

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

OSWALDO BRANCALLION NETO

SUBSTITUINTES DE GORDURA TRANS EM ALIMENTOS PROCESSADOS

Itaqui

2022

OSWALDO BRANCALLION NETO

SUBSTITUINTES DE GORDURA TRANS EM ALIMENTOS PROCESSADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva

Itaqui

2022

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

B469s Brancallion Neto, Oswaldo

SUBSTITUINTES DE GORDURA TRANS EM ALIMENTOS PROCESSADOS /
Oswaldo Brancallion Neto. 33 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)— Universidade Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2022.

"Orientação: Leomar Hackbart da Silva".

1. Gordura trans. 2. Substituto de gordura trans. I. Título.

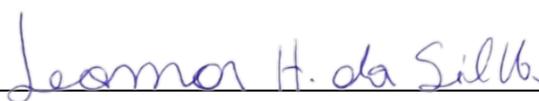
OSWALDO BRANCALLION NETO

SUBSTITUINTES DE GORDURA TRANS EM ALIMENTOS PROCESSADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 10 de agosto de 2022.

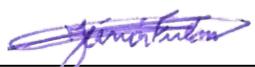
Banca examinadora:



Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva
Orientador
(UNIPAMPA)



Prof. Dra. Angelita Machado Leitão
(UNIPAMPA)



Prof. Dr. Valcenir Junior Mendes Furlan
(UNIPAMPA)

RESUMO

As evidências científicas relacionadas aos ácidos graxos trans estão claramente definidas como o quão este material é prejudicial para o consumo humano, devido aos malefícios que pode causar, as organizações mundiais visam eliminar a sua utilização, forçando uma grande mudança no mercado industrial, trazendo discussões para o consumidor, principalmente na compra e no consumo de produtos industrializados, o que gerou mudanças na forma como é produzido os alimentos. A indústria de alimentos, busca desenvolver formulações com funcionalidade equivalente, substituindo as gorduras trans, de forma que não comprometam a saúde dos consumidores. O objetivo deste estudo foi identificar e descrever artigos científicos, livros e monografias, encontrados na literatura, que demonstraram os avanços da indústria para a remoção da gordura trans em seus produtos, os principais substituintes utilizados e as dificuldades encontradas na reformulação dos produtos. Foi realizada uma revisão de literatura, com a finalidade de reunir conhecimentos científicos, publicados, preferencialmente, entre 2000 e 2022, que abordaram assuntos relacionados aos principais substituintes de gordura trans em alimentos processados, atualmente utilizados na indústria alimentícia. Os resultados demonstraram que a gordura trans não é mais um problema para a indústria, pois em um primeiro momento foi substituída por gordura vegetal interesterificada e por gordura vegetal semi-sólida obtida por fracionamento, porém essa solução aumenta a quantidade de gordura total dos produtos industrializados, principalmente ácidos graxos saturados. Diante disso, os estudos mais promissores nessa área de substitutos de gorduras trans são dos carboidratos e das proteínas, já que ao utilizá-los, oferecem menos risco à saúde dos consumidores e proporcionam uma diminuição das gorduras totais nos produtos industrializados visando manter as características tecnológicas e sensoriais dos produtos.

Palavras-chave: Ácidos graxo trans, alimentos industrializados, substituto de gordura.

ABSTRACT

Scientific evidence related to trans fatty acids is clearly defined as how this material is harmful to human consumption, due to the harm it can cause, world organizations aim to eliminate its use, forcing a major change in the industrial market, bringing discussions to the consumer, mainly in the purchase and consumption of industrialized products, which generated changes in the way food is produced. The food industry seeks to develop formulations with equivalent functionality, replacing trans fats, in a way that does not compromise the health of consumers. The objective of this study was to identify and describe scientific articles, books and monographs, found in the literature, which demonstrated the advances of the industry for the removal of trans fat in its products, the main substitutes used and the difficulties encountered in the reformulation of products. A literature review was carried out in order to gather scientific knowledge, published, preferably, between 2000 and 2022, which addressed issues related to the main trans fat substitutes in processed foods, currently used in the food industry. The results showed that trans fat is no longer a problem for the industry, since at first it was replaced by interesterified vegetable fat and semi-solid vegetable fat obtained by fractionation, but this solution increases the amount of total fat in industrialized products, especially saturated fatty acids. Therefore, the most promising studies in this area of trans fat substitutes are carbohydrates and proteins, since when using them, they offer less risk to the health of consumers and provide a decrease in total fats in industrialized products in order to maintain the technological characteristics. and sensory of the products.

Keywords: Trans fatty acids, fat substitute, processed foods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formação dos triglicerídeos.....	14
Figura 2 – Configurações Cis e Trans.....	16

LISTA DE ABREVIATURAS

- AGT - Ácidos Graxos Trans
- AVC - Acidente Vascular Cerebral
- DCNT - Doenças Crônicas Não Transmissíveis
- DCV - Doenças Cardiovasculares Vasculares
- g – Grama
- HDL - Lipoproteína de alta densidade
- Kcal – Quilo calorias
- LDL - Lipoproteína de baixa densidade
- MeONa. - Metóxido de Sódio
- PES - Ésteres de sacarose ou Poliésteres de Sacarose

LISTA DE SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FAO - Organização para a Alimentação e Agricultura
FDA - *Food and Drug Administration*
Gpw13 - *General Programme of Work*
GRAS – *Generally Recognized as Safe*
MERCOSUL - Mercado Comum do Sul
OMS - Organização Mundial da Saúde
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	METODOLOGIA.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	ÓLEOS E GORDURAS	14
3.2.	ÁCIDOS GRAXOS TRANS (AGT).	15
3.3	IMPACTO DO CONSUMO DE AGT NA SAÚDE HUMANA	18
3.4	LEGISLAÇÃO	19
3.5	INTERESTERIFICAÇÃO	21
3.6	FRACIONAMENTO	22
3.7	ALTERNATIVAS AO USO DE GORDURA HIDROGENADA	22
3.7.1	SUBSTITUINTES DE GORDURAS.....	23
3.7.2	SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS	24
3.7.3	SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM PROTEÍNAS	26
3.7.4	SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM LIPÍDEOS	26
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

No começo do século XX foi descoberta a forma de se produzir ácidos graxos trans industrializados ou ácidos graxos trans artificiais. Esse processo que converte óleos vegetais líquidos baratos em gorduras e semi-sólidos, produz gorduras trans, como subproduto, ficou conhecido como hidrogenação parcial e foi realizado pelo químico alemão Wilhelm Normann. Devido a sua descoberta, a indústria logo correu para colocar em prática sua técnica de hidrogenação parcial para utilizar a gordura parcialmente hidrogenada, já que ela era um substituto direto da manteiga, porém de menor custo, maior validade e menos escasso. Após sua implementação na indústria, os lares europeus e americanos foram tomados por essa nova gordura, que possuíam menor custo e uma melhor qualidade sensorial (SCHEEDER, 2007; SILVA, 2020).

