



THAINÁ SILVA ANDRADE

**EMULSÕES GELIFICADAS DE ÓLEO VEGETAL A BASE
DE CARRAGENA E GELATINA COMO SUBSTITUTAS
DA GORDURA ANIMAL EM SALSICHA**

LAVRAS -MG

2023

THAINÁ SILVA ANDRADE

**EMULSÕES GELIFICADAS DE ÓLEO VEGETAL A BASE DE CARRAGENA
E GELATINA COMO SUBSTITUTAS DA GORDURA ANIMAL EM
SALSICHA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos

Orientador

Dra. Angélica Sousa Guimarães

Coorientadora

LAVRAS – MG

2023

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



THAINÁ SILVA ANDRADE

**EMULSÕES GELIFICADAS DE ÓLEO VEGETAL A BASE DE CARRAGENA
E GELATINA COMO SUBSTITUTAS DA GORDURA ANIMAL EM
SALSICHA**

**CARRAGEENAN AND GELATIN-GELLED VEETABLE OIL EMULSIONS AS
SUBSTITUTES FOR ANIMAL FAT IN SAUSAGES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 06 de julho de 2023.

Dra. Angélica Sousa Guimarães UFLA

Dra. Marielle Maria de Oliveira Paula UFLA

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

LAVRAS – MG

2023

À minha mãe Cecília pelo apoio e carinho incondicional em todas as etapas e por ser
meu maior exemplo de vida.

Ao meu pai Luiz Sérgio, pelo apoio e exemplo de persistência.

Às minhas irmãs Leticia e Raissa, pelo companheirismo de vida.

E ao meu namorado Paulo Henrique, pelo apoio e por sempre tornar a vida mais leve.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, oportunidades concedidas e força para trilhar as dificuldades.

Agradeço a minha mãe, pai e irmãs pelo amor, carinho e apoio incondicional em todas fases e momentos da minha vida. Para vocês todo meu amor e gratidão.

A minha irmã Raissa, agradeço a trajetória e companheirismo de uma vida juntas.

Ao meu namorado, agradeço por tornar a caminhada mais leve, assim como o carinho e cuidado.

As minhas amigas, Bruna, Leticia, Tamyres, Isabella Garros e Marina agradeço aos anos vividos juntas, sem vocês nada disso seria possível. Vocês a minha sincera gratidão e amor. Sempre levarei vocês em meu coração!

A Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos pela oportunidade de formação acadêmica.

Aos meu orientador, Eduardo Mendes Ramos, agradeço a oportunidade de aprendizagem e orientação ao longo desses anos.

Agradeço a minha coorientadora, Angelica pelos ensinamentos, dedicação e apoio no desenvolvimento do meu trabalho. Minha sincera gratidão.

Agradeço a FAPEMIG, pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pelo financiamento.

E a todos os meus colegas, colaboradores e entidades da UFLA que de alguma forma contribuíram para minha formação, minha gratidão.

Muito obrigada!

RESUMO

As mudanças nas tendências alimentares e no estilo de vida mais saudável dos consumidores, juntamente com os esforços das organizações de saúde em todo o mundo, levaram a indústria de produtos cárneos a buscar alternativas e abordagens para a reformulação de seus produtos por meio de novas tecnologias, ingredientes e processos. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da incorporação de emulsões gelificadas (EG) a base de carragena e de gelatina contendo óleo vegetal de canola como substituo parcial ou total do toucinho nas características sensoriais e físico-químicas em salsichas tipo Frankfurt. Para tal, cinco formulações (C50, G50, C100 e G100) foram preparadas pela substituição de 50 e 100% da gordura suína. A reformulação com óleo de canola em salsichas reduziu de 12% à 31% o teor total de gordura 28% à 53% o teor de ácidos graxos saturados (AGS) no produto. Além disso, houve aumento nos ácidos graxos monoinsaturados (MINS) e poli-insaturados (PNS), enquanto redução nos índices aterogênico e trombogênico, bem como aumento na relação de PINS/SAT e redução na razão de ácidos graxos ω -6/ ω -3. A adição das emulsões gélidas não causou ($P > 0,05$) alterações significativas nas propriedades tecnológicas, porém afetou a cor das salsichas e ocorrendo um impacto no perfil de textura, apresentando maior dureza ($P < 0,05$) e mastigabilidade para o grupo CONT. Apesar de alterações nas características sensoriais das salsichas quando adicionadas de EG como substituto do toucinho suíno, conclui-se a possibilidade de substituição total do toucinho pela emulsão à base de gelatina (G100) contendo óleo de canola, resultando em um produto reformulado com baixo teor de gordura total e um perfil de ácidos graxos mais favorável para a saúde humana.

Palavras-chaves: Carragena. Canola. Emulsões gelificadas. Gordura Suína. Gelatina.

ABSTRACT

Changes in food trends and consumers' healthier lifestyles, along with the efforts of health organizations around the world, have led the meat products industry to seek alternatives and approaches for reformulating their products through new technologies, ingredients and processes. This study aimed to evaluate the effects of incorporating gelled emulsions (GE) based on carrageenan and gelatin containing canola vegetable oil as a partial or total substitute for backfat on the sensory and physicochemical characteristics of Frankfurt sausages. For this, five formulations (C50, G50, C100 and G100) were prepared by replacing 50 and 100% of pork fat. The reformulation with canola oil in sausages reduced from 12% to 31% the total fat content and 28% to 53% the content of saturated fatty acids (SFA) in the product. In addition, there was an increase in monounsaturated (MINS) and polyunsaturated (PNS) fatty acids, while a reduction in atherogenic and thrombogenic indices, as well as an increase in the PINS/SAT ratio and a reduction in the ratio of ω -6/ ω -3 fatty acids. The addition of gel emulsions did not cause ($P > 0.05$) significant changes in the technological properties, but it affected the color of the sausages and had an impact on the texture profile, showing greater hardness ($P < 0.05$) and chewiness for the group CONT. Despite changes in the sensory characteristics of sausages when EG is added as a substitute for pork fat, it is concluded that the total fat can be replaced by a gelatin-based emulsion (G100) containing canola oil, resulting in a reformulated product with low of total fat and a more favorable fatty acid profile for human health.

Keywords: Carrageenan. Canola. Gelled emulsions. Pork Fat. Gelatin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura molecular de um triglicerídeo.	13
Figura 2 - Estrutura molecular de um triacilglicerol com três ácidos graxos distintos: esteárico (C18:0), oleico (C18:1) e linolênico (C18:3).	14
Figura 3 – Semente de canola em diferentes	23
Figura 4 - Formação do gel de emulsão.	20
Figura 5 - Estrutura molecular da carragena.	20
Figura 6 - Estruturas químicas da	21
Figura 7 - Fluxograma do processamento	28
Figura 8 - Ficha de avaliação sensorial e escala hedônica, com atributos caracterizados na aplicação do CATA	34
Figura 9 – Géis a base de carragena e gelatina.	46
Figura 10 - Salsichas Tipo Frankfurt	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Composição de ácidos graxos (expressa em % de ácidos graxos) em alguns óleos vegetais e gordura animal.....	15
Tabela 2- Classificação de salsichas de acordo com ingredientes obrigatórios e opcionais permitidos pelo RTIQ de salsicha.	25
Tabela 3- Formulação dos géis a base de carragena e a base de gelatina.....	26
Tabela 4 -Formulações em porcentagem das salsichas Tipo Frankfurt.....	27
Tabela 5- Características físico-químicas das salsichas tipo Frankfurt elaboradas com toucinho e com diferentes substituições por emulsões gelificadas.....	36
Tabela 6 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas nas características tecnológicas de salsichas tipo Frankfurt.	38
Tabela 7 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas no perfil de textura.	39
Tabela 8 - Perfil dos principais ácidos graxos (%) do óleo de canola utilizado no experimento.	41
Tabela 9 - Tabela 9 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas no perfil de ácidos graxos (%) ¹ de salsichas tipo Frankfurt.....	42
Tabela 10 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas nos valores de pH, oxidação lipídica (TBARS) e índices de cor de salsichas tipo Frankfurt durante o armazenamento de 0,30 e 60 dias, refrigerado (4 °C).	45
Tabela 11 - - Tabela de Contingência dos atributos para cada tratamento e p-valor do teste Q de Cochran.....	48
Tabela 12 - Médias (\pm desvio-padrão) das notas para aceitação dos atributos sensoriais das salsichas elaboradas.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Lipídeos.....	13
2.2	A relação do consumo de óleos e gordura na saúde humana.....	15
2.3	Alternativas para a modificação do perfil lipídico em produtos cárneos	17
2.4	Emulsão gelificada.....	19
2.4.1	Carragena.....	20
2.4.2	Gelatina	21
2.4.3	Óleo de Canola	22
2.5	Produtos cárneos emulsionados: salsicha	23
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	Obtenção da emulsão gelificada	26
3.2	Elaboração das Salsichas Tipo Frankfurt	27
3.3	Delineamento experimental	29
3.4	Caracterização físico-químicas	29
3.4.1	Cor instrumental	29
3.4.2	Avaliação instrumental de textura	30
3.4.3	Composição centesimal	30
3.4.4	pH, Atividade de Água e Perda de Peso por Cozimento	30
3.4.5	Perfil de ácidos graxos.....	30
3.4.6	Índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.....	32
3.4.7	Análise de estabilidade de emulsão	32
3.5	Análises sensoriais.....	33
3.6	Análises estatísticas	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Características físico-químicas das salsichas tipo Frankfurt.....	36
4.1.1	Composição centesimal, Aw, PPC e estabilidade de emulsão.....	36
4.1.2	Perfil de textura das formulações	39
4.1.3	Perfil de ácidos graxos.....	40
4.1.4	pH, oxidação lipídica e cor	44
4.2	Perfil sensorial e aceitação	47
5	CONCLUSÃO.....	51
6	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisas e estudos epidemiológicos tem demonstrado que a alta ingestão de gorduras, especialmente as gorduras saturadas na dieta e/ou a ausência da prática de atividades físicas têm contribuído para o aumento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como diabetes, obesidade, síndrome metabólica e, particularmente, aquelas correlacionadas com doenças cardiovasculares.

Desta forma, o aumento na demanda por alimentos mais saudáveis por parte dos consumidores, aliado aos esforços das organizações mundiais de saúde, em priorizar ações e intervenções para a promoção de saúde e bem-estar, tem impulsionado constantemente as indústrias alimentícias a reformularem seus produtos, na busca de novas estratégias de processamento e biodisponibilidade de ingredientes, a fim de garantir o desenvolvimento de novos produtos.

Nesse sentido, o perfil lipídico tem recebido maior atenção no que diz respeito a produtos cárneos emulsionados, dentre eles a salsicha, que apesar de sua conveniência, baixo custo e alto valor nutritivo, pode apresentar 30% de gordura em sua composição, sendo formada em maior parte de ácidos graxos saturados (AGS) predominantemente na gordura animal.

Neste produto a gordura está diretamente relacionada às características tecnológica e de qualidade, como os parâmetros de textura, sabor, suculência, aparência, aroma, estabilização das emulsões e o aumento do rendimento. Desta forma, por este ingrediente ter múltiplas funcionalidades, torna-se desafiador sua redução e/ou substituição.

Assim, uma das estratégias direcionadas aos produtos cárneos emulsionados é baseada na melhoria do perfil lipídico por óleos vegetais que são fontes de ácidos graxos insaturados (AGI) e poli-insaturados (PINS) pela substituição total ou parcial da gordura animal rica em AGS. Os AGI (monoinsaturados e poli-insaturados) são encontrados em maiores quantidades nos óleos vegetais, como soja, girassol, canola, azeite e milho. Dentre os óleos vegetais mais comumente utilizados, o de canola possui um bom perfil lipídico, com menor teor de ácidos graxos saturados e maior de ácidos graxos monoinsaturados, especialmente do ácido oleico e poli-insaturados, em comparação com outros óleos comuns.

Apesar da incorporação do óleo de canola em produtos cárneos ser uma alternativa promissora, por outro lado existe uma limitação extremamente desafiadora para a

indústria alimentícia, o fato de que líquido à temperatura ambiente, afeta características físicas e tecnológicas importantes e maior susceptibilidade à oxidação lipídica no produto final.

Desta forma, uma alternativa para contornar a textura líquida do óleo vegetal é necessário a estruturação e estabilização por meio de emulsões gelificadas (GE), com estrutura de rede semelhante a gel e propriedades mecânicas semelhantes a sólidos. Nesse sentido, polissacarídeos e hidrocolóides podem ser aplicados como agentes gelificantes na formação de um gel termorreversível, capaz de obter características semelhante a gordura animal. A carragena, por exemplo, é um polissacarídeo amplamente utilizada em produtos cárneos devido à sua capacidade de formar gel, reter água e proporcionar textura desejável. Sua função nesses produtos está relacionada à capacidade de formar um gel resistente ao calor, que dissolve quando aquecido e gelifica novamente ao esfriar. Já a gelatina, como hidrocolóide desempenham um papel fundamental na indústria de alimentos devido às suas propriedades gelificantes e espessantes, isso a torna uma opção promissora para várias aplicações, incluindo a formação de géis, emulsões e géis termorreversíveis em diferentes sistemas de dispersão.

Neste contexto, existe uma necessidade clara de obter uma melhor compreensão do efeito da substituição de emulsões gelificadas de carragena e gelatina contendo óleo vegetal, como substituto parcial ou total da gordura animal em salsicha, tanto em relação as características tecnológicas quanto sensoriais. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi otimizar emulsões de óleo vegetal de canola em géis de carragena e gelatina como substituto total e parcial do toucinho em salsicha, avaliando os efeitos sobre a qualidade tecnológica, perfil lipídico e perfil sensorial e a aceitabilidade pelos consumidores.

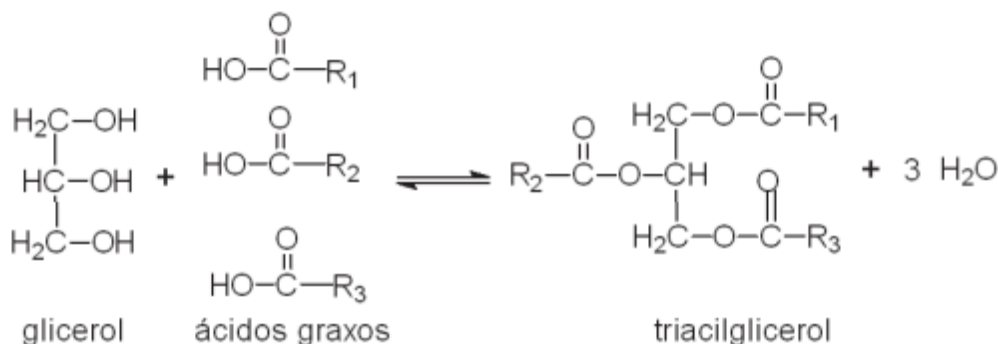
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Lipídeos

Os lipídeos são moléculas orgânicas que englobam um conjunto de substâncias químicas hidrofóbicas (insolúveis em água) e altamente solúveis em compostos orgânicos. São formados por um grupo variado de substâncias como acilgliceróis, ácidos graxos, fosfolipídios, entre outras. Os triglicerídeos mais comumente encontrados nos alimentos, são formados por produtos de condensação entre três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol (Figura 1) (JORGE, 2009; MERÇON, 2010).

