

Ácidos graxos *trans*: uma revisão integrativa

Ana Catarina Gasparetto Roieski Chiuchi¹

Mirian Cristina Feiten²

Andressa Gilioli³

Cristiane Fagundes⁴

Fabiana Bortolini Foralosso⁵

Samantha Lemke Gonzalez⁶

Ideias centrais

- Ácidos graxos *trans* (AGT) são provenientes, por natureza, do processo de biohidrogenação na microbiota do rúmen em animais ruminantes.
- Industrialmente, AGT são formados no processo intencional de hidrogenação a altas pressões ou no refino de óleos vegetais; ou, ainda, como consequência da operação de fritura.
- A OMS, com o pacote de ações REPLACE, fornece aos países uma forma estratégica para eliminação da gordura *trans* produzida industrialmente do abastecimento alimentar.
- No Brasil, a partir de 01/01/2023, ficam proibidos a produção, a importação, o uso e a oferta de óleos e gorduras parcialmente hidrogenados para uso em alimentos e de alimentos formulados com estes ingredientes.
- A única fonte de gorduras *trans* industriais que poderá ser encontrada nos alimentos, cujo conteúdo máximo não poderá ultrapassar 2%, são os óleos refinados usados na sua produção ou formulação.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura acerca das formas de ocorrência de gorduras *trans* nos alimentos e seus efeitos à saúde do consumidor, além de ressaltar as mudanças na legislação que entrou em vigor em 2023. Quimicamente, os ácidos graxos (AG) são classificados como *trans*, quando os hidrogênios ligados aos carbonos da insaturação estão em lados opostos do plano. Naturalmente, podem ser encontrados em produtos oriundos de animais ruminantes, em razão do processo de bio-hidrogenação que ocorre na microbiota do rúmen. Industrialmente, são produzidos pelo processo de hidrogenação, em que se adiciona uma molécula de hidrogênio na insaturação entre carbonos. Além disso, podem ser gerados em operações de fritura ou no processamento de óleo vegetal, como consequência das altas temperaturas empregadas. A Organização Mundial da Saúde recomenda que a ingestão máxima de gordura *trans* seja de 1% das calorias da dieta diária, visto que obesidade, diabetes, alterações nos níveis de colesterol e hipertensão são doenças correlacionadas à ingestão desse tipo de gordura. Assim, neste trabalho, o tema foi explorado como assunto de utilidade pública, já que se constata a grande necessidade de desenvolvimento de novos processos de produção industriais para minimizar a ocorrência de AG *trans* nos alimentos industrializados.

Termos para indexação: AG *trans*, gordura *trans*, gordura hidrogenada, hidrogenação, nutrição, legislação de alimentos.

Trans-fatty acids: an integrative review

ABSTRACT

The objective of this study was to perform an integrative literature review on the *trans* fats occurrence in foods and their effects on consumers' health, in addition to highlighting

¹ Engenheira de Alimentos, pós-graduada em Liderança e Gestão de Pessoas, Concórdia, SC. E-mail: catarinaana@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0002-6934-9038>.

² Engenheira de Alimentos, doutora em Engenharia de Alimentos, docente, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, PR. E-mail: mirianfeiten.mf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9522-7168>.

³ Química, doutora em Engenharia Química, professora, Ensino Básico Técnico e Tecnológico, Instituto Federal Catarinense, IFC, Concórdia, SC. E-mail: andressa.gilioli@ifc.edu.br, <https://orcid.org/0000-0003-4302-630X>.

⁴ Engenheira de Alimentos, pós-doutora em Engenharia de Alimentos, professora, Ensino Básico Técnico e Tecnológico, Instituto Federal Catarinense, IFC, Concórdia, SC. E-mail: cristiane.fagundes@ifc.edu.br, <https://orcid.org/0000-0003-1858-1432>.

⁵ Engenheira-Agrônoma, doutora em Engenharia Química, professora, Ensino Básico Técnico e Tecnológico, Instituto Federal Catarinense, IFC, Concórdia, SC. E-mail: fabiana.foralosso@ifc.edu.br, <https://orcid.org/0000-0001-9951-0649>.

