



**LORIVAL VENÂNCIO DE LIMA NETTO**

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SUBSTITUIÇÃO  
DA GORDURA ANIMAL EM PRODUTOS CÁRNEOS**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**LORIVAL VENÂNCIO DE LIMA NETTO**

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SUBSTITUIÇÃO  
DA GORDURA ANIMAL EM PRODUTOS CÁRNEOS**

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

**LAVRAS – MG**

**2021**

**LORIVAL VENÂNCIO DE LIMA NETTO**

**ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA  
ANIMAL EM PRODUTOS CÁRNEOS**

*Technological alternatives for replacing animal fat in meat products*

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

Aprovada em 8 de junho de 2021.

Profa. Dra Alcinéia de Lemos Souza Ramos, DCA/UFLA

M.Sc. Angélica Souza Guimarães, Doutoranda PPGCA/UFLA

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2021**

## **AGARDECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Raimundo e Eliana, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Minha avó, Maria, que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

À minha irmã, Julia, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre entendeu que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Aos meus companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

## RESUMO

Um dos principais desafios da indústria de alimentos é disponibilizar aos consumidores produtos cárneos mais saudáveis sem alterar seus recursos. Por isso, é de suma importância o debate sobre os perfis graxos da gordura animal e dos óleos para sabermos até que ponto o produto se torna mais saudável ou não. A presente monografia apresenta uma revisão sobre este debate e também mostra as novas alternativas tecnológicas que podem vir a melhorar o perfil lipídico dos produtos cárneo, dentre as alternativas destacam-se a organogelação e as emulsões estruturadas hidrogelificadas e organogelificadas. Como resultado obteve-se uma revisão que pode vir a ser usada como base para trabalhos futuros que poderão aplicar o que foi mostrado e encontrar o substituto ideal da gordura animal em produtos cárneos, que corresponda tanto tecnologicamente, financeiramente e seja saudável para os consumidores.

**Palavras-chave:** Organogelação; Emulsões estruturadas; Produtos cárneos.

## ABSTRACT

One of the main challenges of the food industry is to provide consumers with healthier meat products without altering their resources. Therefore, the debate on the fatty profiles of animal fat and oils is of paramount importance to know to what extent the product becomes healthier or not. This monograph presents a review of this debate and shows the new technological alternatives that may improve the lipid profile of meat products. Among the alternatives, organogelation and hydrogelified and organogelled structured emulsions stand out. As a result, a review was obtained that could be used as a basis for future work that could apply what was shown and find the ideal substitute for animal fat in meat products, which is technologically, financially, and healthy for consumers.

**Keywords:** Organogelation; Structured emulsions; Meat products.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da reação de esterificação e hidrólise na formação de um glicerídeo .....	12
Figura 2 – Principais grupos de algas estudadas atualmente.....	20
Figura 3 - Tamanho das partículas e composição das lipoproteínas sanguíneas.....	23
Figura 4 - Mecanismo de interesterificação química.....	27
Figura 5 - Mecanismo de interesterificação enzimática utilizando uma lipase com seletividade .....	28
Figura 6 - Sistema de volume de óleo a base de konjac contendo 20% de uma mistura de óleos .....	31
Figura 7 - Sistema de volume de óleo a base de alginato contendo 55% (w/w) de óleo de oliva prepara com: a- alginato/inulina; b- alginato/dextrina. ....	31
Figura 8 - Mecanismos gerais para a criação de emulsões estruturadas. ....	32
Figura 9 - Estrutura de uma partícula de hidrogel. ....	33
Figura 10 - Representação do método de injeção para a formação de partículas de hidrogel..	34
Figura 11 - Representação do método disruptivo para a formação de partículas de hidrogel..	34
Figura 12 - Métodos de estruturação e estabilização de óleos comestíveis em materiais .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os principais ácidos graxos saturados encontrados em alimentos. ....	13
Tabela 2 - Os principais ácidos graxos insaturados encontrados em alimentos. ....	14
Tabela 3 – Representação da família dos ácidos graxos ômega. ....	15
Tabela 4 – Perfil de ácidos graxos (% em peso dos ácidos graxos totais) nas carnes bovina, suína e de aves .....	16
Tabela 5 - Perfil dos ácidos graxos (% do total) do tecido muscular dos peixes Cachara, Pintado, Pacu e Dourado. ....	17
Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos (% do total) encontrados em óleo de pescado.....	18
Tabela 7 - Principais ácidos graxos (% do total) encontrados em alguns óleos vegetais.....	19
Tabela 8 - Substâncias encontradas em microalgas.....	21
Tabela 9 - Perfil dos ácidos graxos presentes no óleo extraído da microalga <i>Shizochytrium sp</i> .....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Tendências da indústria alimentícia .....	11
2.2 Gordura e óleos.....	12
2.2.1. Ácidos graxos .....	13
2.2.2 Ácidos graxos da gordura animal .....	15
2.2.3 Ácidos graxos dos vegetais .....	18
2.2.4 Ácidos graxos de microrganismos.....	20
2.3 Gordura e saúde .....	21
2.4 Substitutos de gordura em produtos cárneos .....	26
2.4.1 Interesterificação .....	27
2.4.2 Organogelação .....	28
2.4.3 Sistemas de volume de óleo .....	30
2.4.4 Emulsões estruturadas .....	32
2.4.5 Emulsões hidrogelificadas .....	33
2.4.6 Emulsões organogeladas .....	36
<b>3 CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos derivados de carne são de suma importância para a indústria de alimentos devido a sua grande aceitação. Quando as taxas de crescimento dos produtos agrícolas são analisadas tem-se a expectativa de que nos próximos anos o consumo de carne estará atrás apenas do consumo de óleo vegetal. Contudo, pesquisas apontam que o consumo excessivo de produtos cárneos pode desencadear problemas a saúde humana, pelo fato de seu perfil lipídico conter alto teor de gorduras saturadas, as quais têm sido intimamente ligadas a ocorrência de doenças cardiovasculares.

Embora a gordura seja um componente importante na formulação de produtos cárneos, por assegurar características tecnológicas e sensoriais únicas, a demanda por produtos com pouca gordura vem aumentando. Desta forma, se faz necessário que a indústria da carne se adapte, buscando alternativas para melhorar o perfil lipídico dos produtos, na tentativa de alcançar as características nutricionais exigidas pelos consumidores.

Novas alternativas para melhorar o perfil lipídico estão sendo proposta por pesquisadores, dentre essas está o conceito de lipídeos estruturados que são materiais feitos de óleo, porém com propriedades parecidas com a da gordura sólida, pode ser realizado por métodos químicos, enzimáticos ou de engenharia genética. Essa alteração pode ser feita por vários motivos como melhorar ou modificar características físicas (viscosidade, ponto de fusão, consistência), químicas (estabilidade oxidativa), bem como características nutricionais (presença ou ausência de ácidos graxos saturados ou insaturados).

Por isso a pesquisa tem por objetivo produzir uma monografia revisando as novas tecnologias capazes de melhorar o perfil de lipídico de produtos cárneos para que as mesmas possam ser exploradas de forma prática por demais acadêmicos.

A temática escolhida para este trabalho se mostra de grande importância, pois como o consumo excessivo de gordura saturada tem sido intimamente ligado ao aumento de doenças coronarianas, é cada vez maior o número de restrições dietéticas quanto ao consumo de carnes processadas. Desta forma, faz se necessário uma revisão dos novos métodos para reestruturação dos produtos cárneos a fim de melhorar seu perfil lipídico, sem alterar suas características sensoriais, e assim fornecer produtos com melhor valor nutricional aos consumidores.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Tendências da indústria alimentícia

Para a indústria alimentícia é de suma importância conhecer quais aspectos os consumidores estão valorizando mais nos produtos, para que seja possível definir quais os padrões de consumo daquela população. Os principais fatores que influenciam na preferência por determinados produtos e conseqüentemente a demanda por alimentos, são a saúde, idade, gênero e cultura, tendo em vista que com exceção da saúde, os demais mudam lentamente ao decorrer do tempo, enquanto ela pode atuar como um gatilho que muda rapidamente a demanda dos alimentos, uma vez que os consumidores podem reagir de forma positiva ou negativa a notícias relacionadas a saúde (SANDOVAL, 2015).

Diversas são as tendências quando tratamos de produtos cárneos dentre elas estão, a redução de sal, redução do uso de alguns aditivos e redução de gordura, a qual será abordada na monografia.

Conforme os estudos avançam e cada vez mais os cientistas descobrem uma relação alimentação/saúde, na maioria das vezes a transcrição das informações para a população são feitas de forma errônea. Nesse contexto, a carne atualmente tem sido vista como um produto não muito saudável, porém sabemos que se trata de uma fonte importante de diversos nutrientes como proteínas, gorduras, vitaminas e minerais.

Ao analisar os derivados cárneos, temos como ponto positivo que os processos por eles sofridos são vantajosos em relação a diversificação de produtos, maior vida útil e melhora nas qualidades sensoriais. Entretanto, alguns desses produtos contêm elevados níveis de gordura, sal, e podendo até mesmo ter componentes adicionados intencionalmente como por exemplo o nitrito que pode se transformar em aminas biogênicas entre outros produtos, implicando negativamente na saúde, vale ressaltar que o uso do nitrito é importante por dar aos produtos segurança microbiológica, aroma e cor (ARALDI EZ et al., 2017). Portanto, o consumo de carne e seus derivados pode ser considerado um fator de risco em relação ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (MICHA; WALLACE; MOZAFFARIAN, 2010) e alguns tipos de câncer (LINSEISEN et al., 2006; CROSS et al., 2010).

Um dos principais desafios da indústria de alimentos é disponibilizar aos consumidores produtos cárneos saudáveis sem alterar seus recursos. Por isso, é de suma importância o debate sobre os perfis graxos da gordura animal e dos óleos para sabermos até que ponto o produto se torna mais saudável ou não.