Tecnologicamente, são importantes para a indústria de alimentos, atuando como umectantes e emulsionantes, contribuindo para textura, paladar e com as características sensoriais como aroma e sabor.

Figura 1- Estrutura molecular de um triglicerídeo.

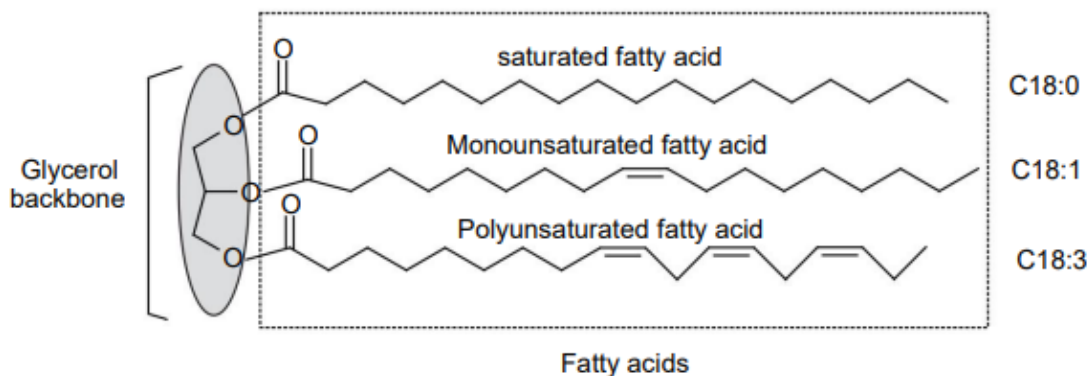


Fonte: Merçon (2010).

Quando encontrados líquidos a temperatura ambiente (25°C), são denominados de óleos e gordura, em estado sólido. A diferença entre ambos se distingue na proporção de grupos AGS e AGI presentes na composição de triacilgliceróis (JORGE, 2009).

De acordo com o grau de insaturação, os ácidos graxos podem ser classificados como: saturados (AGS), não possuindo ligações duplas; monoinsaturados (MINS), possuindo uma ligação dupla e os poli-insaturados (PINS), com duas ou até seis insaturações presentes (Figura 2). Além de diferirem quanto a sua origem, gorduras são de origem animal e óleos majoritariamente de origem vegetal (DIAS, 2019).

Figura 2 - Estrutura molecular de um triacilglicerol com três ácidos graxos distintos: esteárico (C18:0), oleico (C18:1) e linolênico (C18:3).



Fonte: Kodali (2014).

Dentre os ácidos graxos saturados tem-se o láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), na qual, são encontrados em produtos de origem animal, como toucinho e em óleos vegetais, como óleo de palma e coco (Tabela 1) (DIAS, 2019; GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018; KODALI, 2014).

Em relação aos ácidos graxos insaturados, o ácido oleico (C18:1), é o mais comum dentre os MINS, presentes principalmente em azeites, óleo canola e encontrado em alta quantidade em gordura animal (DIAS, 2019). Já o grupo PINS, incluem os ácidos graxos essenciais, como ácido alfa-linolênico (ALA; C18:3 ω -3) e ácido linoleico (LA; C18:2 ω -6) (GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018). Encontrado em óleos vegetais, especialmente no de soja e canola (Tabela 1), o ALA, é um dos três tipos de ácidos graxos Ômega-3, juntamente com o ácido docosaexaenoico (DHA) e eicosapentaenoico (EPA), que são de origem marinha (SANTOS et al., 2013).

O ALA e LA, são compostos caracterizados como ácidos graxos essenciais à saúde humana, pois não podem ser sintetizados pelo organismo humano, e dessa forma, devem ser obtidos através da ingestão na dieta. Influenciam as funções metabólicas e fisiológicas sobre o organismo humano (SANTOS et al., 2013). Sua deficiência, foi pouco relatada em seres humanos, porém a baixa ingestão contribui para problemas graves de dermatite, hipertensão renal, doenças cardiovasculares, artrite, depressão e diminuição da resistência do corpo a infecções (DJURICIC; CALDER, 2021).

Tabela 1– Composição de ácidos graxos (expressa em % de ácidos graxos) em alguns óleos vegetais e gordura animal.

		Óleos Vegetais					Animal
		Canola	Girassol	Azeite	Milho	Soja	Suíno ¹
Ácido Láurico	12:0	1	-	-	-	-	0,06
Ácido Mirístico	14:0	1	-	-	0,03	-	0,75
Ácido Palmítico	16:0	4,9	11	11,30	11,1	11	11,42
Ácido Esteárico	18:0	2	6	2,96	1,98	6	5,21
Ácido Oleico	18:1	61	45,3	74,01	28,3	24	24,55
	(ω -9)						
Ácido Linoleico	18:2	21	39,8	8,74	55,8	50	12,93
	(ω -6)						
Ácido Linolênico	18:3	11	0,2	0,75	1,17	7	0,86
	(ω -3)						
	SAT	7	11	14,9	14	15	17,1
	MINS	61	20	75,5	28,5	24	20,1
	PINS	32	69	9,5	57,2	61	10,1

Fonte: DIAS, 2019; GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018; TACO; 2011.

Nota: ¹% total de ácidos graxos em toucinho cru.

2.2 A relação do consumo de óleos e gordura na saúde humana

Os lipídios são umas das fontes de energia (9 kcal/g) diária mais importante para o organismo, na qual, sua principal ingestão é por meio do consumo de óleos e gorduras (CHEW, 2020; GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018).

Do ponto de vista nutricional e metabólico, os lipídeos são essenciais para funções do organismo humano. Os quais são precursores de ácidos graxos essenciais, necessários para reações enzimáticas, auxiliam na síntese de hormônios, contribuem para sensação de saciedade, veículos para vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), carotenoides e esteróis (JORGE, 2009).

Nos últimos anos, diversos estudos epidemiológicos têm demonstrado a estreita relação entre a alimentação inadequada e a diminuição ou ausência da prática de exercícios físicos com o desencadeamento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs), representando 74% de todas as mortes no mundo (WHO, 2020). Cerca de 80% das mortes estão localizadas em países subdesenvolvidos. No Brasil são responsáveis por 72% de óbitos no país, atingindo especificamente a população que tem pouco ou nenhum

acesso ao sistema de saúde, falta de acesso à educação e informação (MALTA et al., 2011; SCHMIDT et al., 2011).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo excessivo de gorduras é uma das principais causas de doenças cardiovasculares (DCV), representando 43% (17,9 milhões) de mortes por DCNTs ao ano no mundo e responsável por 28% no Brasil (WHO, 2020; DE ARAUJO et al., 2022). Estudos e diretrizes recomendam a diminuição da ingestão de gordura e AGS na dieta. Por exemplo, a OMS recomenda que o consumo de gordura total não deve exceder 30% do valor energético total (VET) na ingestão alimentar diária e o consumo AGS devem ser reduzidos para menos de 10% do valor total de gordura (WHO, 2020).

O consumo de gorduras saturadas está associado a elevação do colesterol plasmático, preconizando diversas alterações no mecanismo metabólico, como, possibilitando a entrada de colesterol nas partículas de LDL, redução dos receptores hepáticos da lipoproteína de baixa densidade (LDL), aumento da esterificação do colesterol das lipoproteínas e maior atividade da acilcolesterilaciltransferase (ACAT) (BAYLÃO, ARAÚJO, FERREIRA, 2021; SANTOS et al., 2013). Sendo associada também ao aumento da incidência de DCV e outras doenças crônicas como: excesso de peso, esteatose hepática, elevação do nível de insulina, glicose e leptina (LEITE, JAMAR, CARANTI, 2014).

Para diminuição desses índices, uma das estratégias é a substituição de gordura saturada e inclusão de alimentos com quantidades adequadas de ácidos graxos insaturados e monoinsaturados na alimentação, pois auxilia a estabilizar os níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade) no organismo, diminuindo os níveis de LDL, participam da regulação da pressão sanguínea, frequência cardíaca, dilatação cardiovascular, prevenção de doenças cardiovasculares e degenerativas (NOVELO, FRANCESCHINI, QUINTILIANO, 2008).

Produtos cárneos, como produtos emulsionados (salsicha e mortadela), reestruturado (hamburgueres e apresuntados) e fermentados (salames), podem contém de 20 a 30% de gordura no produto (NOVELLO, POLLONIO, 2015). O alto teor de AGS tem sido o principal argumento para questionar o consumo de produtos cárneos (FERNÁNDES-LOPES et al., 2019).

No entanto a ingestão do óleo de canola apresenta algumas vantagens nutricionais, devido a proporção de AGI presentes, tais como, componentes cardioprotetores que regulam os lipídios plasmáticos e lipoproteínas, inibem a oxidação do LDL e a

sensibilidade a insulina. Além disso o óleo de canola é associado por melhorar processo de cicatrização de feridas, promovendo também a melhora das enzimas hepáticas e inflamação basal (JORGE, 2009; GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018).

Dessa forma, o óleo de canola apresenta compostos bioativos importantes para manutenção da vida humana, sendo de fácil disponibilidade e uma boa opção para ser usados em técnicas de estruturação, para substituição do toucinho em produtos emulsionados.

2.3 Alternativas para a modificação do perfil lipídico em produtos cárneos

A busca por produtos com um menor teor de gordura, melhor perfil lipídico e que apresentam as características físicas e sensoriais similares os produtos tradicionais vem crescendo entre os consumidores (BACKES et al., 2017). Dessa forma, a possibilidade de reformular os produtos cárneos se mostra uma excelente alternativa para a indústria desse setor. Visto que, existe uma alta aceitabilidade do consumidor por produtos com redução e/ou substituição do ter de sódio, gordura e aditivos (HAN; BERTRAM, 2017; JIMENEZ et al., 2015).

No entanto, o principal desafio na reformulação e desenvolvimentos de produtos com baixo teor de gordura animal é manter a qualidade dos produtos convencionais (DIAS, 2019). A gordura é um ingrediente que apresenta diversas funcionalidades, e sua substituição e/ou redução pode ocasionar em mudanças tecnológicas, físico-químicas e sensoriais indesejáveis no produto, como, aumento de perdas por cozimento, maior firmeza, menor estabilidade ao aquecimento, alterações no sabor (suculência), aparência e aroma (BARBUT; WOOD; MARANGONI, 2016; DIAS et al., 2021; HAN; BERTRAM, 2017).

Uma das estratégias para a indústria, seria a reformulação de seus produtos por meio de novas tecnologias, ingredientes e formas de processamento (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2019; KAUR; SHARMA, 2019). Estudos têm sido realizados a fim de substituir o toucinho em produtos cárneos como salsichas por ingredientes não cárneos, como fibras de cereais ou vegetais, proteína isolada de soja, óleo vegetal e outros (CHEN et al., 2020; HAN; BERTRAM, 2017).

A utilização de óleos vegetais ricos em ácidos graxos MINS e PINS, na incorporação de produtos cárneos emulsionados, apresenta um grande potencial, porém devido suas características físicas (líquido em temperatura ambiente), pode apresentar

desafios técnicos consideráveis durante o processamento, armazenamento e consumo (JIMENEZ et al., 2015), como exemplo, uma maior oxidação lipídica, devido as insaturações presente nos óleos (WEISS et al., 2010), modificações quanto as propriedades textuais, sensoriais e de rendimento (BARBUT; WOOD; MARANGONI, 2016; CAMARA; POLLONIO, 2015).

Diante disso, diferentes estratégias de estruturação e estabilização de óleo em fase líquida têm sido relatadas, como emulsões gelificadas (ALEJANDRE et al., 2019; DIAS, 2019; JIMENEZ et al., 2015). Essas técnicas de estruturação com o uso de emulsões, permitem que o óleo seja aprisionado em uma rede tridimensional formada por um hidrocolóide, como, alginato, carragena, goma xantana, derivados de celulose, amido e pectinas (JEMINEZ-COLMENERO et al., 2015), promovendo a formações de géis capazes de melhorar o perfil de ácidos graxos presente em produtos emulsionados e redução da oxidação lipídica (ALEJANDRE et al., 2019).

Botelha-Matinez et al. (2021) relataram que o uso de óleo de cânhamo e farinha de trigo sarraceno pré-emulsionado em substituição do toucinho na formulação de salsichas Frankfurt, resultou em redução de 17% a 39% da gordura total do produto, resultando em um perfil lipídico mais favorável, com proporções maiores em ácidos graxos mono e poli-insaturados, sem prejudicaras as características tecnológicas do produto ou aparência característica.

Backes et al. (2017) também observaram uma mudança no perfil de ácidos graxos em salames tipo italiano com gordura suína (toucinho) substituído por óleo vegetal de canola emulsionado, na qual, houve o aumento dos teores de ácidos graxos poli-insaturados como ácido graxos linolênico (C18:3) e ácido graxo linoleico (C18:2).

Outros estudos, como Dias et al. (2021) relatam que a substituição da gordura suína em até 50% por emulsões gelificadas de óleo de canola em hambúrgueres bovinos foram eficazes, na redução da gordura saturada e mudança no perfil lipídico do produto, obtendo bons resultados tecnológicos e sensoriais. Porém substituições maiores que 50% podem interferir na aceitação sensorial do produto. Alejandre et al. (2019) descreve que sistema de óleos vegetais estruturados, como organogéis e emulsões hidrogenadas em massa de carne podem apresentar resultados semelhantes em relação a cor e textura ao produto tradicional (com gordura suína), obtendo valores baixos para oxidação lipídica. Além de melhorar o perfil de ácidos graxos e reduzir a proporção de ômega-6/Ômega-3 desses produtos.

2.4 Emulsão gelificada

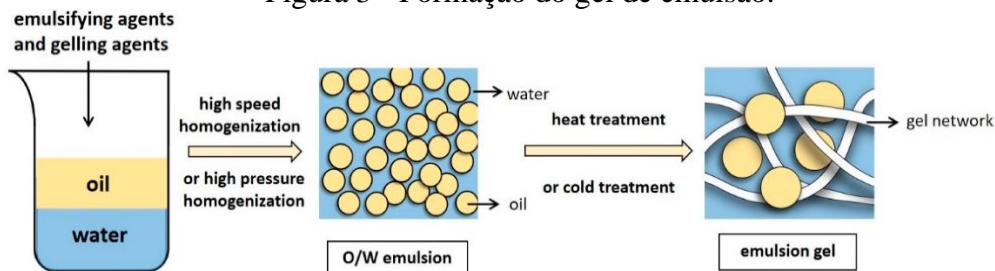
Emulsão pode ser definida como, sistema formado por líquidos ou fases imiscíveis, na qual, uma fase é dispersa na outra, sendo utilizado emulsificantes e surfactantes para estabilizar o sistema. Entretanto, emulsões cárneas são uma mistura finamente fragmentada ou cominuída similares a emulsões óleo e água, na qual a fase dispersa (glóbulos de gordura) é imersa em uma fase aquosa contínua formada pela mistura de proteínas musculares, água, sal e aditivos (DE CARVALHO, POLLONIO, SANTOS, 2018; GONÇALVES et al., 2022).

