 2021). De acordo com Kim *et al.* (2020) a diferença de ponto de fusão, composição de ácidos graxos, cor e sabor entre a gordura animal e o óleo vegetal, tem influência desconhecida na produção de produtos cárneos emulsionados.

Diante disto, torna-se necessário a adição de agentes tensoativos que reestabeleçam a estabilidade do sistema. Alguns estudos mostram que as proteínas de diferentes fontes, animal ou vegetal, podem ser adicionadas facilitando a homogeneização através da adsorção das fases com diferentes polaridades, impedindo a repulsão eletrostática evitando a coalescência da emulsão (Silva et al. 2019).

Outra estratégia para reformulação dos produtos é a adição de óleo vegetal na fase sólida, através dos géis de emulsão como análogo a gordura animal. Eles apresentam maior estabilidade durante o armazenamento, em consequência da diminuição da movimentação do óleo e difusão de oxigênio dentro dos sistemas (Lin et al., 2020). A textura dos produtos cárneos processados dependem da estrutura do gel formado pela matriz protéica, que por sua vez depende de fatores como capacidade de ligação da proteína a água, sal, pH, teor de gordura e adição de ingredientes não cárneos. A desestabilização do gel pode acarretar na exsudação da água e/ou gordura, resultando em uma massa pastosa ou farinhenta (Flores et al. 2007).

A elaboração desses géis compreende em um processo de gelificação de uma fase líquida, uma fase aquosa e um agente emulsionante, como polissacarídeos e/ou proteínas e até mesmo compostos bioativos para melhora das características tecnológicas e nutricionais (Jimenez-Colmenero et al. 2015). Estudos recentes avaliaram o comportamento de emulsões cárneas com adição de óleo vegetal (na forma de gel) de diferentes origens, onde proteínas, fibras e/ou hidrocoloides auxiliam na estabilidade desses produtos (Jimenez-Colmenero et al. 2015).

Domínguez et al. (2021) estudaram sobre um hidrogel utilizando óleo de linhaça como fase dispersa, e afirmaram que as proteínas mais estudadas atualmente como emulsificantes são o colágeno, proteína do soro do leite, isolado da proteína de soja e a caseína já que elas possuem alto poder de emulsificação, capacidade de retenção de água e propriedades gelificantes.

Silva et al. (2019) produziram uma mortadela tipo Bologna substituindo a gordura animal por emulsão gel de semente de girassol e pele de porco nas proporções 25%, 50%, 75%, 100%. Diante das análises realizadas, foi constatado um aumento



da umidade e do teor de proteínas proporcional a concentração de gel de emulsão utilizada na formulação, já a quantidade de lipídios se mostrou inversamente proporcional a esse valor.

Nesse mesmo estudo foi observada maior estabilidade da emulsão em função da diminuição na quantidade de água e gordura exsudada, conseqüentemente a perda por cozimento apresentou uma diminuição significativa com a substituição da gordura. Houve também o aumento na quantidade de ácidos graxos insaturados o que acarretou na redução do colesterol e mudança na coloração devido à possível oxidação lipídica. Estes autores relataram a viabilidade do emprego de 50% da emulsão gel na produção de mortadela tipo Bologna, considerando as características tecnológicas e sensoriais (Silva et al. 2019).

Kim et al. (2020) testaram os efeitos da substituição da gordura por óleo da semente de uva nas características físico-químicas da emulsão, analisando amostras com diferentes concentrações de gelatina e/ou alginato na formulação. De acordo com o estudo, a presença de hidrocoloides auxilia na diminuição da concentração de gordura. Propriedades como umidade, perda por cozimento, estabilidade da emulsão obtiveram melhores resultados quando comparados ao controle. Entretanto, houve uma redução no pH da massa, aumento na luminosidade e alteração na cor, causado pela presença da gelatina. Demonstrando assim potencial de substituição de até 50% de gordura por pré-emulsão com 10% de óleo de semente de uva, gelatina e alginato.

Em outro estudo, Kim et al. (2021) analisaram os efeitos de óleos vegetais comerciais e pele de pato nas características de uma emulsão de carne de pato, para isto, foram estudados o óleo de coco, óleo de milho, azeite de oliva, óleo de semente de uva e óleo de soja. Foi observado que os emulsionados com a pré-emulsão dos óleos vegetais apresentaram textura mais macia do que o controle, feito com toucinho. A estabilidade da pré-emulsão com pele de pato foi melhorada com a adição de óleos vegetais, conseqüentemente houve diminuição da oxidação lipídica, exceto para o óleo de soja.