## 2.2 Gordura e óleos

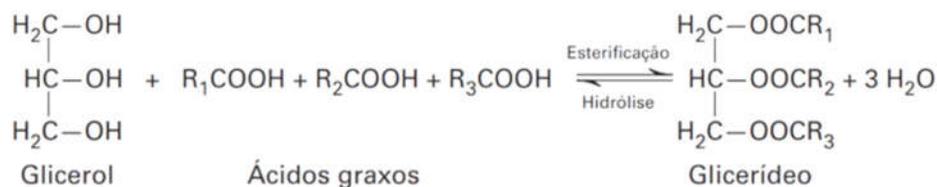
São pertencentes ao grupo dos lipídeos as substâncias que, normalmente, são solúveis em solventes orgânicos e insolúveis ou ligeiramente solúveis em água. Diversos tipos diferentes de substâncias pertencem a esse grupo como por exemplo acilgliceróis, ácidos graxos e também os triacilgliceróis, esses que são os mais comuns em alimentos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Os triacilgliceróis são formados predominantemente por produtos de condensação entre glicerol e ácidos graxos e são usualmente conhecidos como óleos e gorduras. A diferença entre os óleos e as gorduras dá-se na sua forma física, onde as gorduras se apresentam na forma sólida e os óleos se apresentam na forma líquida, em temperatura ambiente. Os óleos e as gorduras podem ser encontrados em células de origem animal, vegetal ou microbiana. As gorduras são responsáveis por exercerem funções nutricionais importantes tais como suprir calorias e ácidos graxos essenciais, também realiza o transporte de vitaminas lipossolúveis para o interior das células (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A classificação geral dos lipídeos é feita em três grupos sendo eles, lipídeos simples, compostos e derivados.

Lipídeos simples, são compostos formados a partir da esterificação de ácidos graxos e álcoois. Existe uma subdivisão nesse grupo onde tem-se as gorduras que são ésteres formados a partir de glicerol e ácidos graxos denominados de glicerídeos (Figura 1). Uma outra subdivisão deste grupo são as ceras, misturas complexas de álcoois, ácidos e alguns alcanos de cadeia longa (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Figura 1 - Representação da reação de esterificação e hidrólise na formação de um glicerídeo



Fonte: Ribeiro e Seravalli (2007).

Lipídeos compostos são substâncias que além de terem o grupo éster da união do ácido graxo e glicerol ainda possuem outros grupamentos químicos, entre eles, fosfolipídeos e cerebrosídeos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Por fim, temos os lipídeos derivados, que são compostos obtidos por hidrólise dos lipídeos simples e compostos, e que apresentam, quase sempre, propriedades de lipídeos. Tem-se nessa classe os ácidos graxos, álcoois de alto peso molecular, vitaminas lipossolúveis dentre outros (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

### 2.2.1. Ácidos graxos

Os ácidos graxos podem ser classificados de acordo com a quantidade de ligação duplas presentes no mesmo, sendo eles ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e ácidos graxos poli-insaturados (AGP), onde não possui nenhuma ligação dupla, uma ligação dupla e mais que uma ligação dupla, respectivamente. (SANDOVAL, 2015)

Os AGS encontrados na maioria dos alimentos são o láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). Na Tabela 1, são descritos os principais ácidos graxos encontrados em alimentos, apresentando seus nomes comuns, nome sistemático, fórmula e os alimentos nos quais estão presentes.

Tabela 1 - Os principais ácidos graxos saturados encontrados em alimentos.

Nome comum	Nome sistemático	Fórmula	Alimentos
Butírico	Butanóico	$H_3C-(CH_2)_2-COOH$	Gordura do leite
Capróico	Hexanóico	$H_3C-(CH_2)_4-COOH$	Gordura do leite, óleos de coco e babaçu
Caprílico	Octanóico	$H_3C-(CH_2)_6-COOH$	Gordura do leite, óleos de coco e de babaçu, óleo de semente de uva.
Laurico	Dodecanóico	$H_3C-(CH_2)_{10}-COOH$	Óleo de semente das Lauraceae, gordura do leite.
Mirístico	Tetradecanóico	$H_3C-(CH_2)_{12}-COOH$	Óleo de noz-moscada, gordura de leite, óleo de coco.
Palmítico	Hexadecanóico	$H_3C-(CH_2)_{14}-COOH$	Óleos de soja e algodão, oliva, abacate, amendoim, milho, manteiga de cacau, toucinho.
Esteárico	Octadecanóico	$H_3C-(CH_2)_{16}-COOH$	Gordura animal, manteiga de cacau.
Araquídico	Eicosanóico	$H_3C-(CH_2)_{18}-COOH$	Óleo de amendoim
Lignocérico	Tetracosanóico	$H_3C-(CH_2)_{22}-COOH$	Óleos de amendoim, mostarda, gergelim, colza e girassol

Fonte: Ribeiro e Seravalli (2007).

Os ácidos graxos insaturados (AGI) são encontrados livres ou ligados ao glicerol e apresentam uma (AGM) ou mais (AGP) duplas ligações entre os carbonos nas suas moléculas. A diferença entre os insaturados está na quantidade de átomos de carbono, número de duplas ligações, localização das insaturações e configuração. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A Tabela 2 apresenta os principais ácidos graxos insaturados encontrados em diferentes óleos e gorduras.

Tabela 2 - Os principais ácidos graxos insaturados encontrados em alimentos.

Nome Comum	Nome sistemático	Fórmula	Óleo ou gordura
Caproléico	9-decenóico	$C_9H_{17}-COOH$	Gordura do leite
Lauroléico	9-dodecenóico	$C_{11}H_{21}-COOH$	Gordura do leite
Miristoléico	9-tetradecenóico	$C_{13}H_{25}-COOH$	Gordura animal
Fisetéico	5-tetradecenóico	$C_{13}H_{25}-COOH$	Óleo de sardinha
Oléico	9-cis-octadecenóico	$C_{17}H_{33}-COOH$	Gorduras animal e vegetal
Gadoléico	9-ecosenóico	$C_{19}H_{37}-COOH$	Óleos de peixes e de animais marinhos.
Erúcido	13-docosenóico	$C_{21}H_{41}-COOH$	Óleos de mostarda e colza
Linoléico	9,12-octadecadienóico	$C_{17}H_{31}-COOH$	Óleos de amendoim, algodão, gergelim e girassol.
Linolênico	9,12,15-octadecatrienóico	$C_{17}H_{29}-COOH$	Óleos de soja, germen de trigo e linhaça.

Fonte: Ribeiro e Seravalli (2007).

Entre os AGI têm-se os essenciais, aqueles em que o corpo humano não é capaz de sintetizar, mesmo esses sendo indispensáveis, e que devem ser ingeridos a partir da dieta. Estes são os ácidos linoleico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4). Quando tratamos dos insaturados, os mesmos possuem uma ou mais ligações duplas em seu esqueleto carbônico, também são mais reativos e suscetíveis a termo - oxidação. Esses ácidos são conhecidos popularmente como a família dos ômeegas ( $\omega$ ).

A família dos ômeegas divide-se conforme mostrado pela Tabela 3, em que apenas o ácido alfa-linolênico (ALA) presente na família do  $\omega$ - 3, e o ácido linoleico (AL) presente na família do  $\omega$  - 6 são realmente ácidos essenciais que o nosso corpo não consegue produzir.

Tabela 3 – Representação da família dos ácidos graxos ômega.

<b>Polisaturados ômega 3</b>	<b>Polisaturados ômega 6</b>	<b>Monoinsaturados ômega 9</b>
Ácido alfa-linolênico (ALA) <b>Essencial</b> Ácido eicosapentaenoico (EPA) Ácido docosahexaenóico (DHA)	Ácido linoleico (AL) <b>Essencial</b> Ácido gama-linolênico (GLA) Ácido araquidônico (AA)	Ácido oleico  Ácido eicosa-trienóico  Ácido erúcico

Fonte: Adaptado de BeefPoint (2009).

### 2.2.2 Ácidos graxos da gordura animal

Quando avaliado a composição dos ácidos graxos da gordura animal, vale ressaltar que, a composição pode variar por diversos fatores, dentre eles estão, a espécie, raça, sexo, idade, alimentação, entre outros. Além do modo de produção e cortes dos produtos cárneos, que também podem afetar essa composição (WEBB; O'NEILL, 2008).

Os ruminantes convertem a maioria dos ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados durante a digestão do rumem (LUNN; THEOBALD, 2006). Por outro lado, os não ruminantes têm por característica, incorporar em seus tecidos os ácidos graxos advindos da dieta, ou seja, a composição varia facilmente de acordo com a alimentação (WOOD et al. 2003).

A Tabela 4 abaixo visa apresentar o perfil dos ácidos graxos encontrados no tecido adiposo das carnes bovina, suína e de aves, apresentando a porcentagem em peso do ácido graxo.

Quando comparamos os principais ácidos graxos entre as espécies temos que a carne bovina apresenta uma maior quantidade de ácido mirístico e palmítico, já a carne suína apresenta maiores quantidades de ácido esteárico e  $\alpha$ -linolênico, enquanto a carne de aves apresenta maior quantidade de ácido oleico e linoleico.

Outra alternativa que está sendo sugerida por diversos autores é o uso do óleo de pescados, o mesmo que apresentam potencial de uso como ingredientes funcionais, tanto em relação ao conteúdo em ácidos graxos de alto peso molecular como com a presença de esteróis e outros componentes de fração insaponificável (CONCHILLO, 2006).

Tabela 4 – Perfil de ácidos graxos (% em peso dos ácidos graxos totais) nas carnes bovina, suína e de aves

<b>Ácido graxo</b>	<b>bovina</b>	<b>Suína</b>	<b>Aves</b>
C12:0 Láurico	0,1	0,15	ND
C14:0 Mirístico	2,72	1,57	ND
C16:0 Palmítico	26,1	23,9	18,8
C16:1 cis	6,22	2,42	ND
C18:0 Esteárico	12,2	12,8	8,2
C18:1 trans	3,31	ND	ND
C18:1 n-9 Oleico	35,3	35,8	55,05
C18:1 n-7 Vacênico	1,6	3,31	ND
C18:2 n-6 Linoléico	1,1	14,3	17,85
C18:3 n-6 $\gamma$ -linolênico	ND	ND	ND
C18:3 n-3 $\alpha$ -linolênico	0,48	1,43	ND
C20:2 n-6	ND	0,56	ND
C20:3 n-6	ND	0,08	ND
C20:3 n-3	ND	0,18	ND
C20:4 n-6 araquidônico	ND	0,18	ND
C20:4 n-3	ND	ND	ND
C20: S n-3 EPA	ND	ND	ND
C22:4 n-6	ND	0,06	ND
C22:5 n-3	ND	0,22	ND
C22:6 n-3 DHA	ND	0,16	ND

Fonte: Adaptado de Enser (1996) e Centenaro (2008).