Os períodos entre início da Primeira e o fim da Segunda Guerra Mundial foram determinantes para expansão da presença de gorduras trans na dieta, devido à escassez de alimentos, facilidade de produção e a fome. Por volta da década de 60, ainda se tinha uma ideia errônea, da qual se propagava amplamente a ideia de que os ácidos graxos trans (AGT) eram mais saudáveis e melhores, já que as gorduras vegetais e margarina possuíam um teor mais baixo de gordura saturada e não possuíam colesterol, sendo assim promoviam a ideia que troca da banha e da manteiga, pela gordura parcialmente hidrogenada era uma opção mais saudável (SCHEEDER, 2007; LIST, 2014).

A gordura líquida, como o óleo vegetal, é composta por moléculas de ácidos graxos insaturados como os oleicos (C18:1), linoleico (C18:2), linolênico (C18:3), eicosanoico (C20:1) e erúcido (C22:1). As gorduras insaturadas contêm cadeias de hidrocarbonetos conectadas por uma ou mais ligações duplas. As cadeias de hidrocarbonetos estão no mesmo plano da molécula, que forma uma configuração “*cis*” (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Após a hidrogenação, uma gordura insaturada é modificada em uma configuração diferente que é caracterizada por uma única torção no centro da molécula. Esta torção coloca as cadeias de hidrocarbonetos conectadas pela ligação dupla em planos opostos e, portanto, a molécula é descrita como tendo uma configuração trans. A molécula de gordura trans é linear e, com exceção da torção no centro, esta estrutura se assemelha à forma linear de uma gordura saturada. Assim, por meio da hidrogenação, a consistência líquida da gordura insaturada é

transformada em uma forma sólida-macia que geralmente é mais flexível do que a consistência sólida-sólida típica de uma gordura saturada (RIBEIRO *et al.*, 2007; DAMODARAN *et al.*, 2010).

No final da década de 1980, uma associação entre a alta ingestão de gordura saturada e o aumento do risco de doenças cardíacas foi firmemente estabelecida. Com isso, o consumo de gorduras trans disparou, uma vez que eram utilizadas em favor de todos os produtos que continham gorduras saturadas, incluindo banha. No entanto, na década de 1990, surgiram evidências indicando que as gorduras trans apresentavam um risco maior de doenças cardíacas do que as gorduras saturadas (SCHEEDER, 2007; LIST, 2014).

O consumo de gorduras trans provoca um aumento nos níveis de baixa densidade de lipoproteína (LDL). Níveis elevados de LDL resultam no acúmulo de gordura nos vasos sanguíneos, o que pode levar à aterosclerose, doenças cardíacas e acidente vascular cerebral (AVC). As gorduras trans também reduzem os níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL), que desempenha um papel importante no transporte de colesterol das células e vasos sanguíneos para o fígado, onde o colesterol é metabolizado para excreção. Os níveis de HDL são inversamente correlacionados com o risco de doenças cardíacas e, portanto, a depleção de HDL pelas gorduras trans aumenta o risco de doenças cardiovasculares. Além disso, as gorduras trans estão associadas a um risco aumentado de diabetes mellitus tipo II, bem como, várias outras doenças como a doença de Alzheimer e câncer (ISLAM, MD ASHRAFUL *et al.*, 2019; SANTOS, Raul D. *et al.*, 2013).

A indústria de alimentos encontrou uma grande dificuldade em remover a gordura trans de seus produtos visto que, cada produto tem suas características e forma de armazenamento diferentes, algumas indústrias conseguiram encontrar soluções simples, como a utilização dos óleos de palma, palmiste e coco, como também utilizar gorduras que passaram por interesterificação, porém essas soluções não se aplicam a todos os ramos da indústria e aumentam a composição de gorduras saturadas no produto, o que não é desejado pelo consumidor. Logo este setor começou a procurar por novas soluções, como os *fat replacers* que seriam os substituidores de gordura, onde são utilizados carboidratos, proteínas e gorduras sintéticas, como substituto tecnológico para a gordura trans e saturada (PINHEIRO; PENNA, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2007).

Os produtos passam por reformulações, as escolhas são determinadas pelo

custo, qualidade, inocuidade e pelo desempenho dos substitutos de gordura, os fabricantes devem considerar uma série de fatores que envolvem as diferenças de temperatura que o alimento será submetido até as condições de estocagem. Entretanto, são escassos na literatura artigos de revisão bibliográfica com enfoque em compilar os principais avanços da indústria para eliminar a gordura trans dos produtos industrializados, as principais dificuldades encontradas e os desafios em definir o melhor composto para substituir a gordura trans. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar e descrever publicações científicas encontradas na literatura, que demonstrem os avanços das pesquisas na remoção da gordura trans em produtos industrializados, os principais substituintes utilizados e as dificuldades para reformulação dos produtos.

2 METODOLOGIA

A elaboração dessa revisão de literatura, tem como finalidade reunir conhecimentos científicos, publicados, preferencialmente, entre 2000 e 2022, que abordaram assuntos relacionados aos princípios substituintes de gordura trans em alimentos processados, atualmente utilizados na indústria alimentícia.

Os critérios de inclusão adotados no presente estudo seguiram a metodologia proposta por Pereira et al. (2018), utilizando publicações classificadas como artigo original, revisões bibliográficas, livros, teses, dissertações ou resumos de anais de eventos científicos, divulgadas em língua inglesa, espanhola e portuguesa; publicações completas com resumos disponíveis e indexados nas bases de dados: Google acadêmico, SciELO, Scopus, PubMed, Lilacs e Web of Science, além de Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Na revisão foram excluídos os editoriais, as cartas ao editor, os estudos reflexivos e relatos de caso, bem como, artigos repetidos em diferentes bases de dados e estudos que não abordaram a temática relevante ao objetivo desta revisão. A metodologia empregada baseia-se na avaliação detalhada do título e dos resumos dos artigos encontrados. Foram utilizados majoritariamente, publicações escritas em inglês, devido a falta de material atual em português, sobre os substitutos de gordura trans, o que evidenciou a falta de estudos na área.