Gel de emulsão composto por óleos de amendoim e linhaça como substituto de gordura animal na produção de salsichas foi estudado por (Nacak et al. 2021). Os autores afirmam que a partir das análises percebeu-se que as amostras que continham géis de emulsão em sua formulação apresentaram melhores características sensoriais, proporções nutricionais e lipídicas (mais saudáveis) e que as propriedades tecnológicas e oxidativas sofreram alterações. Entretanto, as alterações de cor e textura indicaram um desafio tecnológico para o emprego destes óleos na produção de salsichas (Nacak *et al.*, 2021).

Paglarini et al. (2018) utilizaram uma emulsão gel com base em isolado proteico de soja e caseinato sódico e/ou inulina, pectina, carragenina com óleo vegetal de soja, na substituição da gordura suína em emulsionados cárneos com características funcionais. Para identificar como estas substâncias interferem nas propriedades emulsão gel, foi realizado o teste Plackett-Burman. De acordo com seu delineamento experimental, a utilização da carragena, inulina, isolado proteico de soja juntamente ao óleo vegetal na produção do gel de pré-emulsão mostrou-se viável, uma vez que as propriedades que apresentaram alterações como, a cor e o pH, não influenciaram na produção do emulsionado.

O uso de fibras solúveis na produção de géis de emulsão também foi estudado por M. dos Santos et al. (2020) que tendo como base proteica o colágeno presente na pele de porco, avaliou a inulina,  $\alpha$ -ciclo dextrina, poli dextrose e fibra de bambu como estabilizante/emulsionante em um pré-emulsão com o óleo de canola. Estes autores constataram que as fibras possuem propriedades estabilizadoras, uma vez que a variação da estabilidade da emulsão variou entre 63,44% a 96%, com destaque para fibra de bambu, devido à alta concentração de celulose em sua composição (responsável pela retenção de água) e a  $\alpha$ -ciclo dextrina. Todavia, a  $\alpha$ -ciclo dextrina influenciou negativamente na textura do gel o tornando mais quebradiço. Logo, a inulina, que apesar de apresentar uma menor estabilização da pré-emulsão, apresentou alta tensão de ruptura sendo assim selecionada junto a fibra de bambu para elaboração do pré-emulsificado na forma de gel.

Com a estabilização da emulsão gel houve a diminuição dos glóbulos de gordura alterando a cor devido a um aumento na luminosidade, já o pH foi reduzido devido às características individuais das fibras. Por fim, M. dos Santos et al. (2020) defendem que a combinação do gel da pele do porco e as fibras aumentaram a estabilidade da emulsão e apresentou características semelhantes a gordura de porco na produção de emulsionados a base de carne.

A Tabela 1 dispõe os estudos encontrados na literatura atual referentes à substituição de gordura animal em produtos cárneos por meio da combinação entre os óleos vegetais, hidrocolóides e proteínas.

**Tabela 1.** Estudos recentes sobre a substituição de gordura em produtos cárneos.

Referências	Óleo Vegetal	Hidrocoloide	Proteína
Kim <i>et al.</i> (2020)	Semente de uva	Alginato	Gelatina
Nacak <i>et al.</i> (2021)	Linhaça e Amendoim	Inulina	Clara de ovo e Gelatina
Paglarini <i>et al.</i> (2018)	Soja	Carragenina; Inulina; Pectina	Proteína da Soja Caseinato de sódio
Santos, <i>et al.</i> (2020)	Canola	Inulina; Fibra de Bambu; Polidextrose	Pele de Porco
Domínguez <i>et al.</i> (2021)	Linhaça		Colágeno; WHEY; Proteína da soja
Silva <i>et al.</i> (2019)	Girassol	-	Colágeno
Pintado <i>et al.</i> (2018)	Azeite de Oliva	Alginato	Farinha de chia com Proteína
Kim <i>et al.</i> , (2021)	Comerciais	-	Pele de pato
Zhang <i>et al.</i> , (2021)	Milho	$\kappa$ -carragenina	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

#### 4. Conclusão

Diante do exposto, conclui-se que os géis de emulsão são uma alternativa promissora para a redução de gordura em produtos cárneos emulsionados, uma vez que, sua aplicação combinada ao uso de proteínas e hidrocolóides é capaz de manter ou melhorar as características sensoriais do produto, reduzindo significativamente a quantidade de gordura saturada.