⁶ Engenheira de Alimentos, doutora em Engenharia de Alimentos, professora, Ensino Básico Técnico e Tecnológico, Instituto Federal Catarinense, IFC, Concórdia, SC. E-mail: samantha.gonzalez@ifc.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-4079-2466>.

Recebido em
04/05/2023

Aprovado em
12/02/2024

Publicado em
22/05/2024



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

the changes of laws that came into force in 2023. Fatty acids (FA) are chemically classified as *trans* fats, when the hydrogens attached to the unsaturated carbons are on the opposite sides of the plane. Naturally, they can be found in products from ruminant animals, due to the bio-hydrogenation process that occurs in the rumen microbiota. Industrially, they are produced by the hydrogenation process, in which a hydrogen molecule is added to the unsaturation between carbons. Furthermore, they can be generated in frying operations or in the processing of vegetable oils, as a consequence from to the high temperatures applied. The World Health Organization recommends that the maximum intake of *trans* fat should be 1% of the calories in the daily diet, since obesity, diabetes, high cholesterol levels, and hypertension are diseases correlated with the intake this fat. Thus, in this review, the theme was explored as a matter of public utility, to the point of verifying the great need in developing new industrial production processes, to minimize the occurrence of *trans*-fatty acids in industrialized foods.

Index terms: *trans*-FA, *trans* fat, hydrogenated fat, hydrogenation, nutrition, food laws.

INTRODUÇÃO

Até cerca de 70 anos atrás, as gorduras mais consumidas pela população eram as de origem animal e, nesse período, houve o surgimento do processamento de gorduras provenientes de óleos de sementes, o que acarretou a substituição da gordura animal por óleos vegetais. Com isso, surgiu também o processo de hidrogenação dos óleos, que gera ácidos graxos *trans* (AGT) (David & Guivant, 2012). Nessa época, a gordura animal vinha sendo alvo de críticas por seu alto teor de gordura saturada que estava vinculado a complicações cardíacas. Por isso, a gordura hidrogenada resultante do processamento industrial era considerada uma alternativa saudável e de baixo custo para a utilização na produção de alimentos, o que gerou também o aumento de sua produção (Gazzola & Depin, 2015).

Somente em 1990, a gordura *trans*, que era oriunda do processo de hidrogenação parcial do óleo vegetal, passou a ser observada como uma possível ameaça à saúde, graças à publicação de uma pesquisa no *New England Journal of Medicine*, que teve como base a análise das consequências da ingestão de gorduras *trans* nas taxas de colesterol, a partir do acompanhamento de 49 pessoas, divididas em seis grupos, com três dietas distintas, diferenciadas pelo perfil de gorduras, podendo ser ácido graxo *trans*, ou oleico, ou saturado (Mensink & Katan, 1990). Com este estudo, chegou-se à conclusão de que a gordura *trans* era tão prejudicial quanto a gordura saturada, pois causava aumento dos índices da lipoproteína de baixa densidade (LDL), além de diminuir os níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL), parâmetros que são utilizados como indicadores para doenças cardiovasculares (David & Guivant, 2012; Gazzola & Depin, 2015). Foi também na década 1990 que a Food and Drug Administration (FDA) iniciou a atualização da revisão de literatura acerca dos efeitos da gordura *trans* e acatou estudos relacionando seu consumo às doenças cardiovasculares (David & Guivant, 2012; Gazzola & Depin, 2015).

Em 2003, o relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) classificou a gordura *trans* como um dos fatores responsáveis pela incidência de doenças cardiovasculares, além de indicar ingestão máxima de 1% do total de energia diária (Gazzola & Depin, 2015). No ano seguinte, foi lançada pela OMS a *Estratégia Global para a Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde* (World Health Organization, 2004), tendo como principal objetivo a eliminação do consumo de gordura *trans* industrializada (Kliemann et al., 2015).

Assim, o tema proposto para a presente revisão de literatura tem relevância, pelo fato de os estudos indicarem que o consumo dos AGT apresentarem efeitos negativos na saúde da população, visto que também uma parcela considerável dos consumidores vem buscando por melhores e mais saudáveis hábitos alimentares (Ital, 2020), o que representa um desafio constante para a indústria alimentícia, na busca por ofertar produtos mais nutritivos e menos calóricos.