3 REVISÃO DA LITERATURA

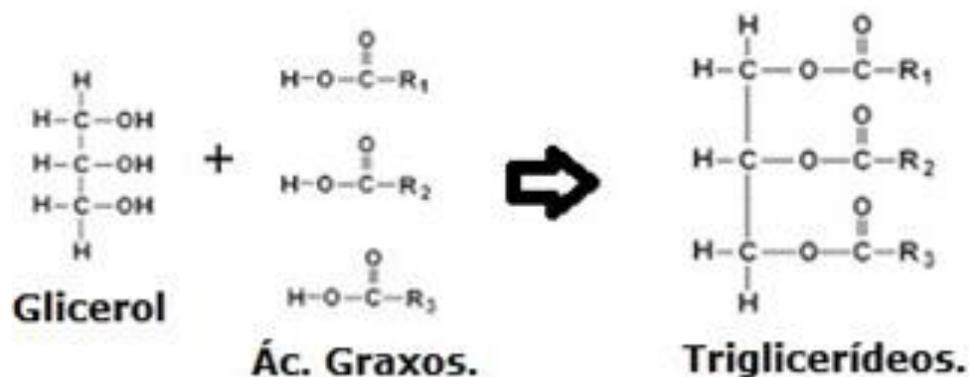
3.1 ÓLEOS E GORDURAS

Os óleos e gorduras são elementos essenciais na alimentação humana devido as suas propriedades sensoriais, funcionais e nutricionais. O consumo de lipídeos é necessário para o metabolismo, pois é necessário na estrutura das membranas celulares e prostaglandinas e além de servir como transportadora das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K (OETTERER *et al.*, 2006).

A sintetização das gorduras é realizada a partir da união dos três ácidos graxos e uma molécula de glicerol que como pode ser observado na Figura 1 é formado um triéster, comum mente chamado de triglicerídeo, essas moléculas podem estar em estado líquido ou sólido, isso depende da temperatura ambiente, composição e estrutura do ácido graxo.

Nos alimentos, os lipídios são denominados óleos no estado líquido em temperatura ambiente e gorduras quando se apresentam em estado sólido (DAMODARAN *et al.*, 2010). A forma mais comum dos lipídios nos alimentos é na forma de triglicerídeos. Os triglicerídios são formados através de reações de esterificação de uma molécula de glicerol com três ácidos graxos (ARAUJO, 2001).

Figura 1 – Formação dos triglicerídeos.



Fonte: Modificada pelo autor com base em Sousa (2019).

De acordo com a Resolução ANVISA nº 270, de 22 de setembro de 2005, óleos vegetais e gorduras vegetais são produtos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie vegetal e podem conter pequenas quantidades de outros lipídios como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres (BRASIL, 2005).

As propriedades tecnológicas das gorduras implicam em toda a cadeia do processamento do produto, já que auxilia na estabilidade, processamento, pós-processamento e armazenamento, as características envolvidas nas partes físico-químicas, microbiológicas e tecnológicas (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

As gorduras têm uma função fundamental na definição das quatro principais propriedades sensoriais de produtos alimentícios, a aparência, textura, sabor e o *moutfeel*, ou seja, brilho, cremosidade, translucidez, viscosidade, derretimento, elasticidade, flavor, dureza, coloração e espessura, são características provenientes dos lipídios nos alimentos (DAMODARAN *et al.*, 2010).

Logo, a diminuição de gordura em produtos alimentícios deve levar em importância o seu papel polivalente, particularmente, sua presença na matriz do alimento é fator decisivo de suas propriedades químicas, físicas e sensoriais, bem como de suas características de processamento. A respeito das relativas utilidades da gordura nos alimentos variam de acordo com cada produto alimentício e do tipo de gordura usado. Quanto maior o número das propriedades funcionais determinadas pelas gorduras, mais proeminente será seu impacto, e mais complexo se tornará a retirada da gordura do produto (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016, DAMODARAN *et al.*, 2010, ARENHART *et al.*, 2009).

3.2 ÁCIDOS GRAXOS TRANS (AGT)

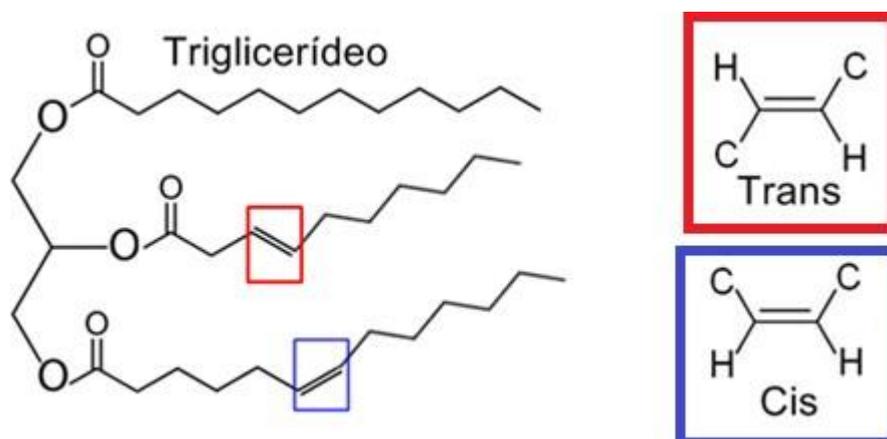
Os ácidos graxos possuem propriedades diferentes que são influenciadas pela sua formação, quanto maior a quantidade de carbonos maior será a cadeia. Ácidos de graxos de cadeia longa possuem mais forças intermoleculares e maior ponto de fusão e ao ser metabolizados fornecem maior quantidade de energia por molécula (RIBEIRO *et al.*, 2007, PINHO; SUAREZ, 2013).

Ácidos graxos são classificados em saturados e insaturados. Os ácidos graxos saturados não possuem duplas ligações entre os carbonos, pois os átomos de

carbono estão saturados com hidrogênio. Ácidos graxos saturados com cadeia pequena inferior a dez átomos de carbono são líquidos à temperatura ambiente, enquanto aqueles com cadeias grandes que possuem dez ou mais átomos de carbono são sólidos. Já os ácidos graxos insaturados apresentam pelo menos uma dupla ligação entre os carbonos. Átomos de carbono ligados entre si por uma única dupla ligação são ácidos graxos monoinsaturados, enquanto ácidos graxos poli-insaturados se apresentam com mais de uma ponte dupla entre os carbonos (RIBEIRO *et al.*, 2007; MERÇON, 2010).

Os ácidos graxos com dupla ligação possuem duas configurações cis que possui forma de quina e a configuração trans que tem forma linear, assim como pode ser observado na Figura 2. A configuração trans possui átomos de carbono em suas extremidades da dupla ligação em lados opostos, já a configuração cis os carbonos da dupla ligação estão do mesmo lado. A estrutura de ácidos graxos cis proporcionam uma constituição estrutural flexível o que influencia na flexibilidade das moléculas. Já as cadeias trans não possuem essas propriedades impossibilitando o dobramento da cadeia, sendo assim sua formação é muito semelhante à de um ácido graxo saturado (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Figura 2 – Configurações Cis e Trans.



Fonte: Modificada pelo autor com base em RIBEIRO *et al.*, 2007.

O método para se realizar a hidrogenação foi patenteada pelo cientista alemão Wilhem Normann (1870–1939), o método foi desenvolvido baseado em pesquisas dos cientistas franceses Paul Sabatier (1854-1941) e Jean-Baptiste Senderens (1856-1937), que hidrogenaram diversos compostos voláteis, Normann teve sucesso conseguindo hidrogenar ácido oleico a ácido esteárico. Após o sucesso em realizar a hidrogenação não demorou para que o processo fosse viável para a indústria e se

espalhasse pelo mundo. O primeiro alimento comercializado e gerado a partir desta tecnologia foi a gordura vegetal “Crisco” em 1912, produzida a partir de óleo de algodão (SCHEEDER, 2007).