ND – Não detectado.

O pescado é importante componente na dieta de diversos grupos populacionais, não somente como fonte de proteínas de alta qualidade nutricional, mas também como reserva de ácidos graxos poli-insaturados da série ômega 3 ( $\omega$ -3). No Brasil em 2002, a produção brasileira de pescado atingiu 1.006.869 toneladas, contando com a participação da pesca extrativa continental, aproximadamente 24% (RAMOS FILHO, 2008).

Vale ressaltar que os perfis lipídicos dos pescados são influenciados por vários fatores, dentre eles, espécie, alimentação, idade, condições ambientais, forma de captura entre outros (FERNANDES, 2014).

Figura no cenário brasileiro, diversas espécies de pescado, para expor o perfil lipídico usaremos quatro delas, sendo cachara, pintado, pacu e dourado, sendo a composição dos

ácidos graxos do tecido muscular dos filés. A Tabela 5 é expressa em g de ácidos graxos - 100g-1 de tecido muscular.

Tabela 5 - Perfil dos ácidos graxos (% do total) do tecido muscular dos peixes Cachara, Pintado, Pacu e Dourado.

Ácidos graxos	Cachara	Pintado	Pacu	Dourado
12:0 Láurico	0	0	0,46	0,01
14:0 Mirístico	0,16	0,03	1,02	0,06
14:1 n- 5	0,08	0,02	0,01	0,01
16:0	1,93	0,48	3,56	0,39
16:1 n-7	0,5	0,13	0,94	0,14
17:0	0,17	0,03	0,11	0,01
18:0	0,76	0,2	1,75	0,14
18:1 n-9	2,3	0,54	6,64	0,37
18:1 n-7	0,38	0,1	0,64	0,07
18:2 cis n-6	0,53	0,11	0,47	0,11
18:3 n-3	0,41	0,05	0,13	0,06
20:0	0,04	0,01	0,02	0,01
20:1 n-9	0,15	0,05	0,24	0,03
20:4 n-6	0,2	0,08	0,26	0,05
20:5 n-3	0,06	0,03	0,02	0,02
22:0	0,03	0,01	0	0
22:1 n-9	0,18	0	0	0
22:6 n-3	0,16	0,13	0,06	0,06
Σ saturados	3,09	0,77	6,93	0,61
Σ monoinsaturados	3,44	0,83	8,47	0,62
Σ poliinsaturados	1,35	0,4	0,93	0,3
Σ w-6	0,73	0,19	0,73	0,16
Σ w-3	0,62	0,2	0,2	0,14

Fonte: Ramos Filho (2008).

Para exemplificar tem-se uma referência sobre o perfil dos ácidos graxos de um óleo de pescado desodorizado, obtido através de uma mescla de peixes. A Tabela 6 abaixo apresenta os ácidos graxos presentes no óleo desodorizado obtido através de uma mescla de pescados em g/100g ácidos graxos. Dentro da classe dos AGS nota-se quantidades significativas de ácidos mirísticos e palmítico, os quais, segundo estudos colaboram para o aparecimento de doenças. Entre os insaturados, se destacam os ácidos oleico e palmitoleico, e com números significativos de EPA e DHA.

Tabela 6 - Perfil de ácidos graxos (% do total) encontrados em óleo de pescado.

<b>Principais ácidos graxos</b>	<b>Óleo de pescado</b>
12:0	0,16
14:0	7,04
16:0	17,33
18:0	3,50
20:0	0,20
22:0	0,05
24:0	ND
14:1	ND
16:1	7,96
18:1 n-9	8,69
18:1 n-7	3,11
20:1	ND
18:2 n-6	0,22
18:3 n-3	1,16
18:3 n-6	0,22
20:4	1,14
20:5	16,92
22:1	0,05
22:5 n-6	0
22:5 n-3	2,23
22:6	13,44
16:1t	0,57
18:1t	1,17
18:2t	0,06
20:1t	1,84
24:1	0,60

Fonte: Adaptado de Conchillo (2006).

ND – Não detectado.

### 2.2.3 Ácidos graxos dos vegetais

Quando tratamos de óleos vegetais, o mesmo pode ser definido como uma gordura natural extraída de plantas, sua composição majoritária é de triglicerídeos compostos por três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol. Os ácidos graxos mais comumente encontrados em óleos vegetais são, entre os saturados o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0), entre os insaturados estão, oleico (C18:1(9)), linoleico (C18:2(9,12)) e o linolênico

(C18:3(9,12,15)), que podem ser extraídos de sementes de algodão, canola, soja palma entre outros.

A maioria dos ácidos graxos insaturados são encontrados em baixas concentrações. Na Tabela 7 são apresentados os principais ácidos graxos da parte comestível de alguns óleos vegetais.

Pode ser filtrado a partir da Tabela 7 que os perfis de ácidos graxos dos principais óleos vegetais se diferem bastante em um todo, como, por exemplo, o óleo de oliva é o que apresenta maior quantidade de ácido oleico, outrora o óleo de girassol apresenta maior quantidade de AL, enquanto o óleo de chia é o que contém maior quantidade de ALA.

Tabela 7 - Principais ácidos graxos (% do total) encontrados em alguns óleos vegetais.

<b>Principais ácidos graxos</b>	<b>Milho</b>	<b>Soja</b>	<b>Chia</b>	<b>Linhaça dourada</b>	<b>Girassol</b>	<b>Oliva (extra virgem)</b>	<b>Dendê / Palma</b>
12:0	ND	ND	ND	0,02	ND	ND	0,28
14:0	ND	0,08	0,03	0,05	0,07	ND	0,79
16:0	12,12	10,83	6,69	5,49	6,1	11,3	33,77
18:0	2,18	3,36	2,67	3,86	3,42	2,96	4,61
20:0	0,49	0,33	ND	0,19	0,26	0,38	0,35
22:0	0,18	0,43	0,09	0,17	0,67	0,12	0,1
24:0	0,19	0,14	0,14	0,11	0,25	0,05	0,08
14:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16:1	0,12	0,09	0,09	0,09	0,08	1,09	0,14
18:1	33,04	22,98	10,55	21,31	25,15	74,01	39,86
20:1	0,23	0,6	0,09	0,17	0,18	0,25	0,24
18:2 n-6	49,94	53,85	17,36	17,41	62,22	8,74	15,69
18:3 n-3	0,96	5,72	62,02	46,15	0,39	0,75	0,83
20:4	ND	ND	0,14	ND	ND	ND	ND
20:5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22:5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22:6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18:1t	ND	ND	0,03	ND	ND	ND	ND
18:2t	0,48	0,5	ND	0,05	1,14	ND	0,14

Fonte: Tabela TACO, Coelho e Salas-Mellado (2015) e Novello e Pollonio (2012).

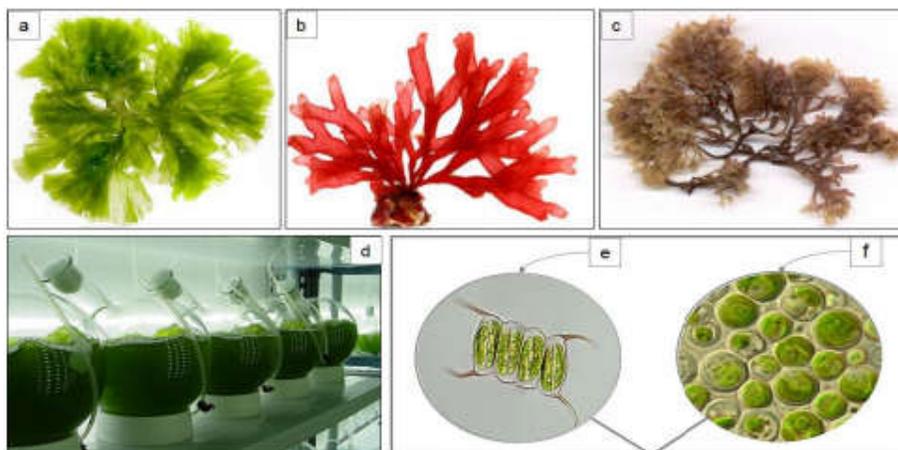
ND – Não detectado.

### 2.2.4 Ácidos graxos de microrganismos

Outra alternativa a ser explorada são as algas que são micro-organismos fotossintetizantes sendo capazes de produzir biomassa a partir da combinação de água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), juntamente com a luz solar.

As algas são divididas em macroalgas e microalgas. Os principais grupos de algas estudadas podem ser visto na Figura 2 essas são, *Chlorophytas* (algas verdes), *Rhodophytas* (algas vermelhas) e as *Phaeophytas* (algas marrons) pertencentes ao grupo das macroalgas (ALMEIDA, 2017). Para o grupo das microalgas, estão aquelas com tamanho entre 3- 20 micrometros, representam os grupos de procariotos e eucariotos, pluri e unicelulares, são encontradas em diversos ambientes, desde solos férteis a desertos (ALMEIDA, 2017).

Figura 2 – Principais grupos de algas estudadas atualmente.



Legenda: (a) alga verde; (b) alga vermelha; (c) alga marrom; (d) microalgas; (e) *Scenedesmus* sp. e (f) *Chlorella* sp.

Fonte: Almeida (2017).