Emulsões gelificadas (GE), são emulsões com estruturas de rede tridimensional semelhante a géis, porém possuindo propriedades mecânicas semelhantes a um sólido viscoelástico (DIAS, 2019; BOTELLA-MARTINEZ et al., 2021). Sua formulação baseia-se na incorporação de um agente emulsificante e um agente gelificante, para transformar a emulsão em um gel (DIAS, 2019). Sendo assim, a utilização de GE, é uma opção para estabilizar óleos líquidos, podendo assim ser usados na substituição da gordura por apresentar características físicas parecidas as propriedades funcionais que a gordura traz aos produtos emulsionados, como, capacidade de retenção de água e dureza (DOS SANTOS et al, 2020).

Ainda, autores relatam que a substituição da gordura por emulsões do tipo óleo em água (O/A) são alternativas viáveis para melhora do perfil lipídico de produtos cárneos (BOTELLA-MARTINEZ et al., 2021; POYATO et al., 2014; PINTADO; JIMENEZ-COLMENERO; RUIZ-CAPILLAS, 2015).

Desta forma, as emulsões gelificadas (O/A) são formadas a partir de hidrocoloides, onde a fase oleosa é dispersa na fase contínua (aquosa) (Figura 4), utilizando um emulsificante na solução (ALEJANDRE et al, 2019). A utilização de proteínas e polissacarídeos como agente gelificante da solução é baseada em uma estrutura de dupla hélice, que após o resfriamento formam um gel elástico (ALEJANDRE et al, 2019), imitando a dureza e capacidade de retenção de água de gordura animal, geralmente a suína muito utilizada pela indústria cárnea (POYATO et al, 2015).

Figura 3 - Formação do gel de emulsão.

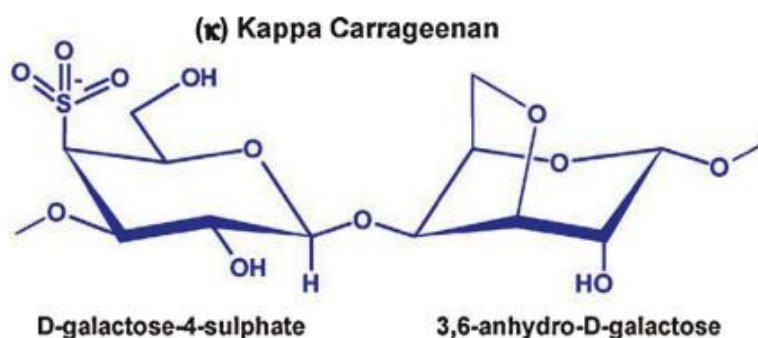


Fonte: Ren, Yuqing et al. (2022).

2.4.1 Carragena

A carragena é um polissacárido sulfatado de moléculas dissacarídeos alternados de D-galactose e 3,6-anidro-D-galactose (3,6-AG), unidas por ligações α (1 \rightarrow 3) e β (1 \rightarrow 4) (Figura 5), sendo o biopolímero mais abundante da terra, podendo ser extraídos e isolados de diversas fontes naturais. Aquelas aprovadas para uso alimentar, recebe o termo de polissacarídeos alimentares e atuam de acordo com suas propriedades reológicas, como, emulsificantes, gelificantes, espessantes e estabilizantes (YANG et al., 2020).

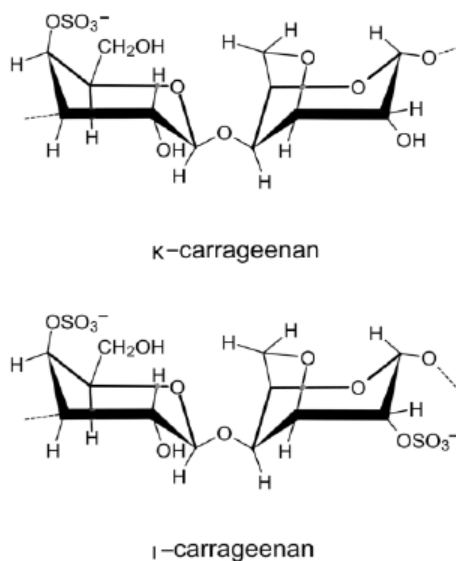
Figura 4 - Estrutura molecular da carragena.



Fonte: Li, Liang et al. (2014)

Sua extração é feita a partir de certas espécies de algas marinhas vermelhas da classe *Rhodophyceae*, comumente encontrado no Oceano Atlântico, próximo a Europa e América do Norte (NECAS, 2013; BUI et al., 2019). Pode ser classificada em vários tipos (λ , κ , ι , ϵ , μ), todos contendo de 22 a 35% de grupos sulfatos (NECAS, 2013). Porém, as carragenas mais utilizadas na indústria, são a *Kappa* carragena (κ -carragena) e *Iota* carragena (ι -carragena) (figura 6), devido sua boa propriedade gelificante, formando géis na presença de íons de potássio ou cálcio (NECAS, 2013).

Figura 5 - Estruturas químicas da Kappa-carragena (a) e Iota-carragena (b).



Fonte: Necas, 2013.

Sozinhas ou combinadas, a carragena vem sendo amplamente usada em produtos cárneos devido sua capacidade em formar gel, reter água e fornecer textura desejável. Sua funcionalidade nesses produtos, está relacionada com propriedades de gelificação termicamente resistível, na qual, quando sofre processo de aquecimento dissolve-se e gelatiniza-se quando resfriada (PIESTRAK, 2002). A legislação brasileira, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 272, de 14 de março de 2019, da ANVISA, permite a utilização de polissacarídeos em produtos cárneos, como alginatos, ágar, carragena, ácido algínico, goma xantana, guar e garrofin, sendo permitido a utilização de carragena como agente espessante em concentração máxima de 0,5% de produto na funcionalidade de espessante (BRASIL, 2019).

Além disso, Dias et al. (2021), Alejandre et al. (2019), Poyato et al. (2014) e Poyato et al. (2015) relatam que a utilização de emulsões gelificadas de carragena como substituto da gordura animal em produtos cárneos, melhoram a composição lipídica, sem prejuízo nas características sensoriais, como aroma, aparência e suculência em comparação ao produto original, ou seja, apresentando uma boa aceitabilidade sensorial.

2.4.2 Gelatina

Gelatina é um peptídeo de alto peso molecular obtida por meio da hidrólise térmica do colágeno em tecidos animais. É considerada um importante hidrocoloide na

indústria de alimentos, visto que, é um ingrediente alimentar proteico, utilizada em uma ampla gama de produtos alimentícios, principalmente por causa de suas características gelificantes e espessantes (HAM, Youn-Kyung et al., 2020; MARIOD, FADUL, 2013; SERDAROĞLU et al., 2016).

Devido a grande quantidade de aminoácidos, a gelatina tem um interessante comportamento de gelificação, na qual fornece promissoras alternativas e aplicações com diferentes sistemas de dispersão, como formação de géis, emulsões e géis termorreversíveis (SERDAROĞLU et al., 2016; TAKTAK et al., 2021). Na indústria de produtos cárneos, a gelatina é utilizada principalmente em produtos reestruturados e emulsionados, dado que estabiliza o encolhimento e promove o rendimento do cozimento, melhora a capacidade de retenção de água e propriedades de textura (HAM, YOUN-KYUNG et al., 2020; SERDAROĞLU et al., 2016). De acordo com RTIQ, salsichas Tipo Frankfurt podem ser adicionadas no máximo 4,0% de proteína não carne (BRASIL, 2000).

Serdaroglu et al. (2016) observaram que a substituição parcial da gordura bovina em hambúrgueres de frango por emulsões gelificadas preparadas com azeite de oliva, gelatina e inulina podem ser usadas para melhorar o rendimento de cozimento sem prejudicar a capacidade de retenção de água e estabilidade de emulsão, além de melhorar as características nutricionais do produto. Segundo Lee; Chin (2016) a utilização de gelatina como substituta da gordura animal, pode fornecer melhoria na capacidade de retenção de água pois atuaria com estabilizante em salsichas.

2.4.3 Óleo de Canola

O óleo de canola, é derivado de pequenas e redondas sementes de canola (Figura 3) (*Brassica napus e Brassica campestris*), que apresentam um teor de óleo variando de 40 a 60% (JORGE, 2009). Seu nome deriva da abreviação do termo “*Canadian Oil Low Acid*”, para se referir a uma espécie que produz óleo com menores teores de ácido erúico (2% por grama de matéria seca) e menores teores de componentes sólidos da semente como glucosinolatos (30 micromoles por grama de matéria seca da semente) (GARCIA-ALOY et al., 2019; JORGE, 2009).

Em comparação com os outros óleos vegetais, a produção de óleo de canola cresceu largamente nas duas últimas décadas, no qual, hoje é um dos óleos mais

produzidos no mundo (CHEW, 2020), inferior apenas ao de soja e de palma (CONFORTIN et al., 2019).

Figura 6 – Semente de canola em diferentes estágios de maturação.



Fonte: Kurtz (2014).

O óleo de canola dentre os óleos, é o que apresenta a menor quantidade AGS, contendo 2,5 a 6,5% de ácido palmítico (16:0) e 0,8 a 3,5% de ácido esteárico (18:0) (JORGE, 2009). Sendo uma das principais fontes de MINS, especialmente de ácido oleico (18:1 ω -9), na qual, conhecido por ter efeito favorável no perfil lipídico sanguíneo e assim reduzir risco de doenças coronárias (GANESAN; SUKALINGAM; XU, 2018). Em relação aos PINS, apresenta quantidades significantes, 15 a 30% de ácido linoleico e 5% a 13% de ácido linolênico (Tabela 1) (JORGE, 2009).

2.5 Produtos cárneos emulsionados: salsicha

De acordo com Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, entende-se por Produtos cárneos todo aquele

Produto obtidos de carnes, de miúdos e de partes comestíveis das diferentes espécies animais, com as propriedades originais das matérias-primas modificadas por meio de tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda pela combinação destes métodos em processos que podem envolver a adição de ingredientes, aditivos ou coadjuvantes de tecnologia (BRASIL, 2017).

Já os produtos emulsionados, ou produtos de massa fina, são aqueles cuja carne crua é finamente triturada para a formação de uma massa viscosa, caracterizando uma emulsão. Os emulsionados são classificados como “produtos de salsicharia” e incluem produtos como patês, mortadelas e salsichas (RAMOS et al., 2014).

De acordo com Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ), IN nº 4, de 31 de março de 2000 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA):

Entende-se por Salsicha o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado (BRASIL, 2000).

A classificação de salsicha comuta de acordo com os ingredientes obrigatórios, opcionais e técnicas de fabricação (Tabela 2). No qual, Salsichas Tipo Frankfurt recebe essa designação, pois é permitido a utilização de “Carnes bovina e/ ou suína e carnes mecanicamente separadas até o limite de 40%, miúdos comestíveis de bovino e/ ou suíno (Estômago, Coração, Língua, Rins, Miolos, Fígado) tendões, pele e gorduras” (BRASIL, 2000). Ainda segundo o RTIQ, características sensoriais como textura, cor, sabor e odor devem ser característico do produto. Também estabelece as seguintes características físico-químicas: amido (máximo) de 1-2%; carboidratos totais (máximo) de 7%; proteína (mín.) de 12%; umidade (máx.) de 65%; teor de cálcio (base seca) de 0,6% e gordura (máx.) de 30% (BRASIL, 2020).

Para este produto, de acordo com Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Inteligência de Mercados da JBS Foods Commodities Agrícolas, no ano de 2015 e 2016, o consumo de salsicha foi de 321,519 e 331,406 toneladas, respectivamente (VEGRO, 2017). Apesar de ser amplamente consumida devido a sua conveniência, baixo custo e sabor, salsichas podem conter 30% gordura em sua formulação, chegando em alguns casos 40% de gordura no produto final (FERNÁNDES-LOPES et al., 2019; BOTELLA-MARTINEZ et al., 2021). Além de que, os produtos cárneos emulsionados são percebidos pelos consumidores como pouco saudáveis, em razão dos altos níveis de aditivos e gordura saturada (CAMARA et al., 2020).

Tabela 2- Classificação de salsichas de acordo com ingredientes obrigatórios e opcionais permitidos pelo RTIQ de salsicha.

Tipos de salsicha	Obrigatórios	Opcionais
Salsicha	Carnes de diferentes espécies de animais de açougue, carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 60%.	Miúdos e vísceras comestíveis (coração, língua, rins, estômagos, pele, tendões, medula e miolos), fica limitado no percentual de 10%, utilizados de forma isolada ou combinada. Gordura animal ou vegetal, água, proteína vegetal e/ ou animal, agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias e condimentos.
Salsicha de carne de Ave	Carne de ave e carne mecanicamente separada de ave, no máximo de 40%.	
Salsicha Frankfurt	Porções musculares de carnes bovina e/ ou suína e gordura.	Gordura animal ou vegetal, água, proteínas lácteas, agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias e condimentos
Salsicha Viena	Porções musculares de carnes bovina e/ ou suína e gordura.	
Salsicha Tipo Frankfurt	Carnes bovina e/ ou suína e carnes mecanicamente separadas até o limite de 40%. Miúdos comestíveis de bovino e/ ou suíno (Estômago, Coração, Língua, Rins, Miolos, Fígado) tendões e pele.	Gordura animal ou vegetal, água, proteína vegetal e/ ou animal, agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias e condimentos
Salsicha Tipo Viena	Carnes bovina e/ ou suína e carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 40%. Miúdos comestíveis de bovino e/ ou suíno (Estômago, Coração, Língua, Rins, Miolos, Fígado) tendões e pele.	

Fonte: Basil (2020).

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado nos Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes) e de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA/ESAL/UFLA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, Minas Gerais, Brasil.

3.1 Obtenção da emulsão gelificada

Para o preparo da emulsão a carragena (CEAMGEL; New Max Industrial Ltda, Americana, SP, Brasil), a gelatina (Dr. Oetker; Gelnex Ind. e Com. Ltda, Nazário, GO; Gelita do Brasil Ltda e PB Brasil Ind., Cotia, SP; Com. de Gelatinas Ltda, Acorizal, MT, Brasil) e o óleo de canola (Liza; Cargill), foram adquiridos no comércio local de Lavras - MG.