A hidrogenação química consiste no processo de adicionar átomos de hidrogênio nas cadeias de carbono dos ácidos graxos não saturados, reduzindo assim o número de ligações duplas. Esta reação foi e é de extrema importância para a indústria, pois permite a conversão de óleo líquido em gorduras (PINHO; SUAREZ, 2013).

Para a hidrogenação é necessário um tanque hermético e controle de temperatura, pressão, tipo e concentração do catalizador, durante a reação o hidrogênio gasoso, o óleo líquido e o catalisador sólido, que pode ser níquel ou catalisadores organometálicos, participam de um processo de agitação. Na hidrogenação parcial o hidrogênio é adicionado primeiro aos ácidos graxos mais insaturados, tendo as duplas ligações parcialmente saturadas. No processo de hidrogenação seletiva, o óleo totalmente hidrogenado tem as duplas ligações saturadas (PINHO; SUAREZ, 2013; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016; DIAS *et al.*, 2018).

A hidrogenação é um processo vantajoso para a indústria de alimentos, pois é aplicada com o objetivo de aumentar o ponto de fusão, conferir maior estabilidade oxidativa aos ácidos graxos mais instáveis como os monos e poliinsaturados, garantindo maior vida útil dos produtos (GANGULY e PIERCE, 2015), melhora as características sensoriais dos produtos como a textura, confere crocância e sabor (ARENHART *et al.*, 2009).

Na alimentação os ácidos graxos possuem duas origens, a natural advinda do processo de biohidrogenação, que naturalmente é sintetizada na flora microbiana dos animais ruminantes, já que é produzido no rúmen onde as bactérias do sistema digestivo sintetizam os ácidos graxos poli-insaturados em gorduras trans, que por sua vez se fazem presentes em leites, carnes e derivados. A outra origem é industrial que é adicionada ou produzida nos processos industriais para a produção de alguns produtos, mas as fontes de gorduras trans utilizados na indústria são produtos com adição de gorduras, parcialmente hidrogenadas usadas em margarinas, *fastfood* e panificados (RIBEIRO *et al.*, 2007; GONÇALVES, LANES, 2010).

Os ácidos graxos trans também podem ser formados com a exposição de óleos insaturados a altas temperaturas, como no processo de refino de óleos vegetais. O

refino é utilizado com finalidade de remover substâncias que conferem cor, odor ou interferem na qualidade do óleo ou para neutralizar acidez, tornando o mais puro. Neste processo os óleos são expostos a altas temperaturas, sobretudo, na etapa de desodorização, na qual as temperaturas utilizadas podem alcançar entre 180-270°C (MARTIN *et al.*, 2007).

O consumo de frituras está diretamente ligado a ingestão de gorduras trans. A fritura promove alterações físicas e químicas no óleo. Tais alterações são observadas quando são utilizadas temperaturas acima de 150°C e intensificadas com o aumento da temperatura e tempo de exposição do óleo a temperaturas elevadas, assim como se reutiliza o mesmo óleo para várias outras frituras (MARTIN *et al.*, 2007).

Estudos demonstram que aproximadamente 90% dos lipídeos trans presentes na dieta são oriundos da gordura vegetal hidrogenada, pelo consumo de margarinas e produtos de panificação industrializados (SILVA, 2020).

3.3. IMPACTO DO CONSUMO DE AGT NA SAÚDE HUMANA

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia, através da I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular (2013), não se tem um valor de gordura trans industrial permitida na dieta, porém, a alta ingestão desse tipo de gordura aumenta o risco de infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana e morte súbita.

Logo, a ingestão de menos de 1% de gordura trans da ingestão diária total da dieta diária pode ser consumida. As causas de risco para as doenças crônicas, acontecem devido a falta de atividade física e alimentação não saudável, no qual o alto consumo de gorduras trans presentes nos alimentos industrializados, tornaram grandes responsáveis pelo quadro mundial de doenças cardiovasculares no mundo (OPAS/OMS, 2018)

Segundo SANTOS *et al.* (2013), consumir ácidos insaturados ao invés de gorduras trans diminuem o risco de doença cardíaca e crônicas, pois melhora o excesso de gordura no sangue, também é sugerido que se elimine ou evite consumir alimentos, ricos em gorduras trans e gorduras saturadas, assim prevenindo doenças cardiovasculares, o ganho de peso, obesidade e diabetes.

Em 1993, FAO/OMS sugeriu que ingestão de gorduras saturadas não ultrapassasse mais de 10% do valor energético. (BLOCK, HERRERA, 2014).

Em 2004 a OMS aprovou em a Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde, a difícil meta de eliminar o consumo de gordura trans e trocar o consumo de gorduras saturadas por insaturadas (FAO/OMS, 2008).

As doenças crônicas não transmissíveis foram associadas a 72% do total de mortes, com destaque para doenças cardiovasculares no Brasil em 2018, evidenciando ainda mais que a qualidade e quantidade das fontes de gordura influenciam na prevenção desse tipo de enfermidade (BRASIL, 2020).

A OMS em 2018 apresentou recomendações sobre o consumo de gorduras trans e saturada para reduzir o risco de DCNT (Doenças Crônicas Não Transmissíveis), com foco na prevenção de DCV (Doenças Cardiovasculares) (FAO/WHO, 2018).

Diversos estudos já demonstraram os efeitos do consumo de gorduras trans evidenciando os riscos à saúde que ele pode causar como problemas cardiovasculares, diabetes, acidente vascular cerebral e como os (AGT) estão correlacionados a estas doenças. Pois os ácidos graxos trans se comportam de maneira parecida aos ácidos graxos saturados, fazendo com que aumentem os níveis de LDL (Low Density Lipoprotein), lipoproteína de baixa densidade que aumenta o risco de doença, e também reduzindo as concentrações de HDL (High Density Lipoprotein) o que basicamente acarreta diversos problemas para os seres vivos já que HDL é de grande importância para remover o excesso de colesterol e o transporta de volta ao fígado para ser novamente metabolizado (ENNS *et al.*, 2014, ALBERT, 2012).

Foi observado por meio de estudos Sánchez-Villegas *et al.*, (2011) que a depressão está relacionada diretamente ao alto consumo de ácidos graxos trans, diferente do consumo de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, que apresentaram relação inversa com o risco dessa doença.