O presente trabalho busca, por meio de revisão integrativa da literatura, um melhor entendimento a respeito das características das gorduras *trans*, sua ocorrência natural e/ou formação industrial, os aspectos regulatórios relacionados, bem como os diversos efeitos decorrentes de seu consumo na saúde do consumidor, de acordo com as conclusões geradas até os dias atuais.

METODOLOGIA

A revisão integrativa da literatura é definida como uma técnica de pesquisa que se dispõe a reunir e sintetizar as publicações mais relevantes sobre determinado campo do conhecimento (Whittemore & Knafl, 2005) – de maneira sistemática, ordenada e abrangente (Ercole et al., 2014). Este tipo de revisão da literatura permite estabelecer os principais progressos e limitações da produção científica, quanto a um tema de interesse, gerando uma síntese que pode ser aplicada adequadamente a uma realidade prática (Souza et al., 2010).

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando o banco de dados Web of Science (Clarivate Analytics), Science Direct (Elsevier) e Google Scholar (Google), empregando as seguintes palavras-chaves dentro da temática pretendida: *trans-fatty acids*, *trans fats*, *hydrogenated fats*, *hydrogenation*, *health*, *food legislation*, ácidos graxos *trans*, gordura *trans*; gordura hidrogenada, hidrogenação, saúde, legislação de alimentos.

A seleção de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado foi realizada lendo-se os títulos e, em seguida, os resumos, para a escolha apenas dos trabalhos que tivessem relação com o objetivo do presente artigo. A pesquisa foi realizada para o período de 2002 a 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características dos ácidos graxos *trans* (AGT)

As gorduras são compostos formados por moléculas de triacilgliceróis, que, por sua vez, são junções de glicerol e três moléculas de ácidos graxos (AG) saturados ou insaturados. Quando há insaturação entre carbonos, os AG podem formar isômeros geométricos que podem ser *cis* ou *trans* (Gazzola & Depin, 2015).

Os ácidos graxos *trans* ou “gorduras *trans*”, como são comumente chamados, são isômeros geométricos de ácidos graxos monoinsaturados ou poli-insaturados, com pelo menos uma ligação dupla na configuração *trans* (Srebernich et al., 2013). Assim, os AG são classificados como *trans*, quando os hidrogênios que estão ligados aos carbonos da insaturação estão posicionados em lados opostos, diferentemente da isomeria *cis*, em que hidrogênios estão do mesmo lado (Gazzola & Depin, 2015; Meichtry et al., 2020). A seguir são apresentadas duas moléculas de AG, uma em configuração *cis* e outra em configuração *trans* (Figura 1).

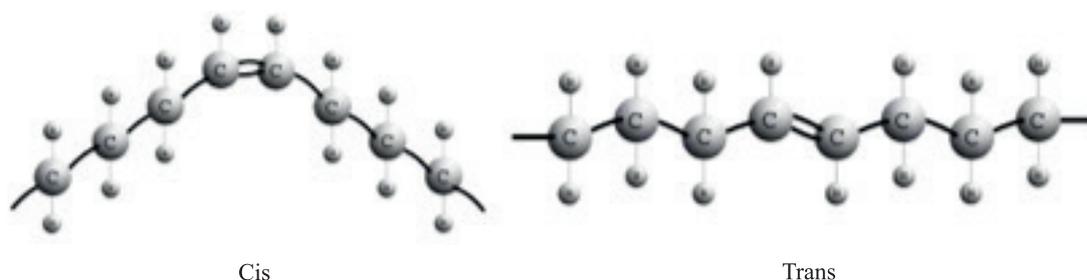


Figura 1. Configurações *cis* e *trans* de ácidos graxos insaturados. Fonte: Anvisa (2018).