A emulsão gelificada óleo em água (O/A) foi feito de acordo com a metodologia proposta por Poyato et al (2015), com adaptações. A fase oleosa (40g/100g de emulsão) (Tabela 3) foi constituída de óleo vegetal de canola e Polissorbato 80 (0,12%) como tensoativo, para os dois tipos de emulsão. A fase aquosa (60g/100g de emulsão) a base de carragena foi constituída de água destilada e carragena (1,5%), enquanto que para a base de gelatina foi constituída de água destilada, gelatina e carragena (0,3%) (Tabela 3).

Tabela 3- Formulação dos géis a base de carragena e a base de gelatina.

	% na emulsão
Fase oleosa	
Óleo de Canola	40
Tween 80	0,05
Fase aquosa a base de carragena	
Carragena	1,5
Água destilada	58,5
Fase aquosa a base de gelatina	
Carragena	0,3
Gelatina	6
Água destilada	53,75

Fonte: Do autor (2023).

A fase oleosa e aquosa foi individualmente aquecida a 70 °C, misturadas e homogeneizadas por 1 min em liquidificador (Philco PLq912v Inox, Philco do Brasil

Ltda, Brasil) ainda quentes. A emulsão foi vertida em uma forma de plástico descartável, mantida em temperatura ambiente por, aproximadamente 30 minutos, para gelificação do gel e, posteriormente, armazenada sob refrigeração (4°C), até utilização no dia seguinte.

3.2 Elaboração das Salsichas Tipo Frankfurt

A matéria-prima cárnea (pernil suíno), o toucinho suíno e todos os demais ingredientes utilizados na elaboração dos produtos foram obtidos no comércio local de Lavras, MG, dentro do prazo de validade. Foram avaliadas cinco formulações de salsicha tipo Frankfurt (Tabela 4): controle (C) com toucinho suíno; substituição do toucinho por 50% (C50) e 100% (C100) por gel a base de carragena e substituição de 50% (G50) e 100% (G100) por gel a base de gelatina.

Tabela 4 -Formulações em porcentagem das salsichas Tipo Frankfurt.

INGREDIENTES (g)	Quantidade				
	CONT	C50	G50	C100	G100
Carne suína magra	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12
Toucinho	27,52	13,76	13,76	-	-
Gel (Gelatina ou carragena)	-	13,76	13,76	27,52	27,52
Água fria (4°C)	13,38	13,38	13,38	13,38	13,38
Sal refinado	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Isolado proteico de soja (IPS)	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39
Fécula de mandioca	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Tripolifosfato de sódio	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Fixador de cor (ascorbato/eritorbato)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sal de Cura (Nitrito de sódio)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Glutamato monossódico (GMS)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Condimento p/mortadela	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Aroma de fumaça	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Pimenta Branca	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Noz-moscada	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Alho	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Alecrim	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Fonte: Do autor (2023).

Nota: Tratamentos: CONT = controle (100% toucinho); C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; e G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina.

O processamento das salsichas Tipo Frankfurt foi realizado de acordo com os procedimentos industriais e as Boas Práticas de Fabricação, determinados na Resolução

da Diretoria Colegiada (RDC) N° 216, de 15 de setembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Para elaboração dos produtos, primeiramente a carne suína e o toucinho resfriados foram moídos em equipamento moedor (PB-22; Beccaro Ltda, Rio Claro, SP, Brasil) com discos de furos de 20 mm de diâmetro. Posteriormente, os ingredientes foram adicionados ao Cutter (Sire Cutter) na ordem, conforme fluxograma apresentado na Figura 7, até a obtenção de uma massa homogênea, a qual, foi embutida em tripa artificial de celulose, de diâmetro 15 mm, utilizando-se uma embutidora manual tipo canhão (Picelli).

Figura 7 - Fluxograma do processamento de salsicha.



Fonte: Do autor (2023).

Nota: Ingredientes contém: fixador de cor, glutamato monossódico, condimento para mortadela, aroma de fumaça, pimenta branca, noz moscada e olho.

Após o embutimento, os produtos foram pesados e embalados a vácuo (embaladora TM-250; TecMaq, SP, Brasil) em embalagem de náilon-polietileno e cozidos em banho-maria com o binômio tempo/temperatura escalonados da seguinte

forma: 55°C, 65°C e 75°C por 30 minutos, respectivamente. Imediatamente após o cozimento, os produtos foram resfriados em banho de água com gelo e armazenados sob refrigeração (4°C) para posteriores análises físico-químicas e sensoriais.

Aproximadamente, três unidades de salsicha de cada tratamento foram separadas e embaladas a vácuo para as análises em cada tempo de armazenamento de 30 e 60 dias à 4°C, sendo as embalagens abertas somente nos respectivos tempos.

3.3 Delineamento experimental

Os tratamentos (cinco formulações) foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições experimentais. Para as análises sensoriais, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), em que cada avaliador representou um bloco.

3.4 Caracterização físico-químicas

Os tratamentos foram avaliados em triplicata quanto a cor instrumental, análise de perfil de textura (TPA), composição centesimal, pH, atividade de água, perda de peso por cozimento (PPC), perfil de ácidos graxos, índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), e análise de estabilidade de emulsão no tempo T0 (24 horas de armazenamento). Posteriormente, as análises de cor instrumental, pH e índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram novamente avaliados nos tempos T30 (30 dias de armazenamento) e T60 (60 dias de armazenamento).

3.4.1 Cor instrumental

Para a determinação da cor instrumental utilizou-se um colorímetro Konica Minolta CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc, Osaka, Japão), com porta de abertura de 8 mm, iluminante D65, ângulo de 10° para o observador padrão e luz especular excluída (SCE). As coordenadas luminosidade (L^*), índice de amarelo (b^*) e índice de vermelho (a^*) foram obtidas a partir da média de 5 leituras realizadas sobre a superfície interna das amostras, sendo a cor expressa no espaço CIELAB. Também foram calculados a saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h) (RAMOS; GOMIDE, 2017): $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; $h^* = (\tan^{-1}b^*/a^*)$.

3.4.2 Avaliação instrumental de textura

A textura das amostras foi determinada pelo método de Análise de Perfil de Textura (TPA), conforme proposto por Motzer et al. (1998), com adaptações, utilizando um texturômetro TA.XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK).

De cada amostra cozida foi retirado cinco cilindros de aproximadamente 20 mm de altura e que foram comprimidos em dois ciclos, em até 60% de sua altura uma Prob de 75 mm de diâmetro e em velocidade de compressão de 200 mm/min. (3,33 mm/s). A curva de deformação com o tempo foi obtida, sendo gerados cinco parâmetros de textura, segundo Ramos e Gomide (2017): dureza (N), coesividade, adesividade (Nxmm), flexibilidade (mm) e mastigabilidade (Nxmm).

3.4.3 Composição centesimal

A composição centesimal foi avaliada seguindo os protocolos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2016): umidade por secagem a 105°C, até peso constante (AOAC 950.46); extrato etéreo pelo método de extração por Soxhlet (AOAC 960.39); proteína pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC 928.08), considerando o fator de conversão de 6,25; e cinzas, após incineração em forno mufla a 550°C (AOAC 920.153).

3.4.4 pH, Atividade de Água e Perda de Peso por Cozimento

Para determinação de pH foi realizada em triplicata, utilizando o pHmetro digital portátil (modelo HI 99163; Hanna Instruments, Woonsocket, RI, EUA), em temperatura ambiente. As amostras foram cortadas verticalmente, em cilindros e realizado três leituras por meio da inserção direta do eletrodo de penetração na parte interior central de cada amostra. A atividade de água foi realizada em aparelho Aquallab®, modelo CX2 (Decagon Devices, Inc., Washington, USA).

Para a determinação da perda de peso por cozimento (PPC), os produtos foram desembalados, secos em papel absorvente e novamente pesados. A PPC foi calculada pela diferença de peso antes e depois do cozimento e expressa em porcentagem.

3.4.5 Perfil de ácidos graxos

A análise do perfil de ácidos graxos foi realizada por cromatografia gasosa (CG), após a extração dos lipídeos em clorofórmio/Metanol (2:1 v/v), conforme o método de Folch; Lees; Stanley (1957), e esterificação proposto por pelo método de Hartman; Lago

(1973) com cloreto de amônio/ácido sulfúrico/metanol. A partir de 3 g de amostra homogeneizadas (Turrtec Te102) em 20 mL de metanol refrigerado (4°C), uma alíquota de 2 mL foi adicionada ao tubo de centrifuga, juntamente com 4 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada e centrifugado (Centrífuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21) em 1680 rpm por 10 min. A fase inferior foi retirada cuidadosamente com auxílio de uma pipeta, filtrada em sulfato de sódio anidro, utilizando papel filtro umedecido em clorofórmio, para um tubo de ensaio e levada para banho-maria (40°C) sob fluxo de nitrogênio (N₂) para evaporação em clorofórmio.

Os extratos secos foram adicionados 2 mL de NaOH (0,5 M) em metanol e levado em banho fervente (90°C) por 5 minutos com a tampa do tubo vedada, depois resfriado em água gelada. Logo após, foram adicionados 2,5 mL de reagente esterificante (solução contendo 10 g de cloreto de amônio, 15 mL de H₂SO₄ e 300 mL de metanol), vedados e levados ao banho-maria (90°C) novamente por 5 min. Após resfriado em água gelada, foram adicionados 2 mL de solução de NaCl saturada e agitada em vórtex por 10 s, acrescidos 2,5 mL de hexano e novamente agitados por 10 s, no vórtex. Os tubos foram levados para centrifuga a 3000 rpm, por 10 minutos, após a separação de fase, o sobrenadante (mistura de hexano e lipídeos) foi cuidadosamente separado, filtrado em papel filtro embebido com hexano e armazenado em frascos âmbar. O filtrado contendo a mistura de hexano e ácidos graxos esterificados foram secos sob fluxo de N₂, adicionado 0,6 mL de hexano nos tubos âmbar, transferido para vial de vidro âmbar e re-suspensos em 1 mL de hexano.

A análise cromatográfica foi conduzida na Central de Análises e Prospecção Química do Departamento de Química da UFLA. Uma alíquota (1 µL) do extrato em hexano foi injetado em um cromatógrafo Shimadzu (GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu, Japan), ajustado com temperatura do injetor e detector de 260°C, em modo split 1:20, a uma velocidade linear de 20 cm/s, com rampa de aquecimento inicial de 140°C (5 min), e uma taxa de aquecimento de 4°C/min até 240°C (30 min). A coluna utilizada foi a SP2560 (100 m x 0,25 mm diâmetro interno x 0,20 µm de espessura de filme). A identificação dos ácidos graxos foi feita através da comparação com os tempos de retenção apresentados pelo padrão cromatográfico Supelco TM37 FAME Mix (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA) (HADDAD, 2020). Os dados foram expressos em porcentagem de área normalizadas de ácidos graxos identificados e posteriormente agrupados em: total de AGS, total de MINS, total de PINS, total de ácidos graxos ômega-3 (ω-3), total de ácidos graxos ômega-6 (ω-6) e total de ácidos graxos ômega-9 (ω-9).

3.4.6 Índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

O índice de TBARS foi determinado segundo a metodologia descrita por Pikul; Leszczynski; Kummerow (1989), com algumas modificações. Três porções de cinco gramas de cada amostra foram coletadas e trituradas, adicionadas de 15 ml de ácido perclórico (3,68%) e 1 ml de antioxidante Butil Hidroxi Tolueno 0,15% (BHT) e homogeneizadas por 60s em Turrax (Turratec Te102). Posteriormente, o homogenato foi filtrado em papel filtro para um Erlenmeyer de 125 ml. Foram retiradas alíquotas de 2 ml do filtrado, transferida para tubos de ensaio e adicionado 2 ml de Ácido Tiobarbitúrico 0,02 M (TBA), homogeneizadas e submetidas em banho-maria (90°C) por 30 minutos. Após resfriar em água com gelo, o espectrofotômetro (Genesys 10 UV; Thermo Scientific Varian, São Paulo, Brasil) foi zerado com branco (2 ml de TBA 0,02 M + 2 mL de ácido perclórico 3,86%) e foi feito a leitura da absorvância em 532 nm. Os valores médios de TBARS foram expressos em mg/Kg de amostra utilizando uma curva analítica de tetraetoxipropano (TEP).

3.4.7 Análise de estabilidade de emulsão

A estabilidade de emulsão foi realizada conforme o método proposto por Hughes, Cofrades e Troy (1997), com adaptações de Massingue (2012). Aproximadamente 25 g de emulsão crua, recém processada (Pa) foram adicionadas em tubos de centrífuga de polietileno de 50 ml e centrifugados (centrifuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21), por 1 min a 3.000 g. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho-maria (70°C) por 30 min, resfriados em água corrente e centrifugados novamente, por 3 min a 3.000 g. Vertidos em cadinhos de porcelana previamente pesados (PCi) por 30 min, o sobrenadante exsudado foi recolhido, pesado (PCexs) e levado para secar em estufa a 105°C, por 12 h. Os cadinhos foram resfriados em dessecador para nova pesagem (PCf).

A estabilidade de emulsão foi expressa pelo tota de fluido exsudado (TEF) e pelo percentual de gordura e sólidos solúveis no exsudado (GETef) em relação a massa de amostra, como calculado pelas equações abaixo.

$$TEF (\%) = 100 \cdot \frac{(PCexs - PCi)}{Pa}$$

$$GE_{tef} (\%) = 100 \cdot \frac{(PC_f - PC_i)}{(PC_{exs} - PC_i)}$$

3.5 Análises sensoriais

Para avaliação sensorial, foram realizados dois testes descritivo *Check-All-That-Apply* (CATA) e o de aceitação. A aprovação foi obtida pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavas (CAAE 61293522.1.0000.5148) e os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

Os testes CATA e de aceitação foram realizados em conjunto, conforme metodologia descrita por Guimarães et al. (2022). O levantamento dos atributos CATA foi definido por um grupo de foco, com a participação de 15 consumidores de salsicha não treinados.

Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines individuais, sendo realizado em única sessão com 100 avaliadores não treinados e declarados consumidores de salsicha. As cinco amostras foram apresentadas com 1 cm de comprimento e, em temperatura adequada ao consumo. Servidas aos avaliadores em copos descartáveis com codificação de três números em ordem balanceada e de forma monádica, acompanhados de um copo de água para a limpeza das papilas gustativas entre as avaliações. Antes de iniciarem a análise, os avaliadores foram instruídos à leitura dos atributos e, após experimentar as amostras, solicitados a marcar os atributos presentes na ficha CATA que fossem apropriados para descrever cada amostra, sendo orientados que não existia um número fixo a serem selecionados, podendo marcar um ou mais atributos. Juntamente com o teste CATA, os avaliadores foram solicitados a avaliar o quanto gostaram ou desgostaram das amostras (teste de aceitação), utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos (“desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9)), para os atributos de aparência, aroma, textura, sabor e impressão global (Figura 8).