Diversas são as substâncias extraídas dessas algas, como existe uma gama muito extensa (Tabela 8). Em relação aos ácidos graxos, ao comparar algas com óleos vegetais (soja, mamona, girassol, etc.), temos a vantagem de que as microalgas não necessitam de uma grande quantidade de terra para o seu cultivo. Além disso possuem altas taxas de crescimento podendo assim acumular quantidades altas de lipídeos de forma rápida. Vale ressaltar que esse perfil lipídico pode variar de conforme a espécie da microalga, já foram encontrados ácidos graxos tais como, palmítico e oleico, além dos considerados essenciais linoleico, linolênico e araquidônico.

Tabela 8 - Substâncias encontradas em microalgas

<b>Tipos de substâncias</b>	<b>Exemplos</b>
Pigmentos	$\beta$ – caroteno, astaxantina, luteína, clorofila, fucoxantina.
Ácidos graxos poliinsaturados	Ácido docosahexaenóico (DHA), ácido eicosapentaenóico (EPA), ácido araquidônico (ARA).
Vitaminas	A, B1, B6, B12, C, E, biotina, riboflavina, ácido fólico.
Antioxidante	Polifenóis, superóxido dismutase, tocoferóis.
Outros	Antimicrobianos, antifúngicos, aminoácidos, proteínas, agentes antivirais, toxinas.

Fonte: Adaptado de Almeida (2017).

Pode ser visto na Tabela 9 o perfil de ácidos graxos de um óleo extraído de uma microalga denominada *Schizochytrium* sp, a mesma já possui autorização para ser usada como ingrediente alimentar pela União Europeia (CONCHILLO, 2006). Pode-se observar que o ácido graxo presente em maior quantidade é o Docosahexaenóico (DHA) representando 42,41% do óleo, outro ácido importante que podemos observar é o Docosapentaenóico (DPA) C22:5 w-6, são ácidos poli-insaturados de alto peso molecular, especialmente da família w-3, assim são suscetíveis a serem considerados ingredientes com propriedades saudáveis.

### 2.3 Gordura e saúde

Através de dados disponibilizados pela Organização mundial de Saúde (OMS), a Doença Cardiovascular (DCV) é a principal causa de morte do mundo, cerca de 30% das mortes globais, a mesma taxa é encontrada no Brasil (SANTOS et al., 2013).

Atualmente, o debate em relação aos lipídeos como fatores de risco para o desencadeamento de doenças, já não passa mais pela quantidade de gordura ingerida, mas sim o tipo de ácido graxo consumido (EFSA, 2010).

A maior parte do colesterol é produzido pelo próprio corpo humano, contudo uma pequena parte advém da ingestão de alimentos, tem diversas funções importantes dentre elas estão, é um componente importante da membrana plasmática das células, das organelas celulares, da bainha de mielina dos neurônios, também atua como precursor dos sais biliares e da vitamina D e também é utilizado na síntese de alguns hormônios (SANTOS et al., 2013; SANTOS, 2021).

Tabela 9 - Perfil dos ácidos graxos presentes no óleo extraído da microalga *Shizochytrium sp* (g/100g de ácidos graxos).

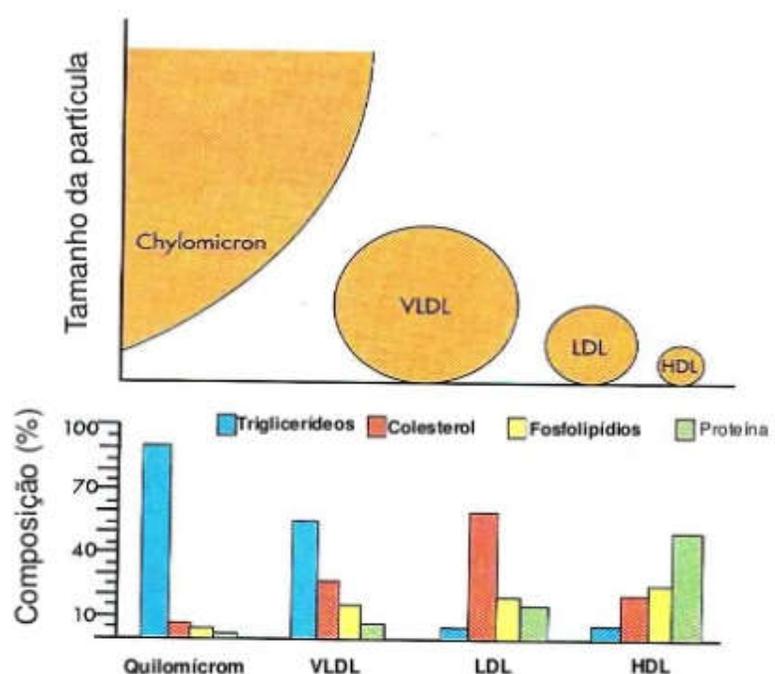
Principais ácidos graxos	óleo de alga
12:0	0,32
14:0	9,09
16:0	22,86
18:0	0,57
20:0	ND
22:0	0,03
24:0	ND
14:1	ND
16:1	0,21
18:1 n-9	1,11
18:1 n-7	0,13
20:1	ND
18:2 n-6	0,46
18:3 n-3	0,09
18:3 n-6	0,22
20:4	0,51
20:5	1,25
22:1	1,71
22:5 n-6	15,44
22:5 n-3	0,22
22:6	42,41
16:1t	0,07
18:1t	0,01
18:2t	0,06
20:1t	0,41
24:1	ND

Fonte: Adaptado de Conchillo (2006).

ND – Não detectado.

O transporte do colesterol no corpo ocorre no sangue através de lipoproteínas (moléculas de lipídeos ligadas a uma proteína), que podem ser classificadas em cinco grupos (Figura 6), quilomicrons (*chylomicrons*, Qm), muito baixa densidade (*very low density lipoprotein*, VLDL), de densidade intermediária (*intermediate density lipoprotein*, IDL), de baixa densidade (*low density lipoproteins*, LDL) e alta densidade (*high-density lipoprotein*, HDL), os dois últimos tendo maior importância para a saúde e que serão melhores explorados (FALUDE et al., 2017).

Figura 3 - Tamanho das partículas e composição das lipoproteínas sanguíneas.



Fonte: Menegaz (2016).

As LDLs exercem a função de carreadores plasmáticos de colesterol a todos os tecidos (PARZIANELLO, 2002). Quando em demasia, a LDL pode depositar-se na parede dos vasos e ser oxidada, essa oxidação faz com que a sua estrutura seja modificada, após a modificação a mesma passa a não ser mais reconhecida desencadeando uma reação do sistema imune.

Esse processo é responsável por conduzir a formação da placa aterosclerótica, essa que faz com que a artéria se enrijeça e seu lúmen seja estreitado, com isso pode ocorrer a obstrução do vaso sanguíneo, podendo acarretar infarto e acidentes vasculares cerebrais (SANTOS, 2021).

Já os HDLs têm como sua função principal a remoção do excesso de colesterol livre da periferia, a condução ao fígado e o incentivo da metabolização e secreção na bile, o que é denominado como transporte reverso de colesterol. Tem sido sugerido por diversos autores que além dessa função principal os HDLs também podem exercer outros efeitos pleiotrópicos tais como, propriedades antioxidativas, anti-inflamatórias, anticoagulantes dentre outros (INEU et al., 2006).

Após vermos o funcionamento dessas lipoproteínas tem-se então que se for encontrado uma relação entre os níveis de LDL altos e HDL baixos pode ser um fator de risco para doenças cardiovasculares.

Segundo o Ministério da Saúde um dos motivos da alteração nos níveis de colesterol é a ingestão excessiva de gorduras saturadas e trans, as quais estão presentes em alimentos de origem animal e ultra processados. Para evitar a alteração deve-se ter uma dieta balanceada e praticar atividades físicas (SANTOS, 2021). Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO) a gordura total deve fornecer menos de 30% da energia da dieta e que o consumo dos ácidos graxos não deve exceder 10% desse total. Podemos ver que é aconselhável a substituição dos ácidos graxos saturados por poli-insaturados.

Ao tratarmos dos efeitos dos ácidos graxos saturados é proposto que uma mistura dos mesmos aumenta a concentração total de colesterol, ou seja, tanto o LDL quanto o HDL são aumentados em alguns casos. Entretanto tem sido sugerido por diversos estudiosos de que os AGS causam efeitos de forma singular, ou seja, cada um deles afeta de forma diferente as concentrações de colesterol (SANTOS et al., 2013).

Quando analisamos um a um dos mais predominantes temos como exemplo que os ácidos mirístico e palmítico aumentam o colesterol LDL, outrora o ácido esteárico não tem esse efeito é considerado um ácido graxo neutro em relação ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (HECK, 2017).

Apesar de todo o debate que veem ocorrendo na atualidade sobre o efeito dos ácidos graxos sobre a saúde, Sandoval (2015), ainda não encontrou uma relação sólida entre o consumo de ácidos graxos saturados e um maior risco de doenças cardiovasculares. Contudo, vale ressaltar que o consumo dos ácidos graxos sejam eles individual ou em conjunto não trazem os mesmos benefícios que os AGM e os AGP.

Recentemente tem-se sugerido que dietas ricas em ácido oleico diminuem a incidência de problemas cardiovasculares (SANDOVAL, 2015), entretanto os níveis de colesterol total continuam o mesmo visto que esse tipo de dieta diminui o LDL, contudo o HDL mante-se inalterado. Em relação aos AGP, os AGM apresentam a vantagem de serem menos susceptíveis a oxidação, pelo fato de possuírem somente uma dupla ligação. Neste ponto existem comprovações de que os AGP aumentam a chance de oxidação do colesterol LDL, quando comparado ao AGM, essa oxidação pode ver a induzir uma resposta inflamatória estimulando a produção de outras espécies reativas de oxigênio que podem vir a contribuir para o desenvolvimento de enfermidades como por exemplo aterosclerose (BHUPATHIRAJU; TUCKER, 2011).

Já para os ácidos graxos poli-insaturados os de maior destaque são, AL e ALA, ambos os ácidos são considerados essenciais visto que o corpo humano é incapaz de sintetizá-los. É

recomendado que entre 0,5% a 2,5% da energia da dieta seja advinda do ALA e AL respectivamente (WHO, 2003; HECK 2017).