3.4 LEGISLAÇÃO

Desde o final dos anos 90 alguns países lutam e se preparam para reduzir ou até mesmo banir a gordura trans de seus territórios, devido a essas manobras a OMS instaurou um pacote de ações chamado *REPLACE* esse método segue quase que um passo a passo de como a Dinamarca pioneira na questão banimento de AGT, fez e espera que dê certo com o resto do mundo. O *REPLACE* é dividido em 6 momentos para se eliminar o AGT. E a OPAS/OMS (2018) sugere: revisar alimentos produzidos

industrialmente com gordura trans e as mudanças políticas necessárias; promover a substituição de gorduras trans por gorduras mais saudáveis; legislar ações regulatórias para eliminar gorduras trans produzidas industrialmente; avaliar o conteúdo de gordura trans na oferta de alimentos; conscientizar sobre o impacto negativo das gorduras trans na saúde; e estimular a conformidade de políticas e regulamentos sobre o assunto.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), vem trabalhando arduamente orientada pelo projeto do 13º General Programme of Work (GPW13), que esteve na pauta da 71ª Assembleia Mundial da Saúde, realizada em maio de 2018, com um plano de até 2030 reduzir o número de mortes por (DCNT) e de eliminar a AGT industrial até 2023, se cumprir a meta de eliminação da gordura trans irá contribuir para a redução de mortes por DCNT.

No Brasil a ANVISA, segundo a RDC Nº 332, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019, foi adiada devido a pandemia mundial, porém já foi atualizada e entre 1º de julho de 2021 e 1º de janeiro de 2023, a quantidade de gorduras trans industriais não pode exceder 2 gramas por 100 gramas de gordura total nos alimentos destinados ao consumidor final, óleos refinados e nos alimentos destinados aos serviços de alimentação e a partir de 1º de janeiro de 2023 não será permitido nenhuma quantidade de gordura trans em alimentos, banindo a gordura trans dos produtos comercializados pela indústria.

O Brasil demorou a confrontar esse problema, mesmo com tantas evidências do mau causado pelas AGTs para organismo humano, países vizinhos como Chile e Argentina já buscavam soluções antes do Brasil. Desde 2003 os demais países membros do MERCOSUL, vem tomando providências contra o uso indiscriminado das Gorduras Trans nos alimentos industrializados (BLOCK, HERRERA, 2014).

Visando atender a legislação vigente e fornecer produtos industrializadas livres de gordura trans, a indústria substitui a gordura vegetal hidrogenada, que apresenta elevada concentração de ácidos graxos trans, cuja ingestão tem sido relacionada ao aumento nos níveis de LDL, por processos alternativos para produzir gorduras semisólidas a partir de óleos sem aumentar os níveis de isômeros trans, tais como os processos de interesterificação e fracionamento de óleos e gorduras.

3.5 INTERESTERIFICAÇÃO

O método alternativo a hidrogenação parcial na produção de óleos e gorduras, é a interesterificação, este processo consegue preparar gorduras com baixos teores de isômeros trans e em alguns casos até a não produção de isômeros trans. Na interesterificação de uso corrente existem dois métodos o química e o enzimático (RIBEIRO *et al.*, 2007).

No processo de interesterificação ocorre uma redistribuição nas cadeias triacilgliceróis sem alterar os ácidos graxos, com essa mudança nos triacilgliceróis os ácidos graxos modificam suas características, pois nesse processo ocorre a formação de glicerídicas e quebras de ligações éster (SOUSA, 2019).

No processo enzimático é utilizado biocatalizadores usados para que proporcione a migração acila nas moléculas acilglicerídicas. O processo amplamente utilizado é a interesterificação química, que é um processo menos custoso já que utiliza catalizadores mais baratos que são ativos a baixas temperaturas entre 50 e 90°C, os mais utilizados metóxido de sódio (MeONa), embora outras bases, ácidos e metais estejam disponíveis (RIBEIRO *et al.*, 2007).

No processo químico, os catalizadores são adicionados em baixas proporções de forma rápida em óleos e gorduras isentos de umidade, afim de proporcionar uma completa dispersão na matéria prima, mediante a um tempo pré-determinado é adicionado água a mistura, para que os catalizadores sejam inativados e termine a reação. Fatores que determinam o processo, são a temperatura intensidade de agitação e o tamanho das partículas do catalizador, sendo a sua dispersão é de grande importância para o processo (YASHINI *et al.*, 2021).

A interesterificação em contraste ao processo de hidrogenação não produz a isomerização de duplas ligações de AGTs, logo não afeta o grau de saturação. Este processo permite que os óleos e gorduras modifiquem seu comportamento contribuído para o aumento da otimização de seu uso em produtos alimentícios.

A interesterificação de óleos e gorduras é aplicada muitas vezes para modificar as características dos óleos e gorduras em determinadas situações sejam ela em modificar as características em temperatura de fusão visando facilitar a mistura ou fornecendo consistência em ambientes refrigerados afim de melhor o comportamento cristalino facilitando o seu processamento além de aumentar sua vida útil e

recristalização (BLOCK, HERRERA, 2014).

3.6 FRACIONAMENTO

É um processo que realiza a separação de óleo vegetal e gordura em frações, sendo elas duas, a mais sólida estearina que possui um ponto de fusão elevado e a mais líquida a oleína que possui um ponto de fusão mais baixo. Este processo é realizado através de cristalização onde as fases dependem dos parâmetros e características do processo o que influencia na qualidade de separação (MOTA, 2016).

Os três objetivos do fracionamento são: a remoção de pequenas quantidades de compostos de alto ponto de fusão, que no óleo são os triacilgliceróis ou compostos não-triacilglicéricos; o enriquecimento de um óleo com triacilgliceróis mais insaturados, com o intuito de melhorar suas propriedades, quando usado como óleo líquido ou em composições com outras gorduras ou óleos e por último a recuperação de uma fração com uma composição desejada e propriedades de fusão rápida, apropriada para doces e confeitaria (SILVA, 2020).

O método mais utilizado pela indústria é o fracionamento térmico, por ser de baixo custo de implantação e operação. O fracionamento seco é baseado nas propriedades das gorduras e óleos de formarem cristais, a partir de um resfriamento controlado e específico, a gordura cristalizada é filtrada e separada em oleína e estearina (AINI; MISKANDAR, 2007; CHONG et al., 2007; GEE, 2007).

O processo de fracionamento é amplamente empregado no óleo de palma da qual é utilizada amplamente pela indústria já que é uma fonte de óleos comestíveis para a indústria alimentícia devido as suas características de possuir o ponto de fusão a 37°C podendo ser fracionado em diferentes porções com diferentes pontos de fusão, além de possuírem a concentração de ácidos graxos palmíticos, esteárico, oleico e linoleico que possuem propriedades tecnológicas dos quais provem aos produtos estrutura lubrificação barreira de umidade e aeração, atributos desejáveis tanto na indústria de alimentos quanto na de cosméticos (KARABULUT; TURAN; ERGIN, 2004).

3.7 ALTERNATIVAS AO USO DE GORDURA HIDROGENADA

Os malefícios do consumo das gorduras trans é bastante conhecido pela

população em geral, fazendo com que a mesma buscasse por alimentos que não o possuíssem em seu rótulo. Surgiu um grande problema para indústria que era substituir uma matéria prima de grande importância tecnológica para seus produtos por algo novo e que possuísse as mesmas características e mantêm-se a qualidade e identidade de seus alimentos, além de que fosse economicamente viável.