O ângulo da ligação nos AGT é menor e a cadeia acila (-COOH) mais linear, o que resulta em uma molécula mais rígida e reta, e com ponto de fusão maior (Valenzuela et al., 2019); portanto, sólida à temperatura ambiente e mais estável. a conformação de dois isômeros geométricos – o ácido

oleico [*cis*-octadec-9-enoico; C18:1 (*cis*-9)], com ponto de fusão de 16,3 °C (Nunes, 2013) e o ácido eláidico [ácido *trans*-9-octadecenoico; C18:1 (*trans*-9)], com ponto de fusão de 44 °C (Silva, 2017) estão representados a seguir (Figura 2).

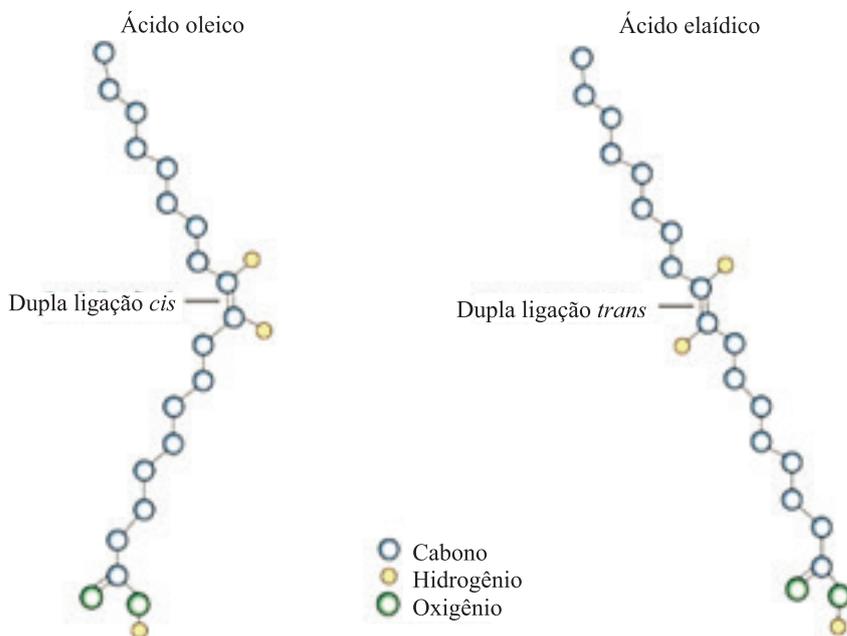


Figura 2. Conformação de dois isômeros geométricos de ácidos graxos. Fonte: Anvisa (2018).

Alguns tipos de AGT e suas respectivas características de nomenclaturas sistemática e comum, ponto de fusão, e fontes alimentícias estão exemplificados a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Nomenclaturas sistemática e comum, ponto de fusão e fontes de alguns ácidos graxos *trans* em alimentos.

Ácido graxo <i>trans</i>	Nome sistemático	Nome comum	Ponto de fusão	Fontes
C18:1-9 <i>trans</i>	<i>trans</i> -9-octadecenoico	Ácido eláidico	44 °C	Batata frita (<i>fast food</i>), sorvetes
C18:1-11 <i>trans</i>	<i>trans</i> -11-octadecenoico	Ácido vacênico	44,5-45 °C	Carnes de ruminantes, produtos lácteos
C18:2 (9t, 12t)	<i>trans</i> -9,12-octadecadienoico	Ácido linolelaídico	28 °C	Óleo oriundo de fritura
C16:1	<i>trans</i> -9-hexadecenoico	Ácido <i>trans</i> -palmitoleico ou ácido palmitelaídico	-	Carne e leite de ruminantes
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	<i>trans</i> -11-octadecadienoico	Ácido rumênico	-	Leite integral, queijos

Fonte: elaborado com dados de Chiara et al. (2003), Funck et al. (2006), Mendonça (2008), Maria (2009), Souza et al. (2012), Barra (2014), Brito (2014), Silva (2017), Anvisa (2018) e Guillocheau et al. (2019, 2020).

As propriedades dos ácidos graxos variam conforme o comprimento da cadeia e do grau de insaturação. Uma destas propriedades é o ponto de fusão, que aumenta com o aumento do tamanho da cadeia e diminui com a insaturação (Liberato & Oliveira, 2019).