Quando presentes no organismo esses ácidos se alongam e desnaturam para se obter derivados de cadeia longa, sendo eles os AA e DHA a partir do AL e os ácidos EPA e DHA a partir do ácido ALA.

Vale salientar que a conversão de ALA em EPA e DHA ocorre utilizando a mesma enzima de conversão do ácido linoleico em ácido araquidônico o mesmo que segundo estudos apresenta correlação com o aumento no risco do aparecimento de trombose, tendo que o ácido linoleico é mais abundante pelo menos quando tratamos de carne, o metabolismo AGP n-6 é quantitativamente maior. Além do mais, a conversão de ALA em EPA e DHA é bastante limitada (SIMOPOULOS, 2002).

Quando focamos em AL temos publicações que se destoam, pois já foi demonstrado que o mesmo possui efeito redutor sobre o colesterol LDL (SANDOVAL, 2015), contudo, também existem estudos que demonstram que ocorreu uma redução nos níveis de colesterol HDL, quando substituído AGS por AGP n-6, assim ficando sugerido o uso de AGM ao invés de AGP n-6.

Ainda dentro da classe dos ácidos graxos poli-insaturados, porém dando enfoque nos AGP n-3, temos evidências de que a ingestão do mesmo colabora em diferentes aspectos relacionados a saúde como por exemplo, no desenvolvimento infantil, no combate depressão e no combate de outras enfermidades degenerativas relacionadas ao envelhecimento (HECK, 2017; SANDOVAL, 2015). Quando aumentado o nível desses ácidos graxos em uma população pode reduzir a taxa de incidência de doenças crônicas responsáveis pela maior taxa de morbidez global (HIBBELN et al., 2006).

Entretanto alguns estudos indicam que altas concentrações de AGP n-3 podem acarretar um aumento na peroxidação lipídica e reduzir a produção de citocina (NHMRC, 2006).

Existem evidências também de que o consumo desproporcional de AGP n-6 em relação a AGP n-3, pode vir a aumentar a chance de incidência de doenças inflamatórias e autoimunes, desencadear vários tipos de câncer e doenças cardiovasculares (LEE, 2006).

Para desenvolvermos um produto ideal para a saúde e que satisfaça as qualidades sensoriais exigidas pelo consumidor teremos que levar em conta tudo o que já foi dito acima e escolher um óleo que apresenta o perfil que melhor encaixa nas exigências citadas anteriormente.

## 2.4 Substitutos de gordura em produtos cárneos

Tendo em vista que produtos cárneos em geral alto teor de ácidos graxos saturados e baixo teor de insaturados (HECK, 2017), e que esse perfil não se apresenta como saudável, faz-se necessário uma reformulação lipídica desses produtos, a fim de melhorar o perfil nutricional dos ácidos graxos. Entretanto essa reformulação não é simples, visto que, a gordura animal desempenha funções importantes sendo elas, características sensoriais, como sabor, maciez e palatabilidade, além de também influenciar de forma positiva o rendimento e as características reológicas dos produtos.

Quando substituímos gordura animal por óleos de origem vegetal e marinha é necessário realizar ajustes nas condições do processamento para que se possa obter produtos com características semelhantes, isso se deve a diferença físico-químicas entre os óleos (SANDOVAL, 2015).

A dificuldade de substituir a gordura animal por óleos vegetais e marinhos dá-se pelo fato que a aplicação do óleo depende do tipo do produto. Óleos apresentam maior quantidade de ligações insaturadas, o que acarreta maior nível de oxidação lipídica, e, por serem líquidos à temperatura ambiente, geralmente afetam a textura do produto.

As opções convencionais como adição direta de óleos líquidos, óleos solidificados e óleos microencapsulados, já foram bastante exploradas por diversos autores e em diversos tipos produtos cárneos. Muguerza et al. (2001), por exemplo, avaliaram que foi possível substituir 25% da gordura suína por óleo de oliva pré-emulsificado com proteína de soja em salames, sendo possível obter um produto com perfil lipídico melhorado e sem alterar suas características sensoriais.

Heck (2017) avaliou a aplicação de óleos microencapsulados de chia e linhaça em hambúrgueres para promover a melhora do perfil lipídico, obtendo hambúrgueres que tiveram até 50% de redução de gordura e um aumento de 90% na relação poli-insaturados e saturados, não comprometendo a qualidade tecnológica e sensorial.

Além dessas novas tecnologias estão sendo estudadas pelos pesquisadores, entre elas estão os lipídeos estruturados, esse conceito está associado a triglicerídeos que tem sua composição de ácidos graxos estabelecida através de processos laboratoriais ou industriais, esse processo tem por finalidade modificar a biodisponibilidade do produto para fins nutricionais ou tecnológicos específicos (SANDOVAL, 2015).

Vale ressaltar que esses lipídeos eram obtidos comumente através de hidrogenação e interesterificação, assim limitando o processo apenas a modificações no esqueleto dos

triglicerídeos presentes nos óleos. Entretanto Jimenez-Colmenero et al. (2015), sugeriram realizar o processo através de gelificação de fases orgânicas ou inorgânicas para estabilizar o material lipídico em redes tridimensionais como uma nova forma de estruturar os óleos para serem usados em matrizes de carne (SANDOVAL, 2015).

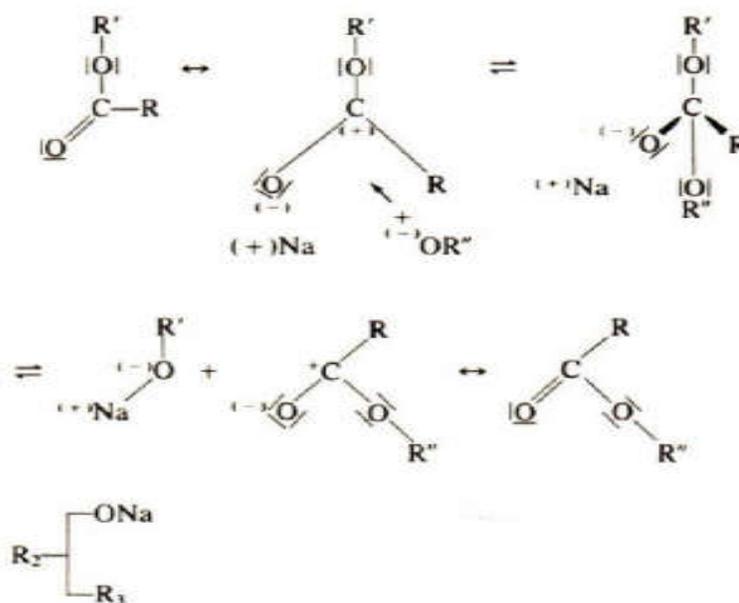
Essas novas estratégias de estabilização dos óleos incluem oleogéis, carregamentos e emulsões estruturadas, onde todas elas envolvem a etapa de gelificação.

### 2.4.1 Interesterificação

Esse processo nada mais é que uma reação de rearranjo usada para melhorar a funcionalidade das gorduras e óleos, este rearranjo ocorre dentro e entre os triacilgliceróis e um glicerol, ou seja, o resultado é um triacilglicerol que ainda não existia na gordura. (SOARES, 2014)

Existem duas formas para se conseguir realizar o processo por meio químico ou enzimáticos. O primeiro consiste de uma hidrólise de acil graxo (grupo da mistura de acilgliceróis), seguido de uma reesterificação aleatória na espinha dorsal do glicerol (Figura 4). Para catalisar a reação faz-se o uso de metais alcalinos ou alquilatos de metais alcalinos (COLMONERO et al., 2015).

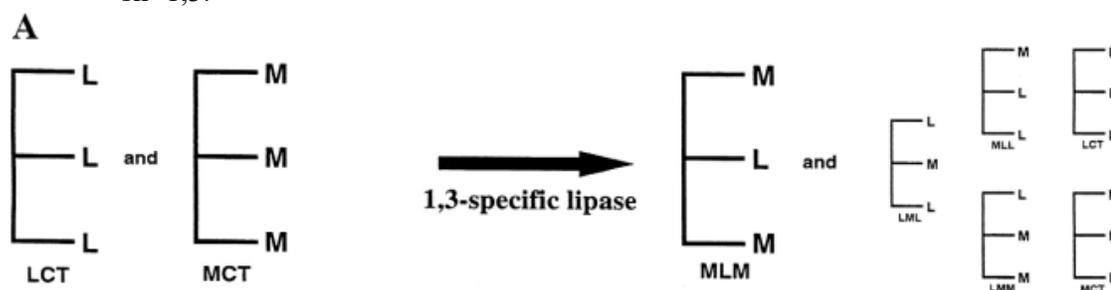
Figura 4 - Mecanismo de interesterificação química.



Fonte: Soares (2014).

Já o método enzimático é realizado através das lipases, ativas em interface óleo-água, que são enzimas obtidas geralmente de bactérias, leveduras e fungos. Sua atuação dá-se sobre as ligações éster presentes em acilgliceróis, assim, liberando ácidos graxos e glicerol. A vantagem do método enzimático é que o mesmo permite um grande controle posicional dos ácidos graxos no produto final. Na Figura 5 é ilustrado um mecanismo de interesterificação enzimática realizado com uma lipase seletiva sn-1,3, produzindo triacilgliceróis com ácidos graxos de cadeias média e longa (SOARES, 2014).

Figura 5 - Mecanismo de interesterificação enzimática utilizando uma lipase com seletividade sn -1,3.



Fonte: Soares 2014

Diversos são os autores já utilizaram métodos de interesterificação. Dentre eles, destaca-se o trabalho de Ospina et al. (2010), que utilizaram de diversos óleos quimicamente interesterificados para simularem as características da gordura de porco tanto nas questões tecnológicas quanto de processamento e obtiveram resultados satisfatórios obtendo produtos reduzidos de ácidos graxos saturados.

Cheong et al. (2010) produziram salsichas a partir de misturas interesterificadas por métodos enzimáticos de banha e óleo de colza. Os resultados foram salsichas que não apresentaram excreção de gordura e que alcançaram atributos sensoriais aceitáveis quando comparado com o padrão, esse que foi a salsicha produzida a partir de banha pura.