De início, a primeira alternativa viável amplamente utilizada pela indústria foi o óleo de palma, um óleo de cadeia longa saturado, fazendo com que possui características próxima a gordura hidrogenada (ZAMBIAZI *et al.*, 2007; MISAN *et al.*, 2015). Porém o seu uso em excesso como matéria prima também pode acarretar problemas a saúde já que ele aumenta a quantidade de ácidos graxos saturados.

Segundo Santos *et al.* (2013) que avaliou e observou os efeitos do consumo de diferentes fontes de lipídeos em função do aumento de colesterol, foram obtidos resultados dos quais foi possível avaliar que do consumo de óleo de palma e de soja parcialmente hidrogenados, aumentaram os níveis de colesterol e do LDL, diferente dos outros óleos, que possuíam insaturações dos quais não trouxeram tantas modificações aos níveis de colesterol e nem do LDL.

3.7.1 SUBSTITUINTES DE GORDURAS

Os ingredientes responsáveis por substituírem as gorduras devem mostrar características sensoriais próximas a dos lipídeos, mantendo as propriedades de estabilidade térmica, sabor e cor do produto, de forma geral mantem as suas propriedades tecnológicas, devem reduzir as calorias do produto e não produzir metabólicos que possam trazer malefícios a saúde do ser humano e devem ser considerados GRAS (Generally Recognized as Safe) pela FDA (Food and Drug Administration).

Os substitutos de gorduras são realizados com base em gorduras, proteínas e carboidratos e podem ser utilizados combinados ou isolados (ZAMBRANO *et al.*, 2005, MONTEIRO *et al.*, 2006).

Fat replacer é um termo utilizado para os substitutos de gordura, estes podem ser separados em quatro grupos os *fat mimetic*, *fat extenders*, *fat analogs* e *fat substitutes*. Todos os ingredientes que podem substituir as gorduras se encaixam em um desses quatro grupos (PINHEIRO; PENNA, 2008).

Os imitadores de gordura *fat mimetic* possuem características sensoriais e

tecnológicas próximas ou iguais às das gorduras, o que caracterizam como imitadores das gorduras, mas isso não significa que eles são iguais. Então caso utilizado para substituir a gordura a proporção não será a mesma, já que os miméticos em suma são a base de carboidratos ou de proteínas, seu uso não é adequado e nem recomendado para produtos que serão fritos, devido à necessidade de água inserida no produto, para que o imitador de gordura consiga ter a mesma função tecnológica da gordura, porém são altamente recomendados para cocção (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; PATEL *et.al*, 2020).

Os extensores de gorduras *fat extenders* tem como função melhorar e otimizar a função da gordura acrescentando misturas de gorduras e óleos, junto com um coadjuvante de tecnologia, como exemplos, o amido e as gomas, tendo a finalidade de diminuir a quantidade de gordura utilizada no produto (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; PINHEIRO; PENNA, 2008).

Os análogos de gordura *fat analogs* são gorduras sintéticas que possuem ácidos graxos não convencionais na cadeia de glicerol que tem como intuito serem gorduras de baixa caloria. Os ésteres de sacarose ou poliésteres de sacarose (PES), é um dos exemplos de gordura sintética que possui a função tecnológica de gordura, mas como não é digerível pelo corpo humano não traz calorias para o indivíduo que o consome assim evitando alguns problemas relacionados a saúde (PINHEIRO; PENNA, 2004; BIMAL, 2006).

Os substitutos de gorduras *fat substitutes* possuem características física e químicas semelhantes à de gorduras e óleos sendo possível a substituição sem mudar a proporção, as suas características tecnológicas são estáveis em regimes de altas temperaturas como em frituras e cocção (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; PAGLARINI, *et. al.*, 2022).

3.7.2 SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM CARBOIDRATOS

Os carboidratos substitutos de gordura possuem as propriedades para mimetizar as características que a gordura proporciona aos alimentos, logo eles estão no grupo dos *fat mimetics* os principais elementos usados nesse grupo são a dextrina, gomas celulosas, fibras e amidos modificados (PAGLARINI, *et al.* 2022).

Esta fonte é muito utilizada pela sua eficácia, simplicidade e segurança já que muitos dos carboidratos utilizados não tem muitas problemas em relação aos efeitos toxicológicos são considerados GRAS (Generally Recognized as Safe) pela FDA

(Food and Drug Administration) o que facilita a utilização pela indústria sem muitas restrições (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005).

Devido a essa facilidade os carboidratos são muito utilizados em produtos de panificação já que são termoestáveis. A maior dificuldade encontrada em utilizar os mimetizastes vem de suas características, pois os carboidratos não se fundem, então não é possível utilizá-lo para frituras, já que além de não se fundirem, possuem uma alta quantidade de água associada o que não é desejável em frituras.

Os carboidratos são utilizados como gelificantes e espessantes o que fornece ao produto função de gordura em paladar e textura, muito comum em molhos, recheios, balas e confeitos (REZAEE; AIDER, 2022).

As gomas são polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular que se dissolvem ou dispersam em água, dando efeito espessante ou textura de géis. As gomas têm sido usadas há muito tempo pela indústria para produzir molhos de baixo valor calórico e outros alimentos. Porém no seu início era usado apenas como um coadjuvante até que se resolve a utilizar como substitutos de gordura. Mesmo em pequena quantidade (0,1% a 0,5%), as gomas aumentam a viscosidade e estabilizam emulsões quando a água é utilizada para substituir gordura em alimentos.

Outros substitutos bastante utilizados são os carboidratos não-digeríveis como a celulose e a pectina, que podem ser utilizados em associação com outros hidrocolóides, como as gomas (SATTAR, *et al.*, 2015). As pectinas funcionam como agentes gelificantes e espessantes, devido a sua capacidade de formar géis, podem ser utilizadas na fabricação de molhos, produtos cárneos, sobremesas geladas e podem ser extraídas do albedo dos cítricos e de maçãs (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; REZAEE; AIDER, 2022).

Estudos de Serin e Sayar (2016) demonstram que ao utilizar malto dextrina e polidextrose como substitutos de gordura foi possível produzir o pão com uma redução de até 30% de gordura sem problemas e mudar as características físicas e sensoriais do pão, provocando de 22% de redução de calorias totais do produto.

EL-BOSTANY *et al.* (2011) propôs produzir uma maionese reduzindo sua quantidade de gordura e utilizou purê de batata como redutor da quantidade de gordura, realizando formulações com adição de 5,10 e 15% de purê de batata. Os autores observaram no teste de aceitabilidade que a formulação com 15% de adição de purê de batata foi a mais aprovada, porém foi percebido que quanto maior a adição de purê mais a maionese perdia água, demonstrando problemas reológicos, mas o

estudo conclui que o purê de batata é viável como substituto de gordura, porém em baixas concentrações para que não influencie nas propriedades reológicas do produto.