Formação dos ácidos graxos *trans*

Os ácidos graxos *trans* não são produzidos pelo organismo humano; provêm naturalmente do processo de bio-hidrogenação na microbiota do rúmen em animais ruminantes, ou, industrialmente, pelo processo intencional de hidrogenação a altas pressões, ou como consequência da operação de

fritura, ou, ainda, como resultado do processamento de óleo vegetal, principalmente na etapa de refino (Hissanaga et al., 2012).

Na bio-hidrogenação, AGs insaturados com 18 (18:1, 18:2 e 18:3, oleico, linoleico e linolênico, respectivamente) ou 16 carbonos (16:1, palmitoleico) serão convertidos aos ácidos esteárico (18:0) e palmítico (16:0) (Reis, 2017). Os AGs insaturados oriundos da alimentação do ruminante são hidrogenados pelos microrganismos do rúmen, produzindo AGs saturados, como o ácido *trans*-vacênico, ácido linoleico conjugado (CLA) e seus intermediários (Kim et al., 2009; Reis, 2017). Aas lipases microbianas presentes no rúmen ocorrem, hidrolisando os lipídeos da dieta e liberando seus ácidos graxos constituintes; esta etapa de lipólise é um pré-requisito para que ocorra a bio-hidrogenação (Gazzola & Depin, 2015).

Em seguida, com a oxidação dos triacilgliceróis a ácidos graxos livres e glicerol, inicia-se a síntese do ácido linoleico conjugado com a isomerização dos ácidos graxos insaturados e a subsequente adição de um íon hidrogênio, em uma dupla ligação pelas bactérias ruminais. Com a isomerização, a dupla ligação existente na molécula do ácido graxo muda sua localização e orientação, de forma que os isômeros *cis* se convertem em isômeros *trans* (Valente et al., 2015; Reis, 2017).

Assim, o rúmen é o principal determinante da composição de ácidos graxos em produtos provenientes de animais ruminantes (Souza & Ribeiro, 2021), e a carne e os produtos cárneos, assim como o leite e produtos lácteos, apresentam AGT naturalmente, em razão da bio-hidrogenação (Pinho et al., 2011; David & Guivant, 2012).

A hidrogenação, por sua vez, pode ser descrita como o processo em que se adiciona cataliticamente uma molécula de hidrogênio, na insaturação (dupla ligação) entre carbonos e, desta forma, ocorre a saturação das duplas ligações (Damodaran & Parkin, 2019). Na indústria, a hidrogenação pode ser utilizada de forma total – quando existe saturação de todas as ligações entre carbonos –, ou de forma parcial – quando somente se reduz a quantidade de insaturações na molécula (Gazzola & Depin, 2015).

A reação de hidrogenação necessita dos seguintes itens/ações: um catalisador, para aumentar a velocidade da reação; gás hidrogênio (H₂), para fornecer o substrato da reação; agitação, para promover melhor contato do catalisador com os substratos (H₂ e óleo vegetal); e controle de temperatura, para aquecer e liquefazer o óleo (entre 250 e 300 °C) e, depois, refrigerá-lo, assim que a reação exotérmica começar (Damodaran & Parkin, 2019). Desta forma, o processo geralmente ocorre em reatores fechados, com pressão e temperatura controladas, utilizando-se catalisadores metálicos, em que o níquel (Ni) é o mais utilizado (0,01-0,02%) por apresentar melhor custo-benefício, gerando óleos com mais estabilidade ao final do processo. Ele é incorporado a um suporte poroso, representado pela sílica (Figura 3), o que proporciona um catalisador com grande área de superfície que pode ser recuperado por filtração.