#### 2.4.2 Organogelação

Entende-se como gel uma estrutura de rede tridimensional que tem a capacidade de imobilizar um líquido. O gel é formado por dois componentes, sendo eles, uma fase líquida solvente (polar ou apolar) e um agente gelificante, responsável pela estrutura do sistema.

Quando a fase líquida do gel for um solvente polar (comumente água) temos os hidrogéis, já quando o solvente for apolar (orgânico) chamamos de organogéis (SANDOVAL, 2015).

Um óleogel é um organogel onde a fase orgânica é um óleo comestível que está preso em uma rede tridimensional formada por agente gelificante, assim temos uma estrutura definida como O + Org (óleo + organogelador).

Para produzir esses sistemas tem-se dois mecanismos de estruturação possíveis, sendo eles, por automontagem (auto-organização em nível molecular na fase oleosa) e por cristalização (partículas de vidro produzidas pelo meio da nucleação e subsequente crescimento de cristais na fase oleosa) (SANDOVAL, 2015).

Vale a ressalva que esses géis necessitam na maioria das vezes de uma quantidade relativamente pequena de agentes gelificantes (organogelantes) e por isso podem ser considerados como materiais graxos (PATEL et al., 2014).

Esses organogelantes são classificados em dois tipos, poliméricos e de baixo peso molecular, no primeiro tipo (destaca-se a etilcelulose) apresenta um maior potencial para aplicações em alimentos, pelo fato de terem qualidade em grau alimentício e quando comparadas aos organogéis de baixo peso molecular (SANDOVAL, 2015).

Comumente os óleogeis são formados mediante a combinação de organogelificantes e óleos comestíveis colocados em condições térmicas (alta temperatura) e cisalhamento, esses variam dependendo do tipo de óleogel.

Autores tem feito o uso de óleogeis em produtos cárneos dentre eles, Zetzi et al., (2012 *apud* SANDOVAL, 2015), utilizaram um óleogel (óleo de canola e etilcelulose como agente gelificante), como substituto de gordura animal, o experimento consistiu de um controle, salsicha feita com gordura animal, salsicha feita com óleo de canola não gelificado e salsicha com óleo de canola gelificado, os resultados foram que as com óleo de canola não gelificado ficaram mais duras em relação ao controle, entretanto quando fez-se o uso do óleo gelificado as salsichas não apresentaram diferença significativa em relação ao controle.

Organogéis tem apresentando resultados de melhora no perfil lipídico, reduzir os problemas de textura (JIMENEZ-COLMENERO et al., 2015; HECK 2017). Segundo Barbut et al. (2011 *apud* SANDOVAL, 2015) utilizando organogel feito com óleo de canola, etilcelulose e monoestearato de sorbitano, como substituto de gordura em salsichas resultou em valores aceitáveis de textura e sensorial.

### 2.4.3 Sistemas de volume de óleo

Outra alternativa para realizar a estabilização e estruturação de materiais lipídicos consiste em dispersar uma grande quantidade de gotículas de óleo em uma matriz de gel aquosa contínua sistemas de volume de óleo (*oil buking system*), fazendo com que o óleo fique fisicamente preso em uma rede de hidrogel (O + W), deste modo o sistema passa a ter características análogas a uma gordura animal.

Para realizar o procedimento usa-se de uma tecnologia relativamente simples e de baixo custo, os passos são, homogeneizar/dispersar o óleo comestível na solução aquosa e posteriormente induzir a gelificação da fase aquosa, fazendo o uso de agente gelificante.

Diversos são os agentes gelificantes empregados no uso dessa técnica, contudo destacam-se o uso glucomanano konjac (KGM) e alginato quando referimos ao desenvolvimento de produtos cárneos saudáveis. O KGM é o principal polissacarídeo de reserva dos tubérculos da planta *Amorphophallus konjac* (CANGA et al., 2004). Destaca-se seu uso na indústria alimentícia pelas suas características sendo elas, a capacidade de inchaço e poder de gelificação, entre outras.

Autores já estão explorando o uso de KGM, como por exemplo, uma combinação de entre óleos de oliva, linhaça e pescado (20% w/w) que foi estabilizada em uma matriz konjac (Figura 6), e posteriormente utilizados como substitutos da gordura da carne suína a fim de reduzir e/ou melhorar o perfil lipídico de ácidos graxos em diferentes tipos de produtos cárneos, como salsicha (SALCEDO-SANDOVAL et al., 2013), linguiça fresca (TRIKI et al., 2013), linguiça seca (JIMENEZ-COLMENERO, 2013) e rissóis de porco (SALCEDO-SANDOVAL et al., 2015; SALCEDO-SANDOVAL, et al., 2014).

O alginato forma géis quando na presença de sais de cálcio, consequência da reticulação do alginato com o cálcio, formando uma rede tridimensional contendo uma grande fração de água dentro, essa rede oferece possibilidades para ser usada como sistema de volume de óleo.

Figura 6 - Sistema de volume de óleo a base de konjac contendo 20% de uma mistura de óleos de oliva, linhaça e pescado.



Fonte: Salcedo-Sandoval et al. (2015).

Herrero et al. (2014) relataram a realização de dois diferentes sistemas de volume (Figura 7), utilizando em ambos os óleos de oliva, entretanto a base de polissacarídeos sofrendo alterações (alginato/inulina e alginato/dextrina), buscando características para usar esses sistemas como substitutos de gordura animal em produtos cárneos, para torná-los mais saudáveis. Os autores relataram que ao utilizarem desses sistemas obtiveram produtos com propriedades estáveis em termos de ligação gordura e água durante o armazenamento, contudo afetam as propriedades de textura dos produtos, produzindo maior dureza, independentemente do teor de gordura (JIMENEZ-COLMENERO et al., 2015).

Figura 7 - Sistema de volume de óleo a base de alginato contendo 55% (w/w) de óleo de oliva prepara com: a- alginato/inulina; b- alginato/dextrina.



Fonte: Jimenez-Colmenero et al. (2015).

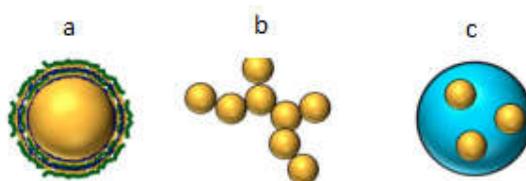
#### 2.4.4 Emulsões estruturadas

As emulsões as convencionais são formadas por dois líquidos imiscíveis, geralmente um de natureza lipofílica e outro hidrofílico, sofrem agitação mecânica. Normalmente as emulsões comportam-se como dispersões, onde denomina-se como fase interna ou descontínua a fase dispersa e como fase externa ou contínua a fase dispersante (JÚNIOR, 2011).

Quando a fase interna é lipofílica e a fase externa é hidrofílica, os sistemas são denominados como “óleo em água” (O/A). Já o oposto quando a fase interna é hidrofílica e a fase externa lipofílica o sistema é denominado como “água em óleo” (A/O). As emulsões ainda podem ser de sistemas múltiplos do tipo A/O/A ou O/A/O (XAVIER JÚNIOR, 2011). Contudo as emulsões convencionais são propensas a fenômenos de instabilidade física, não tendo a capacidade de proporcionar características de textura e reológicos desejáveis (XAVIER JÚNIOR, 2011).

Para atingir as características desejadas de propriedades funcionais e tornar possível a aplicação industrial tem-se realizado a estruturação destas emulsões, tornando-as mais complexas. Essas abordagens de projeto estrutural foram agrupadas em três categorias principais, sendo elas, camadas, incorporação e agrupamento (MCCLEMENTS, 2012), cujas características são determinadas principalmente pela composição, condições de preparo e especialmente sua organização (Figura 8).

Figura 8 - Mecanismos gerais para a criação de emulsões estruturadas.



Legenda: a- camadas; b- agrupamento; c- incorporação

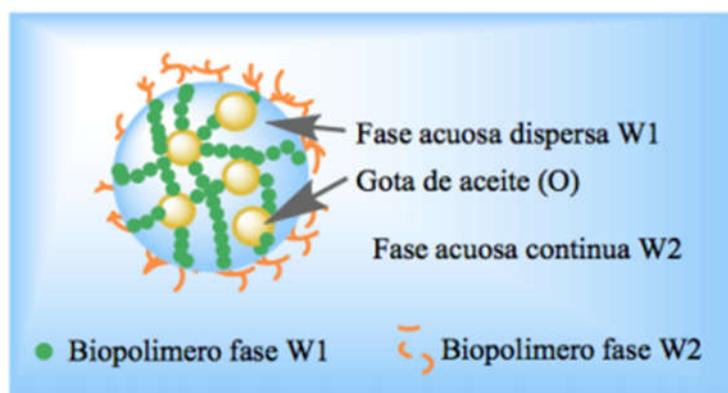
Fonte: Adaptado de McClements (2012).

Algumas possibilidades interessantes para esse tipo de aplicação, estruturados de hidrogel e oleogel, serão melhores abordados a seguir.

### 2.4.5 Emulsões hidrogelificadas

As emulsões estruturadas consistem na condição de emulsões sejam elas (O/A ou A/O), incorporadas como partículas em uma fase hidrogelada, fazendo com que coexistam emulsão e uma estrutura de gel (Figura 9). As partículas de hidrogel são esferas, onde o óleo emulsificado foi incorporado em fase aquosa dispersa gelificada (A1), que por sua vez está contida em uma fase aquosa contínua (A2). Em tais condições as gotas são encapsuladas dentro da matriz de hidrogel formando então uma estrutura O/A1/A2 (MCCLEMENTS, 2010).