3.7.3 SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM PROTEÍNAS

As proteínas substitutas de gordura são produtos com aplicação limitada devido às altas temperaturas alcançadas o que dificulta seu uso, principalmente em panificados e frituras. Isso acontece devido ao aquecimento que desnatura e coagula as proteínas, resultando na perda de todas as características que poderiam fornecer que seriam textura e cremosidade, o aquecimento ainda pode ocasionar formação de odores indesejados, dependendo da fonte da proteína os problemas podem ser mais intensos, logo é necessário teste nas formulações que optarem em utilizar as proteínas como substitutos de gordura. Sua utilização está mais atrelada em produtos à base de leite e em congelados (YASHINI, *et. al.*, 2021).

Os substitutos de gordura derivam de fontes de proteína como leite, ovos, soja, soro de leite, gelatinas podendo fornecer de 4 kcal/g (MONTEIRO, 2006). Conferem aos alimentos algumas das propriedades que as gorduras possuem, caracterizadas em imitar as gorduras colocando-as no grupo dos imitadores de gorduras (PINHEIRO; PENNA, 2008).

Trabalhos realizados nesta área utilizaram o *whey protein* como um substituinte de gordura, segundo DANESH *et al.* (2017), foi possível produzir um sorvete com baixo teor de gordura sem perdas de características sensoriais mesmo diminuindo a quantidade de gordura. DANESH *et al.* (2018) produziu também queijo branco com a utilização de *whey protein* como substituto da gordura do queijo conseguindo reduzir a quantidade de gordura total do produto.

LEE e CHIN (2016) produziu salsichas com diferentes formulações onde a variável era a quantidade de gelatina empregada substituindo a gordura a fim de avaliar as características físico-químicas e sensorial, onde a quantidade 0,5 g /100 g obteve o melhor aproveitamento em manter as características da salsicha, em virtude nesta quantidade foi possível reter a água e manter a característica de textura, assim como as demais características físico-químicas.

3.7.4 SUBSTITUTOS DE GORDURA BASEADOS EM LIPÍDEOS

Essas substâncias são obtidas por processos químicos nos quais ocorrem alterações nos ácidos graxos para que forneçam pouco ou nenhum valor energético.

Essas alterações podem ocorrer pela substituição da parte de glicerol por um álcool, ou por outro ácido, ou a ligação éster pode ser revertida ou ser reduzida à ligação éter (YAZAR; ROSELL, 2022).

Os substitutos de gordura baseados em lipídeos são chamados de *fat analogs*, eles apresentam propriedades sensoriais e funcionais similares aos da gordura, no entanto, não são metabolizadas pelo organismo humano (PINHEIRO; PENNA, 2008). Como substituto de gordura em alimentos, os ésteres de sacarose ou poliésteres de sacarose (PES), são uma alternativa, por possuírem baixa caloria e por consequência diminuir o colesterol no sangue.

A Olestra nome comercial, de uma mistura de hexa-, hepta- e octaésteres de sacarose com ácidos graxos. Segundo o estudo de Pintado e Cofrades (2020) utilizando óleos vegetais e emulsificantes como substitutos de gordura animal na produção de salsicha fermentada, verificaram que o produto manteve suas características sensoriais e físicas além de ser possuir alegações nutricionais, na Europa tendo em vista que os produtos utilizados foram o azeite de oliva e óleo de chia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria de alimentos deve se reinventar a todo momento seja por causa de legislações mais rígidas ou pela evolução da sociedade e novos desejos dos consumidores. O problema da gordura trans foi amplamente debatido e provado que é um perigo para o consumo humano, sendo banido de muitos países, porém as soluções empregadas para a sua não utilização, produzem um outro problema, o excesso de gordura saturada nos produtos, pois sabe-se de seus malefícios se consumido em grandes porções.

Desta forma, tanto o consumidor quanto a indústria, buscam produtos com características tecnológicas semelhantes aos tradicionais, porém com menores teores de gordura. Os estudos mais promissores nessa área de substitutos são dos carboidratos e das proteínas, já que ao utilizá-los, reduzem o risco à saúde e proporcionam uma diminuição das gorduras totais nos produtos industrializados.

REFERÊNCIAS

- AINI, Idris; MISKANDAR, Mat Sahri. Utilization of palm oil and palm products in shortenings and margarines. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 4, p. 422-432, 2007. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.200600232>. Acesso em : 15 jul. 2022.
- ALBERT, Christine M. Omega-3 fatty acids, ventricular arrhythmias, and sudden cardiac death: antiarrhythmic, proarrhythmic, or neither. **Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology**, v. 5, n. 3, p. 456-459, 2012. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIRCEP.112.971416>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v.105, n.2, p.266-275, 2005.
- ARENHART, Márcia et al. A realidade das gorduras trans: conhecimento ou desconhecimento. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v. 10, n. 1, p. 59-68, 2009. Disponível em : <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/950>. Acesso em : 12 jul. 2022.
- BALBINOT, Edemar Luiz et al. A interesterificação como alternativa às implicações nutricionais negativas das gorduras trans. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v. 10, n. 1, p. 31-44, 2009. Disponível em : <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/948>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- BIMAL, Chitrakar; GUONONG, Zhang. Olestra: A solution to food fat?. **Food Reviews International**, v. 22, n. 3, p. 245-258, 2006. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559120600694705>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- BLOCK, Jane Mara; HERRERA, Maria Lidia. Trans Fats Replacement Solutions in South America. In: **Trans Fats Replacement Solutions**. AOCS Press, 2014. p. 313-336. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780983079156/trans-fats-replacement-solutions>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, aprova o **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Ministério da Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Define os requisitos para uso de gorduras trans industriais em alimentos (Resolução nº 332, de 23 de dezembro de 2019)**. Diário Oficial da República do Brasil. Celeste, R. K. (2001). Análise comparativa da legislação sobre rótulo alimentício do Brasil, Mercosul, Reino Unido e União Européia. Revista de Saúde Pública, 35(3), 217-223, 2019.

BRASIL, FOOD INGREDIENTS. Os lipídios e suas principais funções. **Revista Fi**, n. 37, p. 55-61, 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) no Brasil**. Secr Vigilância em Saúde Dep Análise da Situação Saúde. 2020;122

CHONG, Chiew Let et al. Thermal and structural behaviour of crude palm oil: crystallisation at very slow cooling rate. **European Journal of lipid Science and technology**, v. 109, n. 4, p. 410-421, 2007. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.200600249>. Acesso em: 12 jul. 2022.

DAMODARAN, PARKIN. KL; FENNEMA, OR Química de Alimentos de Fennema, 4ª Edição. **Editora, Artmed SA**, 2010.