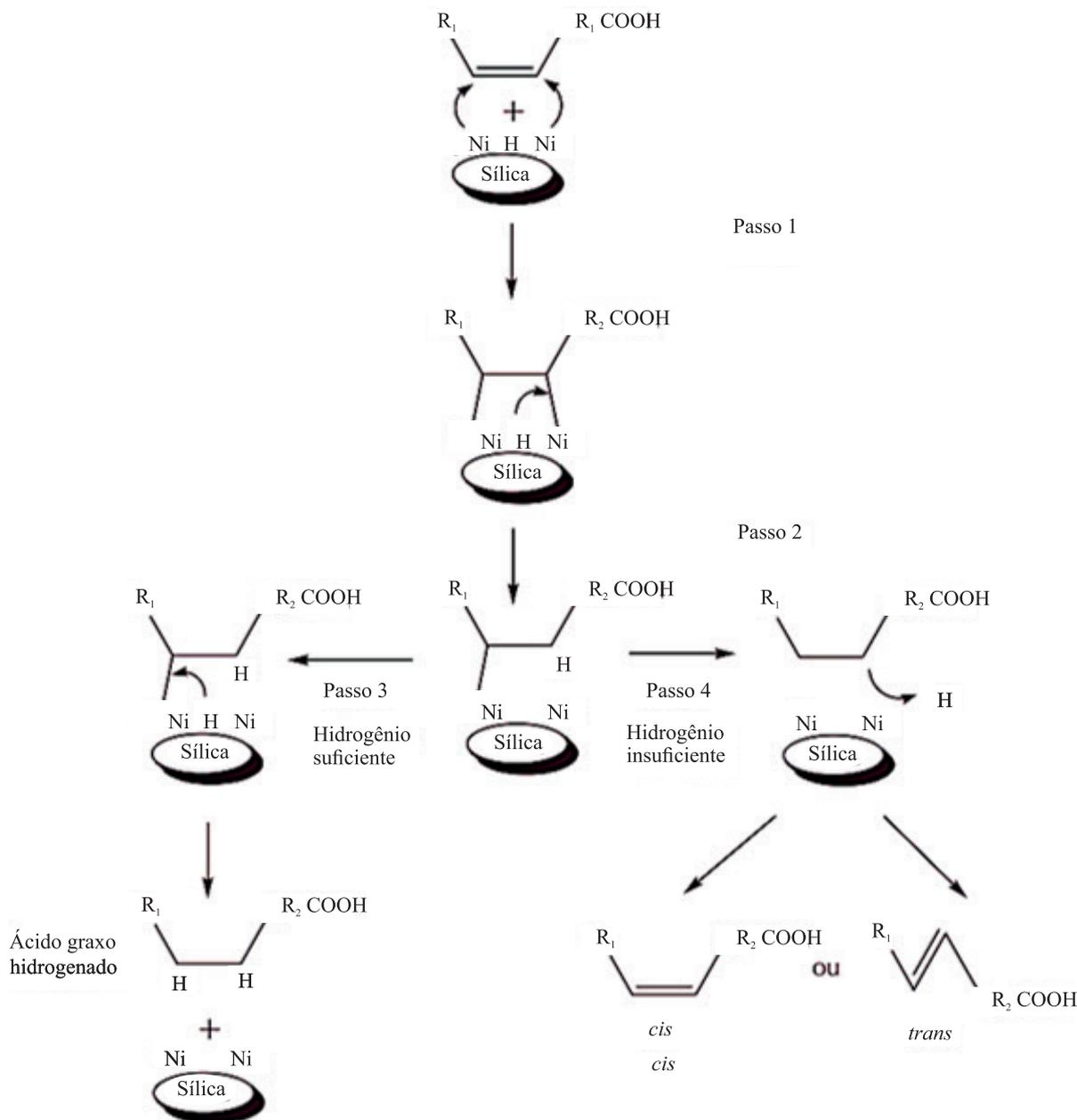


Figura 3. Vias envolvidas na hidrogenação que levam à formação de ácidos graxos saturados e ácidos graxos insaturados *cis* e *trans*.
Fonte: Damodaran & Parkin (2019).