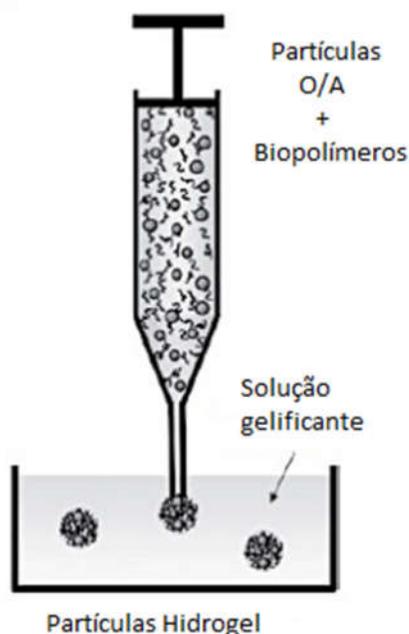
Figura 9 - Estrutura de uma partícula de hidrogel.



Fonte: Adaptado de Sandoval (2015).

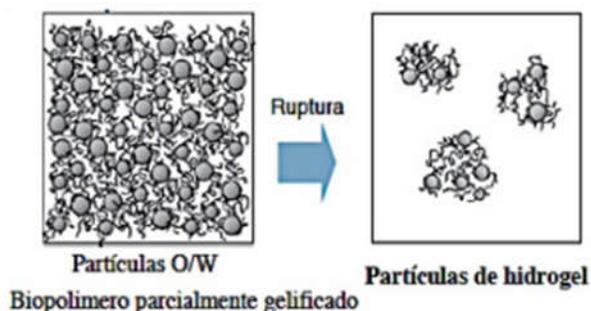
Para a formar essas partículas de hidrogel foram desenvolvidos diversos métodos. Um deles é o método de injeção, onde as partículas de óleo em uma emulsão combinam-se com a solução biopolimérica capaz de formar o gel antes da gelificação e posteriormente essa mistura é injetada em outro líquido que promove a gelificação (Figura 10). Outro método, o disruptivo (Figura 11), consiste na ruptura macroscópica do hidrogel pela aplicação de uma força, normalmente transporta-se uma solução hidrocolóide (contendo as partículas de O/A), perto do ponto de gel, e nesse momento aplica-se uma força para que ocorra a formação das partículas (SANDOVAL, 2015).

Figura 10 - Representação do método de injeção para a formação de partículas de hidrogel.



Fonte: Adaptado McClements (2010).

Figura 11 - Representação do método disruptivo para a formação de partículas de hidrogel.



Fonte: Adaptado McClements (2010).

Outro método que pode ser utilizado é o de separação de fases biopoliméricas, que consiste em formar partículas de hidrogel a partir de combinações biopoliméricas nas quais podem ocorrer separação de fase. Se o sistema for composto de dois biopolímeros e um solvente for misturado, podem ocorrer três resultados, miscibilidade, associação e segregação.

Para a miscibilidade o fator relevante dá-se pela propriedade de alguns líquidos de se misturarem e formar uma fase homogênea. Já para a associação ocorrer é necessário que exista uma força de atração entre as moléculas dos biopolímeros, como de atração estática por

exemplo. Por fim a segregação tende a ocorrer quando existe uma repulsão entre as moléculas dos biopolímeros, assim temos a formação de duas fases, onde cada fase aquosa é rica de um biopolímero e pobre do outro e vice e versa (MCCLEMENTS, 2010; MATALANIS et al., 2010)

O sistema de fases separadas se mistura tende a formar uma “emulsão” A1/A2, onde a fase de maior volume torna-se normalmente a fase contínua e a de menor volume a dispersa (SANDOVAL, 2015). Em seguida mistura-se as partículas O/A com a emulsão A1/A2, tendo como resultado uma emulsão O/A1/A2, ou seja, partículas de óleos dispersas em uma fase aquosa, dispersa em outra fase aquosa (MATALANIS et al., 2010).

Entretanto esse sistema se apresenta instável com o passar do tempo, para que possamos preservar essa estrutura se faz necessário ajustes, para que umas das duas fases aquosas dos sistemas formem um gel (SANDOVAL, 2015). Em tal sentido esses ajustes são nas condições do processo para que o biopolímero possa gelificar a fase, por exemplo, o biopolímero capaz de gelificar a frio, poderia ser gelificado abaixando a temperatura do sistema, ou adição de íons ou ainda por método enzimático.

Quando tratamos do método enzimático, o mesmo que consiste da formação de ligações químicas entre as cadeias de proteína para a formação do gel, destaca-se o uso da transglutaminase de origem microbiana (MTG), pela sua capacidade de fazer ligações cruzadas inter e intramolecular entre o grupo  $\gamma$ - carboxamida e o grupo  $\epsilon$ - amino de proteínas de lisina (SANDOVAL, 2015).

Vale ressaltar que esse poder de gelificação da MTG é dependente da quantidade de resíduos de glutamina e lisina estarão disponíveis. Assim proteínas como caseína e gelatina são bons substratos para gelificar com MTG, enquanto alfa-lactalbumina são substratos pobres para MTG (SANDOVAL, 2015).

O uso desse tipo de emulsão em alimentos ainda é bastante limitado, embora sua utilidade ser comprovada em diversos tipos de produtos lácteos à carnes. Quando se trata de produtos carnes, utilizando de diferentes géis de emulsão preparados com óleo de linhaça e k-caragenina para substituição parcial de gordura em salsicha Bolonha, quando aplicado uma formulação de gel ideal o resultado foi 10 uma dureza maximizada e diminuição da sinérese, provando ser um sistema adequado segundo Poyato et al. (2014).

## 2.46 Emulsões organogeladas

Do mesmo modo o desempenho de emulsões A/O ou O/A pode ser melhorado quando a mesma é incorporada em uma fase contínua de organogel. Tendo em vista do que foi descrito acima, podemos então, produzir emulsões organogelificadas por meio desta abordagem

O processo de organogelação pode ocorrer na fase externa da emulsão A/O, devido a natureza anfifílica de algumas moléculas organogeladoras, foi proposto que a mesma é capaz de estabilizar e estruturar para emulsões A/O. Assim sendo capaz de imobilizar gotículas de água dentro de uma fase de óleo contínua gelificada

Para a produzir lipídios estruturados da forma (A/O + Org) podem ser necessárias duas etapas principais, a primeira relacionada a combinação do óleo comestível e organogelador e a segunda em relação à sua homogeneização com a fase aquosa (SANDOVAL, 2015).

Como esses sistemas possuem várias fases, diversos são também os mecanismos de estabilização e estruturação que podem ocorrer ao mesmo tempo, como cristalização de lipídeos (gordura) da fase contínua de lipídeos e estabilização no nível interfacial. (SANDOVAL, 2015)

Na literatura quando abordamos este tema encontramos autores como, por exemplo, Duffy et al. (2009) que obteve uma emulsão organogelada através da homogeneização do organogel derretido (b-sisterol:g orizaol em óleos de oliva, milho e girassol a 90°C).

Ainda Lupi et al. (2011), que obtiveram uma rede de emulsão A/O altamente estruturada por meio de cristalização da fase oleosa, utilizando monoacilgliceróis e diacilgliceróis, que são agentes organogeladores. As emulsões apresentaram propriedades reológicas satisfatórias para o seu potencial uso como gorduras sólidas.

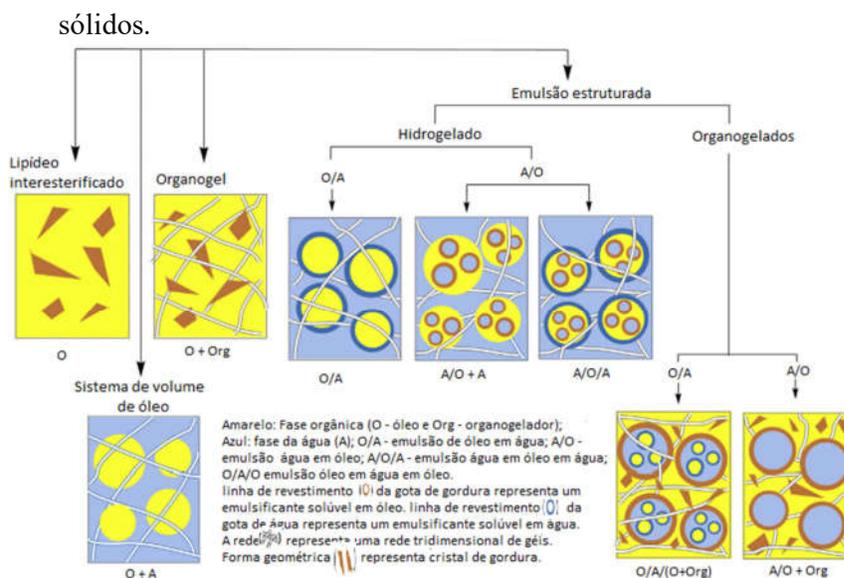
O processo de organogelação também pode ser usado para produzir estruturas do tipo O/A/O, usando fases orgânicas e emulsificantes. Esses tipos de emulsões podem ser obtidas através do emprego da metodologia já descrita anteriormente.

Fazendo o uso de óleo e um organogelador na fase lipídica externa para atender os requisitos tecnológicos e sensoriais a fim de simular um substituto de gordura da carne, enquanto a parte lipídica interna pode ser usada para fornecer os ácidos graxos desejados.

Em tal sentido recentemente autores fizeram o uso de emulsões O/A/O para a formar nanopartículas sólidas, onde existia uma casca sólida e um núcleo de óleo líquido em emulsões O/A para microencapsular ácido linolênico, para prevenir sua oxidação (LIAO et al., 2012; SALMINEN et al., 2014; SALMINEN et al., 2013).

Contudo não foram apresentados exemplos aplicados direto na indústria alimentícia, entretanto esse tipo de emulsão pode ser posteriormente ajustado, fazendo o uso até mesmo de métodos já descritos no trabalho como, por exemplo, gelificação e serem aplicadas no meio alimentício. A Figura 12 ilustra todos os métodos de estruturação e estabilização de óleos comestíveis em materiais sólidos, para o uso como substitutos de gordura em produtos cárneos, que foram descritos acima.

Figura 12 - Métodos de estruturação e estabilização de óleos comestíveis em materiais



### 3 CONCLUSÃO

Através do exposto na revisão, faz necessário a adaptação da indústria da carne para continuar satisfazendo os consumidores, esses que estão cada vez mais atentos ao que estão consumindo e preocupados principalmente com a questão a saudabilidade.