Figura 8 - Ficha de avaliação sensorial e escala hedônica, com atributos caracterizados na aplicação do CATA.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Faixa etária: () 18 a 30 anos; () 31 a 45 anos; () 46 a 60 anos; () mais que 60 anos

Frequência de consumo de salsicha:

() 1 vez ao mês
 () 2 vezes ao mês
 () 1 vez por semana
 () 2 vezes por semana
 () diariamente
 () raramente.

ESCALA

9- gostei extremamente
 8- gostei muito
 7- gostei moderadamente
 6- gostei ligeiramente
 5- nem gostei/nem desgostei
 4- desgostei ligeiramente
 3- desgostei moderadamente
 2- desgostei muito
 1- desgostei extremamente

Prove a amostra, indique utilizando a escala hedônica o quanto você gostou ou desgostou da amostra, e assinale O(S) TERMO(S) que você considera apropriado(s) para descrever a amostra:

Amostra nº: _____

Nota Aparência: () Pálido () Rosada () Uniforme () Superfície brilhante	Nota Aroma: () Suave () Característico de Salsicha () Cozido () Suíno () Temperado	Nota Sabor: () Gosto salgado () Temperado () Gorduroso/Oleoso () Suave () Suíno () Característico de Salsicha	Nota Textura: () Macia () Gelatinosa () Presença de grumos () Gordurosa/oleosa () Borrachenta () Arenosa	Nota Impressão Global: _____
---	--	---	--	------------------------------

Fonte: Do autor (2023).

3.6 Análises estatísticas

Os dados das análises físico-químicas foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5% e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan. As relações de pH, cor instrumental e oxidação lipídica (TBARS) dentro do efeito fatorial (tratamentos e tempo de armazenamento) foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5% e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan.

Para os dados do teste CATA, determinou-se a frequência de citação de cada atributo para cada amostra pela contagem do número de vezes que cada termo foi citado pelos consumidores (matriz de contingência). A partir da matriz de contingência, verificou-se diferenças para cada atributo entre as amostras, por meio do teste *Q de Cochran*. A análise de correspondência (CA) foi calculada sobre a matriz de contingência, a fim de obter o mapa sensorial dos tratamentos em relação às suas características (Guimarães et al., 2022). Os dados do teste de aceitação, em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e aspecto global, foram avaliados pela ANOVA, considerando os consumidores como bloco e com um nível de significância de 5%. As médias do teste de aceitação foram comparadas pelo teste de Tukey.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico Statistica®, versão 8.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físico-químicas das salsichas tipo Frankfurt

4.1.1 Composição centesimal, Aw, PPC e estabilidade de emulsão

Na Tabela 5 são descritas a composição centesimal das salsichas Tipo Frankfurt elaboradas com a gordura suína e com as emulsões gelificadas.

Tabela 5- Características físico-químicas das salsichas tipo Frankfurt elaboradas com toucinho e com diferentes substituições por emulsões gelificadas.

Características	CONT	C50	G50	C100	G100	Média	EPM
Composição química (%)							
Umidade	57,83 ^a	60,57 ^b	59,77 ^b	64,68 ^c	64,87 ^c	61,55	0,82
Proteína	16,01 ^a	14,45 ^b	14,88 ^b	14,53 ^b	15,32 ^b	15,04	0,18
Gordura	19,02 ^a	16,74 ^b	17,36 ^b	13,66 ^c	13,11 ^c	15,98	0,62
Cinzas	3,54	3,76	4,60	3,18	3,11	3,64	0,25
Carboidratos	3,80	4,77	2,99	3,85	3,58	3,80	0,46

Fonte: Do autor (2023).

Nota: CONT = controle (100% toucinho); C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; e G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina; EPM = erro padrão da média ($n = 3$).

^{a-c}Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) na composição centesimal das diferentes amostras, exceto para o teor de cinzas e carboidratos, como apresentado na Tabela 5. Entretanto, todas as amostras de salsicha atenderam ao RTIQ previsto na legislação brasileira (BRASIL, 2000), que preconiza valores máximos de 65% para teor de umidade, 30% para o teor de gordura e valores mínimos 12% de proteína.

O teor de umidade para salsichas adicionadas da emulsão gelificada aumentou ($P < 0,05$) em relação ao controle, devido ao alto teor de água presente na fase aquosa (fase aquosa/oleosa: 60/40) da EG. Este fato também foi observado em estudos anteriores que relataram aumento significativo no teor da umidade em hambúrgueres bovinos e de frango (ALEJANDRE et al., 2017; POYATO et al., 2015; SERDAROGLU et al., 2016). Os tratamentos que tiveram substituição de 100% por EG, resultaram no maior aumento da umidade, não havendo diferença ($P > 0,05$) entre os tipos de emulsões a base de carragena ou de gelatina.

Quanto ao teor de proteína, o controle diferiu ($P < 0,05$) dos demais tratamentos, no entanto não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis de substituição pelas emulsões nas salsichas. Possivelmente, essa diferença se deve ao fato de que o toucinho apresenta uma composição (27,6% umidade, 11,5% proteína e 60,3% lipídios, em 100g de parte comestível) (TACO, 2011) distinta de ambas EG utilizadas. Ao incorporar gelatina nas emulsões gelificadas, seria esperado um aumento no teor de proteína no produto final. No entanto, a quantidade utilizada na formulação das salsichas ainda é inferior à quantidade de proteína fornecida pela adição de toucinho às salsichas. Já as emulsões gelificadas à base de carragena, sendo um polissacarídeo, apresentou o teor de proteína final similar as salsichas com EG de gelatina. Dias et al. (2021) também observaram que ao substituir a toucinho por óleos vegetais em hambúrgueres bovinos, o teor de proteína diferiu, porém o grupo controle ainda apresentou valores maiores em relação às diferentes proporções de substituição, isto, devido a diferença na composição do toucinho e as emulsões.

Em relação ao teor de gordura, as salsichas contendo o óleo de canola pré-emulsionado apresentaram menores valores ($P < 0,05$), em consequência ao aumento na proporção de substituição do toucinho pela EG, independentemente da base de carragena ou gelatina. Assim, o uso dos géis emulsionados permitiu uma redução de aproximadamente 30% do teor médio lipídico para as salsichas reformuladas com 100% de substituição do toucinho, demonstrando o potencial de aplicação das EG. Salcedo Sandoval et al. (2013), relataram que esse fator está intrinsicamente relacionado com a quantidade de água presente na formulação das EG (Tabela 2). Resultados semelhantes foram relatados em estudos utilizando emulsões gelificadas em hambúrgueres bovinos (Dias et al., 2021) e em salsichas (Chen et al., 2020; Botella-Martínez et al., 2021).

Para os valores de atividade de água, não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 6). Resultados similares foram encontrados por Botella-Martínez et al., 2021 para salsichas Frankfurt que utilizaram emulsões gelificadas contendo óleo de cânhamo e farinha de trigo sarraceno.

Tabela 6 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas nas características tecnológicas de salsichas tipo Frankfurt.

Características	CONT	C50	G50	C100	G100	Média	EPM
Atividade de água	0,965	0,966	0,967	0,969	0,971	0,968	0,001
Perda cozimento (%)	0,92 ^{ab}	1,85 ^{bc}	0,48 ^a	2,50 ^c	0,54 ^a	2,08	0,81
Estabilidade de emulsão							
Exsudado (%)	0,29	1,26	0,29	0,19	1,14	0,65	0,19
Gordura no exsudado (%)	95,35	94,22	72,81	67,38	90,33	83,42	5,10

Fonte: Do autor (2023).

Nota: CONT = controle (100% toucinho); C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; e G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina; EPM = erro padrão da média ($n = 3$).

^{a-c}Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Para os valores de atividade de água, não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 6). Resultados similares foram encontrados por Botella-Martínez et al., 2021 para salsichas Frankfurt que utilizaram emulsões gelificadas contendo óleo de cânhamo e farinha de trigo sarraceno.

Já a perda de cozimento apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) do controle e das diferentes emulsões gelificadas. Maiores valores foram obtidos para as amostras que continham carragena como hidrocoloide na emulsão gélida (C50 e C100) e estatisticamente iguais, C50 não diferir ($P > 0,05$) do controle. O fato das salsichas que continham gelatina em sua composição apresentou a menor ($P < 0,05$) perda por cozimento, não diferindo ($P > 0,05$) do controle, por ser atrelado ao fato da gelatina atuar como estabilizante, promovendo maior rendimento de cozimento, reduzir perdas de água e gordura devido sua capacidade de gelificação, fato relatado por Serdaroglu et al. 2016 e Serdaroglu; Nacak; Karabiyikoglu, 2017.

As salsichas também foram analisadas quanto a estabilidade de emulsão que pode ser explicada como a resistência das características a mudança ao longo do tempo, ou seja, relacionada com a capacidade da emulsão cárnea em reter água e gordura, garantindo textura final desejada durante o tempo de vida de prateleira do produto. Quanto maior a porcentagem do exsudado, menor a estabilidade da emulsão (SERDAROĞLU et al. 2016). A substituição do toucinho por EG não ocasionou diferenças ($P > 0,05$) na estabilidade de emulsão entre os tratamentos, ou seja, as EG independente da base de polissacarídeo ou proteína utilizado no hidrocolóide foram capazes de reter a água e gordura do produto final. Ainda alguns autores também relatam que a utilização do

hidrocoloides na EG (carragena e/ou gelatina), pode estar intrinsicamente ligada com a capacidade de impedir a exsudação da água, tendo um efeito aglutinante para os tratamentos com redução da gordura (BOTELLA-MARTÍNEZ et al. 2021; SERDAROĞLU; NACAĞ; KARABIYIKOĞLU, 2017; DE SOUZA PAGLARINI et al. 2019; D; ÖZTÜRK-KERIMOĞLU et al. 2021).

4.1.2 Perfil de textura das formulações

A textura é um importante fator para os consumidores de produtos cárneos, sendo um dos parâmetros de qualidade frequentemente afetados pela substituição do toucinho (sólida) por óleos vegetais (líquidos). Os resultados da análise de perfil de textura (TPA) estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas no perfil de textura.

Perfil de textura	CONT	C50	G50	C100	G100	Média	EPM
Dureza (N)	150,37 ^a	102,28 ^b	113,84 ^b	104,64 ^b	94,47 ^b	113,11	4,08
Coabilidade	0,55	0,51	0,47	0,53	0,49	0,51	0,01
Adesividade (N×mm)	1,12	0,82	0,71	0,59	0,29	0,70	0,10
Flexibilidade (mm)	14,52 ^a	14,58 ^a	14,80 ^{ab}	14,98 ^{ab}	15,33 ^b	14,84	0,10
Mastigabilidade (kN×mm)	1,18 ^a	0,77 ^b	0,79 ^b	0,81 ^b	0,71 ^b	0,85	0,04

Fonte: Do autor (2023).

Nota: CONT = controle (100% toucinho); C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; e G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina; EPM = erro padrão da média ($n = 3$).

^{a-c}Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

A adição da EG afetou ($P < 0,05$) apenas as propriedades de dureza, flexibilidade e mastigabilidade das salsichas. Menores valores de dureza foram observados para as salsichas adicionadas de EG, independente da concentração e da base gélida, diferindo ($P < 0,05$) do controle, sendo que esse comportamento pode estar relacionado com a diferente composição química das emulsões gélidas se comparado ao toucinho. Além disso, o aumento da porcentagem de água na fase aquosa da emulsão e redução da gordura pode causar uma textura mais macia a salsicha, menos dura. Achados semelhantes foram relatados por Serdaroglu et al. 2016, em que os emulsionados cárneos contendo EG preparadas com azeite de oliva apresentaram uma menor dureza em comparação ao grupo

controle, com redução de até 73,02% no tratamento com 100% de substituição. Por outro lado, resultados contrários foram obtidos por Nacak et al. 2021, que verificaram que embutidos cárneos emulsionados contendo EG com óleo de amendoim e linhaça apresentavam um aumento em 16,7% na dureza das amostras com 100% de substituição em comparação com o grupo controle.

Quanto a flexibilidade dos produtos, houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos, em que a G100 diferiu ($P < 0,05$) do controle e da C50. A mastigabilidade das amostras apresentou comportamento semelhante ao da dureza, sendo reduzido ($P < 0,05$) nos tratamentos com a EG e diferindo em relação ao controle, uma vez que pode ser afetada pela relação umidade/proteína dos produtos, no qual o aumento dessa proporção resulta em valores menores de mastigabilidade (NACAK et al. 2021; KAVUŞAN et al. 2020). Essa diminuição pode estar relacionada também ao perfil dureza, em razão dessas características estarem intrinsecamente relacionadas.

4.1.3 Perfil de ácidos graxos

Na Tabela 8 está apresentado o perfil de ácidos graxos do óleo de canola utilizado no experimento.

O óleo de canola apresentou um perfil de ácidos graxos interessante, com menor teor de ácido graxos saturados (10,14%) (ácido palmítico e esteárico) e maior teor de insaturados (94,58%). Cabe destacar que, dos ácidos graxos insaturados, a maior concentração de monoinsaturado, especialmente o ácido oleico, e poli-insaturados, principalmente o ácido linoleico. Portanto, pode-se confirmar o potencial do óleo de canola como uma alternativa promissora em emulsões gelificadas por apresentar um excelente perfil lipídico.

Tabela 8 - Perfil dos principais ácidos graxos (%) do óleo de canola utilizado no experimento.

Ácidos graxo		Média	Desvio-padrão
Ác. Mirístico	C14:0	0,06	0,00
Ác. Pentadecanóico	C15:0	0,02	0,00
Ác. Palmítico	C16:0	4,50	0,29
Ác. Palmitoleico	C16:1	0,19	0,01
Ác. Margárico	C17:0	0,04	0,01
Ác. Heptadecenóico	C17:1	0,06	0,00
Ác. Esteárico	C18:0	4,80	1,04
Ác. Oleico	C18:1	62,99	1,21
Ác. Linoléico	C18:2 ω -6	19,50	2,88
Ác. Linolênico	C18:3 ω -3	0,57	0,03
Ác. Araquídico	C20:0	0,43	0,09
Ác. Eiscosenóico	C20:1	10,67	2,31
Ác. Eiscosadienóico	C20:2 ω -6	0,06	0,01
Ác. Eiscosatrienóico	C20:3 ω -6	0,36	0,08
Ác. Araquidônico	C20:4 ω -6	0,15	0,09
Ác. Eiscosapentaenóico	C20:5 ω -3	0,04	0,02
Ác. Eurícico	C22:1	0,16	0,01
Ác. Lignocérico	C24:0	0,13	0,01
Σ Saturados	SAT	10,14	0,69
Σ Monoinsaturados	MINS	63,82	0,95
Σ Poli-insaturados	PINS	30,76	5,30
Σ Insaturados totais	INS	94,58	4,35
Σ Ômega-3	ω -3	19,90	2,98
Σ Ômega-6	ω -6	10,80	2,31

Fonte: Do autor (2023).