Recomenda-se para futuros trabalhos, a pesquisa visando a busca por óleos vegetais que possuam propriedades tecnológicas e nutricionais satisfatórias para a sua utilização na fabricação de géis de emulsão e posterior elaboração de produtos cárneos emulsionados mais saudáveis.

#### Agradecimentos

Agradecimentos aos Laboratórios de Matérias Primas e Análise de Alimentos da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

#### Referências

- Alejandre, M., Iciar Astiasarán, D. A., & Shai, B. (2019). "Using Canola Oil Hydrogels and Organogels to Reduce Saturated Animal Fat in Meat Batters." *Food Research International* 122: 129–36.
- Andrade, L. A., et al. (2021). "Características Químicas Da Goma Xantana Comercial."
- Arcanjo, E. M. (2017). "Elaboração de Produto Cárneo Emulsionado Utilizando Proteína Da Raspa Da Pele de Jacaré Do Pantanal."
- Beriain, María J. et al. (2018). "Improvement of the Functional and Healthy Properties of Meat Products." In *Food Quality: Balancing Health and Disease*,



Elsevier Inc., 1–74.

- Bolumar, T., Toepfl S., & Heinz V. (2015). "Fat Reduction and Replacement in Dry-Cured Fermented Sausage by Using High Pressure Processing Meat as Fat Replacer and Olive Oil." *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 65(3): 175–82.
- Camargo, L. da R. (2017). "Avaliação Química, Física e Sensorial de Bolos Adicionados de Proteínas Do Soro Do Leite."
- de Carvalho, Francisco Allan L. et al. 2020. "Effect of Replacing Backfat with Vegetable Oils during the Shelf-Life of Cooked Lamb Sausages." *LWT* 122: 109052.
- Castañeda-Ovando, González-Aguilar A., L. A., Granados-Delgadillo M. A., & Chávez-Gómez U. J. (2020). "Goma Guar: Un Aliado En La Industria Alimentaria." *Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI* 7(14): 107–11.
- Cenci, D. F. (2013). "Estudo da influência de variáveis do processo emulsificação de mortadela de frango." URI, Erechim.
- Chang, Y., & McClements, D. J. (2016) "Influence of Emulsifier Type on the in Vitro Digestion of Fish Oil-in-Water Emulsions in the Presence of an Anionic Marine Polysaccharide (Fucoïdan): Caseinate, Whey Protein, Lecithin, or Tween 80." *Food Hydrocolloids* 61: 92–101.
- Choi, J., N. Kim, Choi, H.Y., & Han, Y. S. (2019). "Effect of Cacao Bean Husk Powder on the Quality Properties of Pork Sausages." *Food Science of Animal Resources* 39(5): 742–55.
- Dickinson, E. (2013). "Stabilising Emulsion-Based Colloidal Structures with Mixed Food Ingredients." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(4): 710–21.
- Dickinson, E., & H. Casanova. (1999). "A Thermoreversible Emulsion Gel Based on Sodium Caseinate." *Food Hydrocolloids* 13(4): 285–89.
- Dickinson, Eric. 2012. "Emulsion Gels: The Structuring of Soft Solids with Protein-Stabilized Oil Droplets." *Food Hydrocolloids* 28(1): 224–41.
- Domínguez, Rubén et al. (2021). "Immobilization of Oils Using Hydrogels as Strategy to Replace Animal Fats and Improve the Healthiness of Meat Products." *Current Opinion in Food Science* 37.
- Falowo, Andrew B., Peter O. Fayemi, & Voster Muchenje. (2014). "Natural Antioxidants against Lipid-Protein Oxidative Deterioration in Meat and Meat Products: A Review." *Food Research International* 64: 171–81.
- Flores, M. et al. (2007). "Effect of a New Emulsifier Containing Sodium Stearoyl-2-Lactylate and Carrageenan on the Functionality of Meat Emulsion Systems." *Meat Science* 76(1).
- Freitas, C. E. P. de et al. (2020). "Obtenção E Estudos De Estabilidade De Biohidrogeis De Galactomanana Aditivado Com Emulsão De Óleo De Abacate." *Brazilian Journal of Development* 6(7): 52280–90.
- Jimenez-Colmenero, F. et al. (2015). "Novel Applications of Oil-Structuring Methods as a Strategy to Improve the Fat Content of Meat Products." *Trends in Food Science and Technology* 44(2).
- Kim, T. K., et al. (2020). "Effects of Replacing Pork Fat with Grape Seed Oil and Gelatine/Alginate for Meat Emulsions." *Meat Science* 163. 2021. "Physiochemical Properties of Reduced-Fat Duck Meat Emulsion Systems: Effects of Preemulsification with Vegetable Oils and Duck Skin." *Poultry Science* 100(2).
- Lin, D., Alan L. Kelly, & Song M. (2020). "Preparation, Structure-Property Relationships and Applications of Different Emulsion Gels: Bulk Emulsion Gels, Emulsion Gel Particles, and Fluid Emulsion Gels." *Trends in Food Science and Technology* 102.
- Long, Z. et al. (2013). "Influence of Xanthan Gum on Physical Characteristics of Sodium Caseinate Solutions and Emulsions." *Food Hydrocolloids* 32(1).
- Mantelet, M. et al. (2019). "Impact of Sol-Gel Transition on the Ultrasonic Properties of Complex Model Foods: Application to Agar/Gelatin Gels and Emulsion Filled Gels." *Food Hydrocolloids* 87: 506–18.
- Meireles, M. B. M. (2016). "Aplicação de Antioxidantes Para Prevenir a Oxidação Lipídica Em Sistemas Alimentares Emulsionados."
- Michel, B. et al. 2015). "Quim. Nova,." 38(9): 1148–52.
- Nacak, B. et al. (2021). "Peanut and Linseed Oil Emulsion Gels as Potential Fat Replacer in Emulsified Sausages." *Meat Science* 176.
- Ng, Shy Kai et al. (2017). "Development of a Palm Olein Oil-in-Water (o/w) Emulsion Stabilized by a Whey Protein Isolate Nanofibrils-Alginate Complex." *LWT - Food Science and Technology* 82.
- O'Sullivan, Jonathan J., & James A. O'Mahony. (2016). "Food Ingredients." In *Reference Module in Food Science*, Elsevier.
- Paglarini, C. de S. et al. (2018). "Functional Emulsion Gels with Potential Application in Meat Products." *Journal of Food Engineering* 222.
- Pereira, L. J. B., & Edwin E. G-R. (2014). "Emulsões Múltiplas: Formação e Aplicação Em Microencapsulamento de Componentes Bioativos." *Ciencia Rural* 45(1).
- Pianovski, A. R., et al. (2008). "Desenvolvimento e Avaliação Da Estabilidade de Emulsões Múltiplas O / A / O Com." *Revi. Bras. Farm.* 89(2): 155–59.
- Rather, S. A. et al. (2016). "Effects of Guar Gum as Fat Replacer on Some Quality Parameters of Mutton Goshtaba, a Traditional Indian Meat Product." *Small Ruminant Research* 137.