Com relação aos perfis dos ácidos graxos, diretamente relacionados a saúde humana, e a diversas alternativas para a substituição da gordura animal tradicional por óleos vegetais ou de peixes, trabalhos têm sido desenvolvidos a fim de encontrar o substituto ideal em produtos cárneos. Vale salientar que, a substituição de gorduras saturadas por óleos insaturados implica no risco de uma menor estabilidade à oxidação lipídica no produto. Sugere-se então que seja explorado pelos próximos acadêmicos a inclusão de antioxidantes, como por exemplo extrato de alecrim, a fim de melhorar o produto buscando que o mesmo corresponda tanto tecnologicamente, financeiramente e seja saudável para os consumidores.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. F. **Determinação do perfil de ácidos graxos produzidos por microalgas e cianobactérias da Região Amazônica, Macapá-AP**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. 2017.
- Araldi, E. Z.; Moreira, J.; Mazurek, L.; Araldi, L. Z.; Ariotti, A. P.; Soares, F. A. A. S. M. **Estudo Das condições microbiológicas E Teores De Nitrito Em Salames Produzidos No Alto Vale Do Rio Do Peixe – Santa Catarina, Brasil**. *evad.* **2017**, *16*, 131-146.
- Barbut, S. et al. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. **Lipid Technology**, v.24, n.7, p.151-154. 2012.
- BEFPOINT. **Ácidos graxos e seus números – os omegas**. 2009. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/acidos-graxos-e-seus-numeros-os-omegas-55995/>. Acesso em mai 2021.
- BHUPATHIRAJU, S. N.; TUCKER, K. L. Coronary heart disease prevention: Nutrients, foods, and dietary patterns. **Clinica Chimica Acta**. v.412, p.1493–1514. 2011.
- CANGA, A. G. et al. Glucomanano: propiedades y aplicaciones terapêuticas. **Nutrición Hospitalaria**. v.19, n.1, p. 45-50. 2004.
- CENTENARO, G. S.; FURLAN, V. J. M.; SOARES, L. A. S. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 619-630, jul./set. 2008.
- CHEONG, L. Z. et al. Physical and sensory characteristics of pork sausages from enzymatically modified blends of lard and rapeseed oil during storage. **Meat Science**. v.85, p. 691–699. 2010.
- COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica L*) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, out./dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf>. Acesso mai 2021.
- CONCHILLO, A. et al. Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga. **Nutrición Hospitalaria**. v.21, p.369-373. 2006.

CROSS, A. J. et al. A Large Prospective Study of Meat Consumption and Colorectal Cancer Risk: An Investigation of Potential Mechanisms Underlying this Association. **Cancer Research**. v.70, n.6, March 15, 2010.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. **EFSA Journal**. v.8, n.3, p.1461. 2010.

ENSER, M. et al. Fatty Acid Content and Composition of English Beef, Lamb and Pork at Retail. **Meat Science**. v.42, n.4, p. 443-456, 1996.

FALUDI, A. A. et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.109, n.2, supl.1 São Paulo Aug. 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0066-782X2017001100001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2017001100001). Acesso em mai 2021.

FERNANDES, C. E. **Valor nutricional e perfil lipídico das espécies de peixes: cavala (*Scomberomorus cavalla*), agulha-branca (*Hemiramphus brasiliensis*), agulha-preta (*Hyporhamphus unifasciatus*) e sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*)**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco – UFP. 2014.

HECK, R. T. **Aplicação de óleo microencapsulado de chia e de linhaça em hambúrgueres promovendo a melhoria do perfil lipídico**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria - RS – UFSM. 2017.

HERRERO, A. M.; RUIZ-CAPILLAS, C.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARMONA, P. Raman spectroscopic study of structural changes upon chilling storage of frankfurters containing olive oil bulking agents as fat replacers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, p.5963-5971. 2014.

HIBBELN, J. R. et al. Healthy intakes of n3 and n6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v.83. 2006.

INEU, M. L.; MANENTI, E.; COSTA, J. L. V.; Emílio MORIGUCHI, E. Manejo da HDL: Avanços Recentes e Perspectivas além da Redução de LDL **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.87, n.6, p. 788-794. 2006.

JIMENEZ-COLMENERO, F. et al. Novel applications of oilstructuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. **Trends in Food Science & Technology**. v.44, p. 177-188. 2015.

JIMENEZ-COLMENERO, F. Potential applications of multiple emulsions in the development of healthy and functional foods. **Food Research International**, v.52, p.64-74. 2013.

LEE, S. et al. Effect of Antioxidants and Cooking on Stability of n-3 Fatty Acids in Fortified Meat Products. **Journal of Food Science**. v.71, N.3, 2006.

LIAO, L.; LUO, Y.; ZHAO, M.; WANG, Q. Preparation and characterization of succinic acid deamidated wheat gluten microspheres for encapsulation of fish oil. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.92, p.305-314. 2012.

LINSEISEN, J. et al. Dietary intake of different types and characteristics of processed meat which might be associated with cancer risk – results from the 24-hour diet recalls in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). **Public Health Nutrition**. v.9, n.4, p.449–464. 2006.

LUNN, J.; THEOBALD, H. E. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**. v.31, p.178–224. 2006.

LUPI, F. R., et al. A rheological analysis of structured water-in-olive oil emulsions. **Journal of Food Engineering**, v.107, p.296-303. 2011.

MATALANIS, A.; LESMES, U.; DECKER, E. A.; MCCLEMENTS, D. J. Fabrication and characterization of filled hydrogel particles based on sequential segregative and aggregative biopolymer phase separation. **Food Hydrocolloids**. v.24, p.689-701. 2010.

MCCLEMENTS, D. J. Advances in fabrication of emulsions with enhanced functionality using structural design principles. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.17, p.235-245. 2012.

MENEGAZ, D. Distúrbios do metabolismo de colesterol e sais biliares Lipoproteínas Plasmáticas. **Health & Medicine**. Jun. 05, 2016. Disponível em: <https://www.slideshare.net/DanusaMenegaz/distrbio-metabolismo-lipoprotenas-danusa-menegaz-phd> . Acesso mai 2021.

MICHA, R.; WALLACE, S. K.; MOZAFFARIAN, D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. **Circulation**. v.121, p.2271–2283. 2010.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.452-457. 2004.

NHMRC. National Health and Medical Research Council. **Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand:** Including Recommended Dietary Intakes. Version 1.2. Updated September. 2017.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.2, p.291-300. São Paulo, 2012. Disponível: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v71n2/v71n2a10.pdf>. Acesso em mai 2021.

OSPINA-E, J. C. et al. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. **Meat Science**, v.84, p.491-497. 2010.

PATEL, A. R., et al.. Edible oleogels based on water soluble food polymers: preparation, characterization and potential application. **Food & Function**, v.5, p.2833-2841. 2014.

PARZIANELLO, L. **Níveis de lipoproteínas e apolipoproteínas em uma amostra de indivíduos descendentes de japoneses na região de Cascavel – PR.** Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. 2002.

POYATO, C., et. al. Optimization of a gelled emulsion intended to supply u-3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. **Meat Science**, v.98, p.615-621. 2014.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.361-365, abr.-jun. 2008.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2ª Ed. Edgard Blucher, 2007.

SALCEDO-SANDOVAL, L., et al.. Konjac-based oil bulking system for development of improved-lipid pork patties: technological, microbiological and sensory assessment. **Meat Science**, v.101, p.95-102. 2015.

SALCEDO-SANDOVAL, L., et al. Effect of cooking method on the fatty acid content of reduced-fat and PUFA-enriched pork patties formulated with a konjac-based oil bulking system. **Meat Science**, v.98, p.795-803. 2014.

SALCEDO-SANDOVAL, L., et al. (2013). Oxidative stability of fish oil within a filled hydrogel for use in meat products. In 59th INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICoMST), (Vol. **Book of abstracts**, pp. 119). Izmir, Turkey. 2013.

SALMINEN, H., et al. Influence of surfactant composition on physical and oxidative stability of Quillaja saponin-stabilized lipid particles with encapsulated omega-3 fish oil. **Colloids and Surfaces B e Biointerfaces**, v.122, p.46-55. 2014.

SALMINEN, H., et al. Formation of solid shell nanoparticles with liquid  $\omega$ -3 fatty acid core. **Food Chemistry**, v.141, p.2934-2943. 2013.

SANDOVAL, J. L. S. **Agente de carga a base de konjac y partículas de hidrogel como nuevos sistemas de incorporación de aceites en productos cárnicos**. Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos da Universidad Complutense de Madrid. 2015.

SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.100, no.1, supl.3 São Paulo Jan. 2013. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2013000900001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2013000900001&script=sci_arttext). Acesso mai 2021.

SANTOS, V. S. Colesterol. 2021. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude-na-escola/colesterol.htm>. Acesso mai 2021.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomed Pharmacother**. v.56, p. 365–379. 2002.

SOARES, F. A. S. M. **Interesterificação química e enzimática de misturas de estearina de palma, óleo de coco e óleo de canola para formulação de margarinas com baixa concentração de isômeros *trans***. Tese apresentada ao programa de pós graduação em Tecnologia Bioquímica e Farmacêutica da Faculdade de Ciência Farmacêutica da Universidade de São Paulo – USP. 2014.

TRIKI, M.; HERRERO, A. M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; RUIZ-CAPILLAS, C. Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. **Meat Science**, v.93, p.351-360. 2013.

XAVIER JUNIOR, F. A. **Emulsões de óleo de copaíba: determinação do equilíbrio hidrófilo-lipófilo crítico (EHLc), propriedades e estabilidade físico-químicas**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2011.

WEBB, E. C.; O'NEILL, H. A. The animal fat paradox and meat quality. **Meat Science**. v.80, p.28–36. 2008.

WHO. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. **Technical Report Series**. v.916. Geneva, 28 January -- 1 February 2002.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**. v.66, p.21–32. 2003.

ZETZL, A. K.; MARANGONI, A. G.; BARBUT, S. Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. **Food & Function**, v.3, p.327-337. 2012.