Na tabela 9 está apresentado o perfil lipídico das salsichas tipo Frankfurt elaboradas com o toucinho (controle) e com as emulsões gelificadas a base de carragena (C50 e C100) e a base de gelatina (G50 e G100).

Tabela 9 - Tabela 9 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas no perfil de ácidos graxos (%)¹ de salsichas tipo Frankfurt.

Ácidos graxo		CONT	C50	G50	C100	G100	Média	EPM
Ác. Mirístico	C14:0	1,16	0,90	0,84	0,45	0,22	0,72	0,14
Ác. Pentadecanóico	C15:0	0,54	nd	0,96	nd	0,82	0,47	0,16
Ác. Palmítico	C16:0	20,13 ^a	10,57 ^b	10,53 ^b	8,77 ^{bc}	7,59 ^c	11,52	1,50
Ác. Palmitoleico	C16:1	0,98 ^a	0,73 ^{ab}	0,84 ^{ab}	nd	0,62 ^b	0,63	0,12
Ác. Margárico	C17:0	0,24	nd	nd	nd	nd	0,08	0,05
Ác. Heptadecenóico	C17:1	0,72 ^a	0,71 ^a	0,56 ^{ab}	nd	0,11 ^b	0,42	0,11
Ác. Esteárico	C18:0	11,85 ^a	12,78 ^a	9,71 ^{ab}	7,92 ^b	7,10 ^b	9,87	0,77
Ác. Oleico	C18:1 ω -9	43,14 ^a	45,44 ^b	47,18 ^b	55,43 ^c	56,26 ^c	49,49	1,92
Ác. Linoléico	C18:2 ω -6	18,00 ^{ab}	21,22 ^{ab}	21,89 ^{ab}	24,80 ^b	23,19 ^b	21,82	0,83
Ác. Linolênico	C18:3 ω -3	0,97 ^a	5,55 ^b	5,47 ^b	5,77 ^b	6,77 ^b	4,91	0,68
Ác. Eiscosadienóico	C20:2 ω -6	0,46	0,36	0,46	0,24	0,23	0,35	0,04
Ác. Araquidônico	C20:4 ω -6	0,43 ^a	0,18 ^b	0,16 ^{bc}	0,12 ^c	0,11 ^c	0,20	0,04
Σ Saturados	SAT	33,93 ^a	24,25 ^b	22,20 ^b	17,14 ^c	15,73 ^c	22,65	2,19
Σ Monoinsaturados	MINS	44,83 ^a	46,88 ^b	48,59 ^b	55,43 ^c	56,99 ^c	50,54	1,75
Σ Poli-insaturados	PINS	19,86 ^a	30,90 ^b	29,28 ^b	27,35 ^b	29,00 ^b	27,28	1,37
Σ Insaturados totais	INS	64,69 ^a	77,78 ^b	76,87 ^b	82,78 ^c	85,99 ^c	77,82	2,51
Σ Ômega-6	ω -6	18,89 ^a	21,58 ^{ab}	22,22 ^{ab}	25,35 ^b	23,80 ^b	22,37	0,81
Σ Ômega-3	ω -3	0,97 ^a	5,55 ^b	5,47 ^b	5,77 ^b	6,77 ^b	4,91	0,68
Razão INS/SAT		1,91 ^a	3,15 ^b	3,62 ^b	4,84 ^{bc}	5,49 ^c	3,80	0,43
Razão PINS/SAT		0,59 ^a	1,29 ^b	1,33 ^b	1,60 ^{bc}	1,85 ^c	1,33	0,15
Razão ω -6/ ω -3		19,59 ^a	4,60 ^b	4,35 ^b	3,74 ^b	3,28 ^b	7,11	2,09
Aterogenicidade		0,38 ^a	0,19 ^b	0,17 ^{bc}	0,13 ^{cd}	0,10 ^d	0,19	0,03
Trombogenicidade		0,38 ^a	0,26 ^b	0,21 ^b	0,14 ^c	0,14 ^c	0,23	0,03

Fonte: Do autor (2023).

Nota: nd = não detectado; e EPM = erro padrão da média.

¹Porcentagem do total de ácidos graxos.^{a-d}Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Como esperado e confirmado anteriormente (Tabela 8), o óleo vegetal de canola apresenta um excelente perfil lipídico, modificando positivamente ($P < 0,05$) os tratamentos reformulados com EG. A substituição parcial e total da gordura suína reduz ($P < 0,05$) a quantidade de AGS, dependendo da porcentagem adicionada de EG as salsichas, houve redução de aproximadamente 52%, como observado para os tratamentos C100 e G100. A principal razão desse decréscimo foi o perfil de ácidos graxos presente na EG, uma vez que o ácido oleico e linoléico foram os ácidos graxos mais abundante no óleo de canola (Tabela 8) e os que apresentaram maior aumento (de 43,14% no CONT

para 55,43 e 56,26% nas amostras C100 e G100 para o ω -9 e, de 18% no CONT para 24,80 e 23,19% nas amostras C100 e G100 para o ω -6, respectivamente) nas salsichas reformuladas.

A mesma tendência foi relatada por Botella-Martínez et al. (2021) para salsichas Frankfurt que utilizaram emulsões gelificadas contendo óleo de cânhamo e farinha de trigo sarraceno, o teor de AGS foi reduzido em 60% e o teor de PINS aumentado 75% para o tratamento com 100% de substituição em comparação com o controle.

A proporção de PINS/SAT, quanto a razão de ω -6/ ω -3 são parâmetros amplamente estudados, devido a sua importância em determinar a qualidade nutricional das frações lipídicas e sua relação de consumo associado a doenças cardiovasculares. A ingestão de uma dieta adequada de ácidos graxos ω -6 e ω -3, está associada a redução de doenças cardiovasculares (SANTOS et al., 2013), prevenção/tratamento de doenças como: coronárias, hipertensão, diabetes, artrite e outras condições inflamatórias e autoimunes (PERINI et al. 2010), porém, o desequilíbrio de consumo na proporção ω -6/ ω -3 também pode provocar efeitos adversos à saúde. Originalmente a relação ω -6/ ω -3 era de 1:1 a 2:1, hoje devido a mudança nos hábitos alimentares essa proporção pode chegar de 15:1 a 40:1 em nossas dietas modernas (SANTOS et al., 2013), por isso, se faz necessário a diminuição dessa proporção.

Assim, recomenda-se que a razão de ω -6/ ω -3 seja inferior a 4 (BOTELLA-MARTÍNEZ et al., 2021). Como resultado, as salsichas reformuladas C100 e G100, apresentaram valores 3,74 e 3,28, respectivamente, ambas abaixo da razão recomendada, indicando que a substituição total da gordura suína por GE foi eficaz em reduzir a relação ω -6/ ω -3, resultando em um perfil mais saudável. Resultado similar foi obtido por Botella-Martínez et al. (2021) em que houve diminuição nos valores da proporção de ω -6/ ω -3 nas salsichas com maiores substituições do toucinho por EG contendo óleo vegetal de cânhamo e farinha de trigo sarraceno.

Em relação a razão de PINS/SAT, é recomendada que seja superior a 0,4 (BOTELLA-MARTÍNEZ et al., 2021), para uma boa fração lipídica dos produtos alimentícios. Todas as amostras estudadas estão dentro do limite recomendado ($p < 0,05$), mas na substituição total obteve-se maiores valores, independentemente da base de estruturação.

O índice aterogênico (IA) e o índice trombogênico (IT) são dois parâmetros de relevância para avaliar possíveis benefícios à saúde em produtos cárneos. O IA é descrito como o risco de aterosclerose e o IT é o indicador de potencial agregação de plaquetas

sanguíneas (LÓPEZ-LÓPEZ et al., 2011). A substituição do toucinho exerceu uma influência positiva sobre esses parâmetros, uma vez que ambos diminuíram significativamente ($p < 0,05$) à medida que o nível de EG aumentou, indicando uma redução nos fatores de risco cardiovascular.

4.1.4 pH, oxidação lipídica e cor

Como observado na Tabela 10, nenhum dos fatores estudados foi afetado pela interação tratamento e tempo de armazenamento ($P > 0,05$), apenas pelos efeitos tratamento e/ou tempo de armazenamento isoladamente ($P < 0,05$).

Para o pH, foi observado efeito ($P < 0,05$) durante o tempo de armazenamento, diminuindo aos 60 dias.

A oxidação lipídica representa a modificação não microbiana mais significativa que ocorre durante o armazenamento de produtos cárneos, induzindo o alimento a descoloração, formação de compostos tóxicos, sabor desagradável, perda de nutrientes e redução da vida de prateleira. Todos os tratamentos apresentaram valores de TBARS entre 0,53 a 0,63 mg MAD/Kg de amostra, ou seja, abaixo do limite de detecção sugerido de rancidez (TBARS $> 1,0$ mg MAD/Kg de amostra) (VERMA; SAHOO, 2000). Além disso, observou-se que a oxidação lipídica foi afetada pelo tempo de armazenamento ($P < 0,05$), ocorrendo uma redução aos 60 dias. Desta forma, nota-se que a incorporação do óleo de canola nas salsichas não promoveu aumento na oxidação do produto ao decorrer do armazenamento, ainda, mesmo que o óleo de canola possui alto teor INS e PINS em sua composição (Tabela 9), o que poderia tornar mais susceptíveis a oxidação lipídica. Alejandre et al. (2019), Dias et al. (2021), Botella-Martínez et al. (2021), atribuem esse efeito ao fato de a EG conferir certa proteção as gotículas de óleo encapsuladas durante o processo de emulsão, retardando a oxidação lipídica. Ambos os autores relataram tendência semelhante no efeito protetor contra oxidação lipídica, onde maiores valores de TBARS foram encontrados no controle em relação aos demais tratamentos contendo a emulsão gélida.

Tabela 10 - Efeitos da substituição do toucinho por emulsões gelificadas nos valores de pH, oxidação lipídica (TBARS) e índices de cor de salsichas tipo Frankfurt durante o armazenamento de 0,30 e 60 dias, refrigerado (4 °C).

Efeitos	pH	TBARS (mg MAD/Kg)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i> (°)
Tratamentos,							
T							
CONT	6,10	0,63	71,26 ^a	7,17 ^a	13,15 ^a	14,98 ^a	61,42 ^a
C50	6,14	0,62	74,15 ^{bc}	6,23 ^{bc}	13,15 ^{bc}	14,56 ^a	64,68 ^{bc}
G50	6,20	0,58	73,34 ^b	6,79 ^{ab}	13,47 ^{ab}	15,12 ^a	63,39 ^{ab}
C100	6,08	0,61	75,89 ^d	5,61 ^c	12,85 ^c	14,03 ^a	66,45 ^c
G100	6,15	0,53	75,15 ^{cd}	6,06 ^{bc}	13,56 ^{bc}	14,85 ^a	65,95 ^{bc}
Dias, D							
0	6,37 ^a	0,62 ^a	73,95	6,35	12,98 ^a	14,48	64,04
30	6,23 ^b	0,66 ^a	74,01	6,31	13,32 ^b	14,75	64,70
60	5,80 ^c	0,50 ^b	73,77	6,51	13,45 ^b	14,96	64,25
EPM	0,04	0,02	0,31	0,13	0,06	0,10	0,43
Pr>F¹							
T	<i>0,694</i>	<i>0,454</i>	<0,001	0,004	0,001	0,003	0,003
D	<0,001	0,008	<i>0,980</i>	<i>0,903</i>	0,006	<i>0,134</i>	<i>0,786</i>
T×D	<i>0,628</i>	<i>0,786</i>	<i>0,998</i>	<i>0,997</i>	<i>0,894</i>	<i>0,936</i>	<i>1,000</i>

Nota: CONT = controle (100% toucinho); C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; e G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina; TBARS = substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; MAD = malondialdeído; *L** = Luminosidade; *a** = índice de vermelho; *b** = índice de amarelo; *C** = Saturação; *h* = ângulo de tonalidade; e EPM = erro padrão da média (*n* = 9).

¹ Valores significantes ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-d}Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna para o mesmo efeito, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

O parâmetro de cor, é uma das propriedades físicas mais estudados em produtos cárneos, sendo um dos principais fatores de qualidade e influência no momento da compra pelos consumidores. O parâmetro de cor índice amarelo (*b**) foi afetado pelo tratamento e pelo tempo de armazenamento isoladamente ($P < 0,05$), enquanto os demais parâmetros (*L**, *a**, *C** e *h*) ($P < 0,05$) (Tabela 9). De maneira geral, as salsichas tipo foram afetados apenas pelo tratamento Frankfurt com as EG apresentaram se mais claras (maiores valores de *L**) ($P < 0,05$) se comparado ao CONT, principalmente aquelas com 100% de substituição, o que era esperado devido ao fato das emulsões gélidas apresentarem coloração esbranquiçada como demonstrado na figura 9. Alguns autores Alejandro et al., 2019; Poyato et al., 2014, descrevem que a maior reflexão da luz está relacionada com a diferença do diâmetro das gotículas dos lipídeos. O glóbulo do óleo presente na emulsão gélida tem diâmetro menor que comparado com o toucinho, ou seja, refletindo mais a luz.

Figura 9 – Géis a base de carragena (a) e gelatina (b).



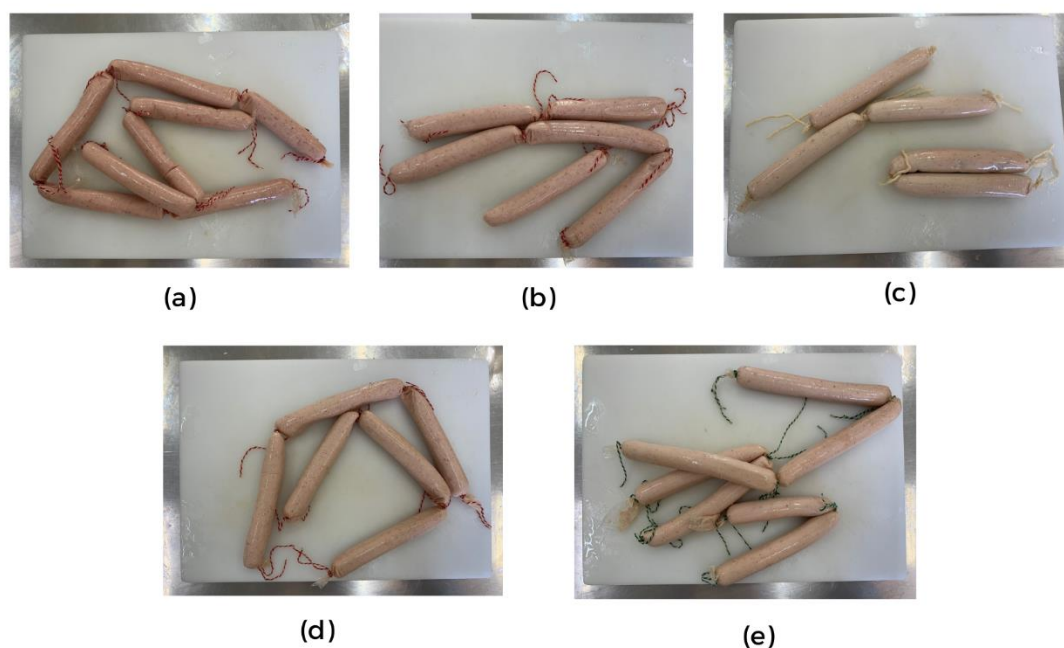
(a)

(b)

Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 10, está apresentado as imagens das salsichas reformuladas. À medida que a porcentagem de substituição da EG aumenta, observa-se uma diminuição significativa ($P < 0,05$) nos valores índice vermelho (a^*) em comparação ao CONT, exceto para o G50 ($P > 0,05$) que é similar ao CONT. Nacak et al. (2021), descreve que esse comportamento está associado a diferença de cor da EG e gordura. Os tratamentos com 50% de substituição (C50 e G50) resultaram em produtos com tonalidade mais avermelhada em comparação com as salsichas com substituição total, entretanto, os valores obtidos ainda foram inferiores ao do CONT. Por outro lado, os valores de b^* apresentaram um comportamento inverso, observando-se um aumento ($P < 0,05$) nos valores quando utilizada uma maior quantidade de emulsão O/A nas salsichas, mas novamente o tratamento G50 ($P > 0,05$) foi similar ao CONT. O que pode estar relacionado à coloração mais amarelada da EG a base de gelatina. Além disso, ao longo do tempo de armazenamento, apenas o b^* diminuiu aos 30, não se alterando aos 60 dias.