Santos, I. dos. (2019). “Irradiação e Redução de Sódio Em Salsicha : Segurança , Saudabilidade e Percepção Do Consumidor.”

Santos, M. dos et al. (2020). “Emulsion Gels Based on Pork Skin and Dietary Fibers as Animal Fat Replacers in Meat Emulsions: An Adding Value Strategy to Byproducts.” *LWT* 120: 108895.

Silva, S. L. et al. (2019). “Fat Replacement by Oleogel Rich in Oleic Acid and Its Impact on the Technological, Nutritional, Oxidative, and Sensory Properties of Bologna-Type Sausages.” *Meat Science* 149(November 2018): 141–48. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.020>.

Stangierski, J., R. Rezler, K. Kawecki, & B. Peplińska. (2020). “Effect of Microencapsulated Fish Oil Powder on Selected Quality Characteristics of Chicken Sausages.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(5): 2043–51.

Yang, H. J. et al. (2021). “HPP Improves the Emulsion Properties of Reduced Fat and Salt Meat Batters by Promoting the Adsorption of Proteins at Fat Droplets/Water Interface.” *LWT* 137.

Zhang, X. et al. (2021). “Emulsion Stability and Dilatational Rheological Properties of Soy/Whey Protein Isolate Complexes at the Oil-Water Interface: Influence of PH.” *Food Hydrocolloids* 113.

Zhao, Zirui, Shujie Wang, Dayu Li, and Yajun Zhou. (2021). “Effect of Xanthan Gum on the Quality of Low Sodium Salted Beef and Property of Myofibril Proteins.” *Food Science and Human Wellness* 10(1): 112–18.

Ziboxan, Goma Xantana. (2016). “Os Tipos De Gomas E Suas Aplicações Na Indústria.” *Aditivos e ingredientes*: 11. [http://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201601/2016010030333001453488327.pdf](http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201601/2016010030333001453488327.pdf).