DANESH, Erfan; GOUDARZI, Mostafa; JOOYANDEH, Hossein. Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 7, p. 5206-5211, 2017. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)30512-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)30512-X/pdf). Acesso em: 15 jul. 2022.

DANESH, Erfan; GOUDARZI, Mostafa; JOOYANDEH, Hossein. Transglutaminase-mediated incorporation of whey protein as fat replacer into the formulation of reduced-fat Iranian white cheese: physicochemical, rheological and microstructural characterization. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, n. 4, p. 2416-2425, 2018. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900140823> Acesso em: 11 jul. 2022.

DIAS, Flávia da Silva Lima et al. Were policies in Brazil effective to reducing trans fat from industrial origin in foods?. **Revista de Saude Publica**, v. 52, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/MLYJGQTtjMMxkdT7xvp7hpr/?lang=en>. Acesso em: 15 jul. 2022.

EL-BOSTANY, A. Nahla et al. Development of light mayonnaise formula using carbohydrate-based fat replacement. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 9, p. 673-682, 2011.

ENNS, Jennifer E. et al. The impact of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the incidence of cardiovascular events and complications in peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. **BMC cardiovascular disorders**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://bmccardiovascdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2261-14-70>. Acesso em: 15 jul. 2022.

FAO, WHO *et al.* Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids. **From the joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids**, 2008.

GANGULY, Riya; PIERCE, Grant N. The toxicity of dietary trans fats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 78, p. 170-176, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691515000435>. Acesso em: 09 jul. 2022.

GEE, Ping Tou. Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions. **European journal of lipid science and technology**, v. 109, n. 4, p. 373-379, 2007.

GONÇALVES, Estela Vidal; LANNES, Suzana Caetano da Silva. Reologia de chocolate. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 845-851, 2010.

ISLAM, Md Ashraful et al. Trans fatty acids and lipid profile: A serious risk factor to cardiovascular disease, cancer and diabetes. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 13, n. 2, p. 1643-1647, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31336535/>. Acesso em: 05 jul. 2022.

KARABULUT, Ihsan; TURAN, Semra; ERGIN, Gürol. Effects of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fat/oil blends. **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 3, p. 224-229, 2004.

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.

LIST, G. R. Trans Fats Replacement Solutions for Frying and Baking Applications, Shortenings, Margarines, and Spreads. **Trans Fats Replacement Solutions**, 245–273, 2014.

LIST, G. R. Trans Fats Replacement Solutions in North America. **Trans Fats Replacement Solutions**, p. 275-285, 2014.

MAGRI, Tatiana PR et al. Interesterified fat or palm oil as substitutes for partially hydrogenated fat in maternal diet can predispose obesity in adult male offspring. **Clinical Nutrition**, v. 34, n. 5, p. 904-910, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25444555/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

MARTIN, Clayton A. et al. Trans fatty acid-forming processes in foods: a review. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, p. 343-350, 2007.

MERÇON, Fábio. O que é uma gordura trans. **Química nova na escola**, v. 32, n. 2, p. 78-83, 2010.

MONTEIRO, CRISTIANE S. et al. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 347-362, 2006.

MOTA, Daniel Santos. **Refinação de óleos vegetais e fracionamento contínuo de óleo de Palma**. 2016. Tese de Doutora

OETTERER, Marília. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Editora Manole Ltda, 2006.

OPAS/OMS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Políticas y programas alimentarios para prevenir el sobrepeso y la obesidad: Lecciones aprendidas**. Washington: OPAS/OMS; 2018.

PAGLARINI, Camila de Souza et al. Protein-based hydrogelled emulsions and their application as fat replacers in meat products: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 640-655, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2020.1825322>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PATEL, Ashok R.; NICHOLSON, Reed A.; MARANGONI, Alejandro G. Applications of fat mimetics for the replacement of saturated and hydrogenated fat in food products. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 61-68, 2020.

PINHEIRO, Márcia Vannucci Silva; PENNA, Ana Lúcia Barretto. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.15, n. 2, p. 175-186, 2008.

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J., & SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica. [e-book]**. Santa Maria. UAB/NTE/UFSM, 2018.

PINTADO, Tatiana; COFRADES, Susana. Quality characteristics of healthy dry fermented sausages formulated with a mixture of olive and chia oil structured in oleogel or emulsion gel as animal fat replacer. **Foods**, v. 9, n. 6, p. 830, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/6/830>. Acesso em: 05 jul. 2022.

PINHO, David MM; SUAREZ, Paulo AZ. A hidrogenação de óleos e gorduras e suas aplicações industriais. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 47-62, 2013.

REZAEI, Mahsa; AIDER, Mohammed. Potential Use of Nonanimal-Based Biopolymers as Gelling/Emulsifying Stabilizing Agents to Reduce the Fat Content in Foods: A Review. **ACS Food Science & Technology**, 2022. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsfoodscitech.2c00031> Acesso em: 15 jul. 2022.

RIBEIRO, Ana Paula Badan et al. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, v. 30, p. 1295-1300, 2007.

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

SÁNCHEZ-VILLEGAS, Almudena et al. Dietary fat intake and the risk of depression: the SUN Project. **PLoS one**, v. 6, n. 1, p. e16268, 2011.

SATTAR, Muhammad Umair et al. Exploit fat mimetic potential of different hydrocolloids in low fat Mozzarella cheese. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 3, n. 8, p. 518-525, 2015. Disponível em: <http://pubs.sciepub.com/jfnr/3/8/7/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SCHEEDER, M. R. L. About the trans-(hi) story: how did trans fatty acids enter the human food chain? **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 18, n. 2, p. 133-135, 2007.

SERIN, Seher; SAYAR, Sedat. The effect of the replacement of fat with carbohydrate-based fat replacers on the dough properties and quality of the baked pogaca: a traditional high-fat bakery product. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 25-32, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/pxqvfkWTFG5Qb9xFpZfgebq/?lang=en>. Acesso em: 10 jul. 2022.

SILVA, Nathalia Ribeiro Ferreira da et al. Aumento do teor de ácidos aterogênicos como consequência da redução da gordura trans em alimentos industrializados: o cenário brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/57s5tnj6KhVY5PgsytwPmmr/abstract/?stop=next&format=html&lang=pt>. Acesso em: 11 jul. 2022.

SOUSA, Thalita Vieira Serpa. Estudo da substituição integral de gordura trans em formulação de recheio de chocolate. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

YASHINI M, et al. "Protein-based Fat Replacers – A Review of Recent Advances." **Food reviews international**, v. 37 ,.2 pp. 197-223, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2019.1701007?journalCode=lfri20>. Acesso em: 11 jul. 2022.

YAZAR, Gamze; ROSELL, Cristina M. Fat replacers in baked products: their impact on rheological properties and final product quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35285734/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

ZAMBIAZI, Rui Carlos et al. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 1, 2007.

ZAMBRANO, FRANCY.et al. Efeito das gomas guar e xantana em bolos como substitutas de gordura. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p 63-71, jan-mar 2005.