Figura 10 - Salsichas Tipo Frankfurt



Fonte: Do autor (2023).

Nota: (a) controle com 100% de toucinho; (b) C50 e (c) C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; (d) G50 e (e) G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina.

Quanto a saturação, apenas o tratamento C100 apresentou menor intensidade de cor ($P < 0,05$). Para a tonalidade, observou-se que o tratamento G50 apresentou tonalidade avermelhada similar ao CONT (menores valores de h°), enquanto que os demais tratamentos se caracterizaram por uma tonalidade mais amarelada ($P < 0,05$).

4.2 Perfil sensorial e aceitação

A substituição do toucinho e a mudança no perfil lipídico em produtos emulsionados é um processo desafiador em virtude das alterações na qualidade sensoriais do produto final. No entanto, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para 9 características dos atributos avaliados, não contribuindo para discriminar os tratamentos. Os consumidores perceberam diferenças ($P < 0,05$) para 12 características sensoriais dos tratamentos avaliados, selecionando-as de maneira distintas, sendo duas características do atributo aparência (pálida e rosada), duas de aroma (suave e característico de salsicha), três de sabor (gorduroso/oleoso, suave e gosto salgado) e cinco de textura (macia, gelatinosa, presença de grumos, gordurosa/oleosa e borrachenta) (Tabela 11).

Tabela 11 - - Tabela de Contingência dos atributos para cada tratamento e p-valor do teste Q de Cochran.

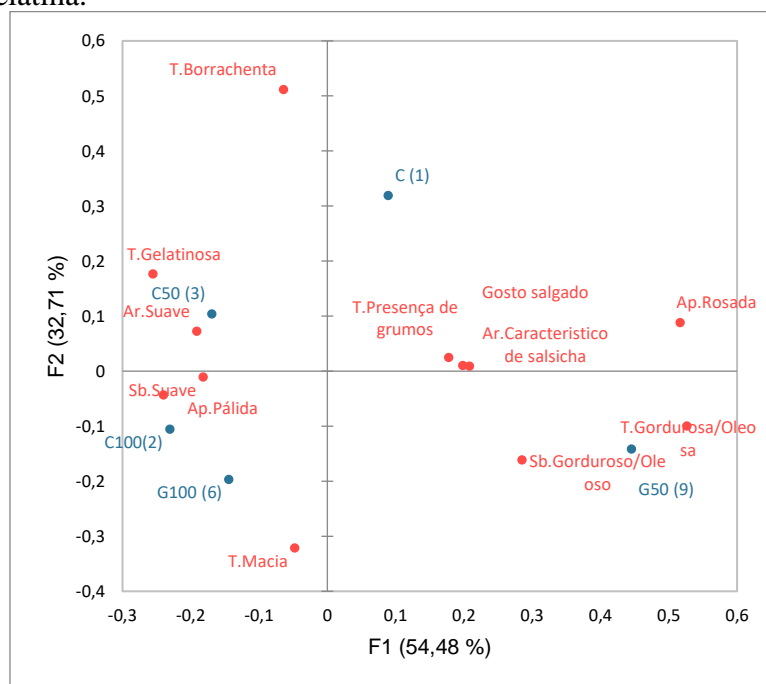
Tratamento/atributo	CONT	C50	G50	C100	G100	P-valor¹
Ap. Pálida	71	84	44	91	95	<0,0001
Ap. Rosada	44	29	66	19	14	<0,0001
Ap. Uniforme	20	17	15	16	21	0,635
Ap. Superfície Brilhante	14	12	14	8	6	0,199
Ar. Suave	51	53	26	46	51	0,000
Ar. Característico de Salsicha	39	32	46	31	26	0,009
Ar. Cozido	32	37	30	42	36	0,241
Ar. Suíno	38	31	39	37	41	0,570
Ar. Temperado	14	16	22	15	14	0,452
Gt. Salgado	31	18	32	16	27	0,004
Sb. Temperado	51	55	48	47	61	0,233
Sb. Gorduroso/oleoso	12	6	20	13	11	0,037
Sb. Suave	31	42	25	43	33	0,032
Sb. Suíno	38	40	40	37	38	0,985
Sb. Característico de Salsicha	28	33	40	27	39	0,144
T. Macia	25	55	68	69	75	<0,0001
T. Gelatinosa	21	33	12	31	8	<0,0001
T. Presença de Grumos	32	20	35	22	24	0,040
T. Gordurosa/oleosa	11	7	20	2	11	0,000
T. Borrachenta	54	36	13	18	18	<0,0001
T. Arenosa	7	4	5	6	11	0,266

Fonte: Do autor (2023).

¹Valores significantes ($P < 0,05$) de acordo com o teste Q de Cochran foram representados em negrito.

A partir disso, um gráfico de análise de correspondência (CA) (Figura 11) foi gerado com os doze atributos significativos para discriminar os tratamentos. O primeiro e o segundo fatores do gráfico CA do CATA representam 87,19% da variabilidade dos dados experimentais. Verifica-se que os consumidores foram capazes de detectar diferenças sensoriais nos tratamentos, principalmente em relação a textura, sendo formado quatro grupos pelos F1 e F2: 1) salsichas elaboradas com 50% de EG a base de gelatina (G50), que se caracterizam por sabor e textura gordurosa/oleosa; 2) salsichas elaboradas com toucinho (CONT), caracterizam por aroma característico de salsicha e gosto salgado; 3) salsichas com 50% de EG a base de carragena (C50), caracterizam por aroma suave e textura gelatinosa e 4) salsichas com 100% de EG a base de carragena (C100) e de gelatina (G100) descritas por sabor suave, aparência pálida e textura macia. De acordo com F2 observa-se que textura borrachenta se correlaciona com o controle.

Figura 11- Representação dos atributos e dos tratamentos de salsichas elaboradas com substituição da gordura animal suína por emulsão gelificada de carragena e gelatina.



Nota: Do autor (22023).

Nota: T. Borrachenta (Textura Borrachenta); T. Gelatinosa (Textura Gelatinosa); T. Presença de grumos (Textura Presença de grumos); T. Macia (Textura Macia); T Gordurosa/Oleosa (Textura Gordurosa/Oleosa); Sb. Gorduroso/Oleoso (Sabor gorduroso/Oleoso); Sb. Suave (Sabor Suave); Ar. Suave (Aroma Suave); Ar. Característico de Salsicha (Aroma Característico de Salsicha); Ap. Pálida (Aparência Pálida); Ap. Rosada (Aparência Rosada); Sb. Gosto Salgado (Gosto Salgado).

As salsichas contendo maior porcentual de emulsão gélica foram descritas sensorialmente como pálidas, sendo confirmado pelos resultados dos parâmetros instrumentais de cor que demonstraram alterações significativas com a inclusão da EG (Tabela 9), essa característica visual pode estar relacionada com as cores dos géis adicionado à matriz cárnea. A textura foi o atributo sensorial mais influenciado pela reformulação das salsichas tipo Frankfurt, neste caso, as amostras contendo EG, especialmente aquelas com 100% de adição, apresentaram-se macias devido a porcentagem de água presente na fase aquosa, enquanto que o CONT foi caracterizado pela textura borrachenta. Esses parâmetros sensoriais condizem com os valores apresentados na Tabela 6, no qual maiores valores de mastigabilidade e dureza foram atribuídos ao CONT.

Na Tabela 12, estão descritos os resultados para o teste de aceitação quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global das salsichas. Em relação ao atributo de aparência, o G50 foi o que obteve maior nota entre “gostei ligeiramente a

moderadamente”, sendo similar ao CONT. Os tratamentos com 100% de substituição, independentemente da base da emulsão, foram os menos aceitos, o que se justifica pelo fato de terem sido descritos por aparência pálida no CATA. Quanto ao aroma, os tratamentos a base de carragena (C50 e C100) e G50 foram similares ($P > 0,05$) ao CONT.

Pelo teste de aceitação foi confirmado novamente que o atributo textura é extremamente importante para o consumidor, em que a amostra CONT foi a menos aceita e que está altamente correlacionada pelo descritor textura borrachenta pelo F2 do CA do CATA (Figura 11) e pela dureza dos parâmetros de TPA (Tabela 6). Desta forma, o uso de EG a base de carragena e gelatina se mostram ainda mais viáveis em salsichas por contribuírem sensorialmente e tecnologicamente com a textura.

Contudo, observa-se que as emulsões gelificadas a base de carragena e gelatina tem grande potencial de aplicação, principalmente a G50, por se assemelharem ao produto convencional com o toucinho, sendo sensorialmente aceitas pelos consumidores não apresentam diferenças significativas ($P > 0,05$) em relação aos atributos de sabor e impressão global. Além disso, houve melhora da textura e do perfil lipídico com maiores concentrações de ácidos graxos insaturados.

Tabela 12 - Médias (\pm desvio-padrão) das notas para aceitação dos atributos sensoriais das salsichas elaboradas.

Atributos	C	C50	G50	C100	G100
Aparência	5,72 \pm 1,51 ^{bc}	5,24 \pm 1,86 ^{ab}	6,14 \pm 1,69 ^c	4,84 \pm 1,78 ^a	5,06 \pm 1,66 ^a
Aroma	6,04 \pm 1,79 ^b	5,97 \pm 1,74 ^{ab}	5,66 \pm 1,92 ^{ab}	5,80 \pm 1,79 ^{ab}	5,45 \pm 1,73 ^a
Sabor	6,44 \pm 1,76	6,70 \pm 1,68	6,53 \pm 2,13	6,58 \pm 1,65	6,83 \pm 1,76
Textura	5,37 \pm 1,88 ^a	6,22 \pm 1,74 ^b	6,45 \pm 1,93 ^b	6,35 \pm 1,82 ^b	6,81 \pm 1,79 ^b
Impressão global	6,11 \pm 1,65	6,45 \pm 1,52	6,53 \pm 1,73	6,35 \pm 1,57	6,55 \pm 1,61

Fonte: Do autor (2023).

Nota: C = controle com 100% de toucinho; C50 e C100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de carragena; G50 e G100 = substituição de 50 e 100% do toucinho, respectivamente, por emulsão gélida a base de gelatina.

^{a-d} Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

De modo geral, as salsichas tipo Frankfurt obtiveram pontuações sensoriais que forneceram indícios promissores para a reformulação de produtos cárneos emulsionados com teor reduzido de gordura e um perfil aprimorado de ácidos graxos, por meio do uso de géis de emulsão, sem comprometer a qualidade sensorial.

5 CONCLUSÃO

Foi observada uma redução no teor de gordura nas salsichas, resultando em uma diminuição de aproximadamente 31% na gordura total e 53% nos ácidos graxos saturados quando atingida a substituição completa. Além disso, observou-se uma melhoria nas razões de PINS/SAT e ω -6/ ω -3, bem como nos índices de aterogenicidade e trombogenicidade. O perfil lipídico das salsichas tipo Frankfurt resultou em proporções nutricionais mais favoráveis, não apresentando oxidação lipídica significativa em nenhum dos percentuais substituídos, apesar da substituição por óleos mais susceptíveis.

Os resultados experimentais obtidos neste estudo sugerem que a substituição integral do toucinho pela emulsão à base de gelatina (G100) na salsicha emerge como uma estratégia notável para obter uma redução substancial na quantidade de gordura e uma melhoria significativa no perfil lipídico. Apesar das modificações nos parâmetros de textura, as salsichas G100 foram recebidas de forma mais favorável pelo painel de avaliadores do que o controle.

Os resultados no presente trabalho sugerem que ambas as emulsões gelificadas preparadas a base de carragena e gelatina com óleo de canola, apresentam potencial substituto para gordura animal em reformulação de salsichas tipo Frankfurt, obtendo bons resultados tecnológicos e sensoriais. Portanto, este estudo apresenta resultados e informações relevantes para a indústria cárnea. No entanto, é importante ressaltar que estudos de vida útil do produto seriam necessários para confirmar esses resultados em salsichas reformuladas, bem como avaliar a estabilidade e a qualidade microbiológica durante o armazenamento.

6 REFERÊNCIAS

ALEJANDRE, Marta; ASTIASARÁNA, Iciar; ANSORENAA, Diana; BARBUTB, Shai. Using canola oil hydrogels and organogels to reduce saturated animal fat in meat batters. **Food Research International**, v. 122, p. 129-136, 2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Washington: 20th ed. v.2. 2016.

BAYLÃO, Lizia Baruque; ARAÚJO, Diego Vinicius; FERREIRA, Raissa de Melo Matos. Ingestão de ácidos graxos e seu impacto no risco cardiovascular. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 2, n. 8, p. e28578-e28578, 2021.

BACKES, Angela Maria; CAVALHEIRO, Carlos Pasqualin; STEFANELLO; LUDTKE, Fernanda Luísa; TERRA, Nelcindo Nascimento; Flávia Santi; FRIES, Leadir Lucy Martins. Chemical composition, microbiological properties, and fatty acid profile of Italian-type salami with pork backfat substituted by emulsified canola oil. **Ciência Rural**, v. 47, 2017.

BARBUT, S.; WOOD, J.; MARANGONI, A. Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. **Meat Science**, v.122, p.155–162, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (Anvisa). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC no 272, de 14 de março de 2019. Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (Anvisa). Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004, Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviço de Alimentação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, estabelece os Requisitos Técnicos para Declaração da rotulagem nutricional nos Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº4 de 31 de março de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Processada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000.

BRASIL. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Brasília, 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt->

br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/decreto-no-9-013-de-29-03-2017.pdf/view. Acesso em: 01 de julho de 2023.

BUI, Viet T.N.T; NGUYEN, Bach T.; NICOLAI, Taco; RENO, Frédéric. Mixed iota and kappa carrageenan gels in the presence of both calcium and potassium ions. **Carbohydrate polymers**, v. 223, p. 115107, 2019.

BOTELHA-MARTINEZ, C.; Viuda-Martos, M.; Pérez-Álvarez, J.A.; Fernández-López, J. Total and Partial Fat Replacement by Gelled Emulsion (Hemp Oil and Buckwheat Flour) and Its Impact on the Chemical, Technological and Sensory Properties of Frankfurters. **Foods** 2021, 10, 1681.

CHEW, Sook Chin. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality. **Food Research International**, v. 131, p. 108997, 2020.

CHEN, Yichun; JIA, Xiwen; SUN, Fangda; JIANGA, Shuai; LIU, Haotian; LIU, Qian; KONG, Baohua. Using a stable pre-emulsified canola oil system that includes porcine plasma protein hydrolysates and oxidized tannic acid to partially replace pork fat in frankfurters. **Meat Science**, v. 160, p. 107968, 2020.

CÂMARA, Ana Karoline Ferreira Ignácio; OKURO, Paula Kiyomi; DA CUNHA, Rosiane Lopes; HERRERO, Ana Maria; RUIZ-CAPILLAS, Claudia; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues. Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization. **Lwt**, v. 125, p. 109193, 2020.

CONFORTIN, T. C.; TODERO, I.; LUFT, L.; UGALDE, G. A.; MAZUTTI, M. A.; OLIVEIRA, Z. B.; BOTTEGA, E. L.; KNIES, A. E.; ZABOT, G. L.; TRES, M. V. Oil yields, protein contents, and cost of manufacturing of oil obtained from different hybrids and sowing dates of canola. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.7, n.2, p.102-972, 2019.

DA SILVA, Suelem Lima; AMARAL, Júlia Tomazzetti; RIBEIRO, Marcely; SEBASTIÃO, Elen Endler; VARGAS, Carlos; FRAZEN, Felipe de Lima; SCNEIDER, Gabrielle; LORENZO, José Manuel; FRIES, Leadir Lucy Martins; CICHOSKI, Alexandre José; CAMPAGNOL, Paulo Cesar Bastianello. 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**, v. 149, p. 141-148, 2019.

DE ARAÚJO, Matheus Jevuks; RODRIGUES, Rômulo Eufrosio de Alencar; NETA, Adélia da Costa Pereira de Arruda; FERREIRA, Flávia Emilia Leite Lima; DE LIMA, Rafaela Lira Formiga Calvalcante; VIANNA, Rodrigo Pinheiro de Toledo; MOREIRA, Lucas Vasconcelo Leitão; NETO, José Moreira da Silva; MOREIRA, Patrícia Vasconcelos Leitão Moreira. The direct and indirect costs of cardiovascular diseases in Brazil. **Plos one**, v. 17, n. 12, p. e0278891, 2022.

DE CARVALHO, Nathália Bonaretti Mafra; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues; SANTOS, Mirian. Obtenção de géis lipídicos para aplicação em produtos cárneos emulsionados. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, n. 26, 2018.

DIAS, Maiara Fonseca; GUIMARÃES, Angélica Sousa; SILVA, Augusto Aloísio Benevenuto Júnior; SILVA, Vanessa Riani Olmi; FONTES, Paulo Rogério; RAMOS, Alcinéia de Lemos Souza; RAMOS, Eduardo Mendes. Canola and olive oil gelled emulsions as pork fat replacers in beef burgers. **British Food Journal**, 2021.

DIAS, Maiara Fonseca. **EMULSÕES GELIFICADAS DE ÓLEOS VEGETAIS COMO SUBSTITUTO PARCIAL DA GORDURA SUÍNA E USO DE EXTRATO DE ALECRIM EM HAMBÚRGUERES**. Orientador: Eduardo Mendes Ramos. 2019. 90 p. Dissertação (Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos.) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2019.

DOS SANTOS, Mirian; OZAKI, Maristela Midori; RIBEIRO, Wanessa Oliveira; DE SOUZA PAGLARINI, Camila; VIDAL, Vitor Andre Silva; CAMPAGNOL, Paulo Cezar Bastianello; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues. Emulsion gels based on pork skin and dietary fibers as animal fat replacers in meat emulsions: An adding value strategy to byproducts. **Lwt**, v. 120, p. 108895, 2020.

DJURICIC, Ivana; CALDER, Philip C. Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2421, 2021.

DE SOUZA PAGLARINI, Camila; FURTADO, Guilherme de Figueiredo; HONÓRIO, Alice Raissa; MOKARZEL, Letícia; VIDAL, Vitor Andre Silva; RIBEIRO, Ana Paula Badan; CUNHA, Rosiane Lopes; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues. Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. **Food structure**, v. 20, p. 100105, 2019.

ELAGIZI, Andrew et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health: a comprehensive review. *Progress in cardiovascular diseases*, v. 61, n. 1, p. 76-85, 2018.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Juana; LUCAS-GONZÁLEZ, Raquel Lucas; VIUDA-MARTOS, Manuel; SAYAS-BARBERÀ, Estrella; NAVARRO, Casilda; HAROS, Claudia M.; PÉREZ-ÁLVEZ, José A.. Chia (*Salvia hispanica* L.) products as ingredients for reformulating frankfurters: Effects on quality properties and shelf-life. **Meat science**, v. 156, p. 139-145, 2019.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

GANESAN, K.; SUKALINGAM, K.; XU, B. Impact of consumption and cooking manners of vegetable oils on cardiovascular diseases- A critical review. **Trends in Food Science and Technology**, v.71, p.132–154, 2018.

GARCIA-ALOY, Mar et al. Biomarcadores da ingestão alimentar de nozes e óleos vegetais: uma extensa pesquisa na literatura. **Genes & Nutrição**, v. 14, n. 1, pág. 1-21, 2019.

GONÇALVES, Bruna Néria Azevedo; SILVA, Karina Vila Verde; SCHMIELE, Marcio; ANDRADE, Monalisa Pereira Dutra. Géis de emulsão como substitutos de gordura

saturada em emulsionados cárneos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e35511629207-e35511629207, 2022.

HAN, M.; BERTRAM, H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, v.133, p.159–165, 2017.

HAM, Youn-Kyung; SONG, Dong-Heon; NOH, Sin-Woo; GU, Tae-Wan; LEE, ee-Hyeok; KIM, Tae-Kyung; CHOI, Yun-San; KIM, Hyun-Wook. et al. Effects of gelatin hydrolysates addition on technological properties and lipid oxidation of cooked sausage. **Food Science of Animal Resources**, v. 40, n. 6, p. 1033, 2020.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v.22, n.6, p.475-476, 1973.

HUGHES, E.; COFRADES, S., TROY, D. J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**, Barking, v. 45, n. 3, p. 2730281, Mar. 1997.

HADDAD, Gabriela de Barros Silva. **Efeito do Congelamento nos Processos de Maturação Úmida e a Seco da Carne de Gado Zebuino**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2020.

JORGE, Neuza. Química e tecnologia de óleos vegetais. **São Paulo: Cultura Acadêmica**, v. 1, p. 165, 2009.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; SALCEDO-SANDOVAL, L.; BOU, R.; COFRADES, S.; HERRERO, A. M.; RUIZ-CAPILLAS, C. Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v.44, n.2, p.177–188, 2015.

KAUR, Ramandeep; SHARMA, Minaxi. Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 62, p. 103527, 2019.

KURTZ, Paulo Odilon. **Sementes de canola em diferentes estágios de maturação**. Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1489001/sementes-de-canola>. Acesso em: 9 jun. 2023.

KAVUŞAN, Hülya Serpil; SERDAROGLU, Maltrem; NACAĞ, BERKER; IPEK, Gamze. An approach to manufacture of fresh chicken sausages incorporated with black cumin and flaxseed oil in water gelled emulsion. **Food science of animal resources**, v. 40, n. 3, p. 426, 2020.

KODALI, Dharma R. Trans fats: Health, chemistry, functionality, and potential replacement solutions. In: **Trans fats replacement solutions**. AOCS Press, 2014. p. 1-39.

LEE, Chang Hoon; CHIN, Koo Bok. Effects of pork gelatin levels on the physicochemical and textural properties of model sausages at different fat levels. **LWT**, v. 74, p. 325-330, 2016.

LEITE, Beatriz Figueiredo; JAMAR, Giovana; CARANTI, Danielle Arisa. Efeito dos ácidos graxos na Síndrome Metabólica: uma revisão de literatura. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.**, p. 113-129, 2014.

LI, Liang; NI, Rui; SHAO, Yang; MAO, Shirui. Carrageenan and its applications in drug delivery. **Carbohydrate polymers**, v. 103, p. 1-11, 2014.

LÓPEZ-LÓPEZ, I; CAFRADES, S.; CAÑEQUE, V.; DÍAZ, M.T.; LÓPEZ, O.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.. Effect of cooking on the chemical composition of low-salt, low-fat Wakame/olive oil added beef patties with special reference to fatty acid content. **Meat Science**, v. 89, n. 1, p. 27-34, 2011.

MALTA, Deborah Carvalho; MORAIS NETO, Otaliba Libânio de; SILVA JUNIOR, Jarbas Barbosa da. Apresentação do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. 2011.

MASSINGUE, Armando Abel. **Uso de Carne Mecanicamente Separada de Aves na Elaboração de Mortadelas à Base de Carne de Cordeiros e de Ovelhas**. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012

MERÇON, Fábio. O que é uma gordura trans. **Revista Química nova na escola**, v. 32, n. 2, 2010.

MARIOD, Abdalbasit Adam; FADUL, Hadia. Gelatin, source, extraction and industrial applications. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 12, n. 2, p. 135-147, 2013.

MOTZER, E. A.; CARPENTER, J. A.; REYNOLDS, A. E.; LYON, C.E.. Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p. 1007-1011, 1998.

NECAS, Jiri; L. Bartosikova. Carrageenan: a review. **Veterinarni medicina**, v. 58, n. 4, p. 187-205, 2013.

NACAK, Berker; OZTURK-KERIMOGLU, BURCU; YILDIZ, Dilay; CAGINDI, Ozlem; SERDAROGLU, Meltem. Peanut and linseed oil emulsion gels as potential fat replacer in emulsified sausages. **Meat Science**, v. 176, p. 108464, 2021.

NOVELLO, Daiana; FRANCESCHINI, Priscilla; QUINTILIANO, Daiana Aparecida. A importância dos ácidos graxos ω -3 e ω -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, v. 2, n. 1, 2008.

NOVELLO, Daiana; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues. Tendências na reformulação de produtos cárneos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 2, p. 689-702, 2015.

ÖZTÜRK-KERIMOĞLU, Burcu; KARA, Ayse; URGU-OZTURK, MUGE; SERDAROGLU, Meltem. A new inverse olive oil emulsion plus carrot powder to replace animal fat in model meat batters. **LWT**, v. 135, p. 110044, 2021.

PERINI, J. Â. de L.; STRVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. de O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. de.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Revista de Nutrição*, v.23, n.6, p.1075–1086, 2010.

PINTADO, T.; HERRERO, A.M.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; RUIZ-CAPILLAS, C.. Strategies for incorporation of chia (*Salvia hispanica* L.) in frankfurters as a health-promoting ingredient. **Meat science**, v. 114, p. 75-84, 2016.

PIETRASIK, Z. Binding and textural properties of beef gels processed with κ -carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. **Meat science**, v. 63, n. 3, p. 317-324, 2003.

PIKUL, J; LESZCZYNSKI, Dennis E.; KUMMEROW, Fred A.. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, n.5, p.1309-1313, 1989.

POYATO, Candelaria; ANSORENA, Diana; BERASATEGI, Izuaskun; NAVARRO-BLASCO, Iñigo; ASTIASARÁN, Iciar. Optimization of a gelled emulsion intended to supply ω -3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. **Meat Science**, v. 98, n. 4, p. 615-621, 2014.

POYATO, Candelaria; ASTIASARÁN, Iciar; BARRIUSO, Blanca; ANSORENA, Diana. A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability, and sensory acceptability. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 1069-1075, 2015.

RAMOS, E.M., GOMIDE, L.A.M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 599p.

REN, Yuqing; HUANG, Lu; ZHANG, Yunxiao; LI, He; ZHAO, Di; CAO, Jinnuo; LIU, Xinqi. Application of emulsion gels as fat substitutes in meat products. **Foods**, v. 11, n. 13, p. 1950, 2022.

SALCEDO-SANDOVAL, L.; COFRADES, S.; PÉREZ, C. Ruiz-Capillas; SOLAS, M.T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.. Healthier oils stabilized in konjac matrix as fat replacers in n- 3 PUFA enriched frankfurters. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 757-766, 2013.

SANTOS, Raul D.; GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T.; MAGNONI, C.D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A;M;P.; et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, p. 1-40, 2013.

SARGENT, John R.; TOCHER, Douglas R.; BELL, J. Gordon. Os lipídios. **Nutrição de peixes** , pág. 181-257, 2003.

SCHMIDT, Maria Inês; DUNCAN, Bruce Bastholow; AZEVEDO E SILVA, Gulnar; MENEZES, Ana Maria; MONTEIRO, Carlos Augusto; BARRETO, Sandhi Maria. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **The lancet**, v. 377, n. 9781, p. 1949-1961, 2011.

SERDAROĞLU, Meltem; NACAĞ, Berker; KARABIYIKOĞLU, Merve; KESER, Gökçen. Effects of partial beef fat replacement with gelled emulsion on functional and quality properties of model system meat emulsions. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 36, n. 6, p. 744, 2016.

SERDAROĞLU, Meltem; NACAĞ, Berker; KARABIYIKOĞLU, Merve. Effects of beef fat replacement with gelled emulsion prepared with olive oil on quality parameters of chicken patties. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 37, n. 3, p. 376, 2017.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). Campinas: **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA/UNICAMP**, 2011. Versão online. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 16 de fevereiro de 2023.

VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat science**, v. 56, n. 4, p. 403-413, 2000.

VEGRO, Celso Luís Rodrigues. **IEA.Agricultura**. Downsizing Proteico. [S.l.]. Instituto de Economia Agrícola, 2017. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14228>. Acesso em: 11 fev. 2023.

WHO. World Health Organization. **Noncommunicable diseases**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.

WHO. World Health Organization. **Healthy diet**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.

YANG, Xi; LI, Anqi; LI, Xiuxiu; SUN, Lijun; GUO, Yurong. An overview of classifications, properties of food polysaccharides and their links to applications in improving food textures. **Trends in Food Science & Technology**, v. 102, p. 1-15, 2020.