O mecanismo de hidrogenação envolve a complexação inicial do ácido graxo insaturado com a presença do catalisador, em cada uma das extremidades da ligação dupla (Figura 3, Passo 1) (Damodaran & Parkin, 2019). O hidrogênio que é absorvido ao catalisador pode então romper um dos complexos metal-carbono, formando um estado semi-hidrogenado com o outro carbono que permanece ligado ao catalisador (Passo 2). Para completar a hidrogenação, o estado semi-hidrogenado interage com outro hidrogênio, rompendo a ligação carbono-catalisador remanescente e produzindo um ácido graxo hidrogenado (Passo 3). Entretanto, se o hidrogênio não estiver disponível, a reação inversa pode ocorrer, e o ácido graxo é liberado do catalisador e a ligação dupla é regenerada (Passo 4). A ligação dupla que é regenerada pode apresentar-se nas configurações *cis* ou *trans* (isômeros geométricos), podendo estar no mesmo átomo de carbono ou migrar ao carbono adjacente. Por exemplo, um ácido graxo com uma ligação dupla originalmente entre os carbonos 9 e 10 pode migrar para os carbonos 8 e 9 ou 10 e 11 (isômeros posicionais). A propensão da ligação dupla à regeneração

está relacionada à quantidade de hidrogênio associada ao catalisador. Portanto, condições como baixa pressão de hidrogênio, baixa agitação, temperatura elevada (a reação é mais rápida do que a taxa de difusão do hidrogênio para o catalisador) e concentração elevada do catalisador (o que dificulta a saturação do catalisador com hidrogênio) resultam em níveis elevados de isômeros geométricos e posicionais (Damodaran & Parkin, 2019).

Para que haja um grau de insaturação no produto final e, para que, desta maneira, ele continue líquido à temperatura ambiente, a hidrogenação é feita de forma parcial (Johnson, 2002; Pinho & Suarez, 2013). Na produção de gorduras vegetais hidrogenadas, o processo de hidrogenação é realizado de maneira quase completa (Rodrigues & Castejon, 2021). Este processo é usado para fazer com que os lipídeos sejam mais sólidos à temperatura ambiente, adquiram ponto de fusão mais elevado e exibam comportamento diferente de cristalização (tornando a composição de triacilgliceróis mais homogênea), o que faz com que sejam mais estáveis à oxidação (Damodaran & Parkin, 2019). Estes objetivos são alcançados pela remoção de ligações duplas, para que ácidos graxos mais saturados sejam obtidos (Srebernich et al., 2013).

A gordura vegetal hidrogenada é bastante utilizada na indústria de alimentos, em razão de sua boa estabilidade oxidativa, o que garante maior tempo de vida útil aos produtos. Além disso, esse tipo de gordura melhora características sensoriais como a textura e o sabor (Silva, 2017), tem capacidade de conferir maciez ao produto e apresenta baixo custo (Hissanaga et al., 2012). Porém, tem-se um problema na utilização da hidrogenação para a produção de alimentos, pois, nas condições de reação, ocorre a reação paralela de isomerização das ligações duplas, o que converte parte dos isômeros *cis* em *trans* (Pinho & Suarez, 2013).

Quando a hidrogenação é realizada a altas temperaturas, porém com agitação lenta, baixa pressão de H₂ e altos teores de catalisador, a cobertura da superfície do catalisador com hidrogênio fica incompleta, de modo que as isomerizações posicional e geométrica são altas (Damodaran & Parkin, 2019), assim como a seletividade da reação e o teor de isômeros *trans* formados (Luz, 2019). Uma alternativa para reduzir os AGT nos óleos que passam por hidrogenação é modificar as condições do processo, utilizando temperatura reduzida e pressão aumentada, bem como alterar a concentração ou o tipo de catalisador usado na reação (Vieira, 2022). Se a hidrogenação for feita nas condições de alta pressão, baixa temperatura, agitação intensa e baixo nível de catalisador, a superfície do catalisador é coberta com hidrogênio, e a isomeria geométrica e posicional é pequena, levando à menor formação de AGT (Luz, 2019).

A ingestão de gordura *trans* na dieta é proveniente, principalmente, de alimentos industrializados (Pinto et al., 2016), estando presentes nos mais variados tipos, tais como: bolachas tipo *crackers*, lanches prontos, pipocas de micro-ondas, margarinas (Gazzola & Depin, 2015), *fast-foods*, cremes vegetais, biscoitos doces ou recheados, sorvetes, chocolates e batatas fritas (Shimizu et al., 2011; TBCA, 2023).

Além do processo de hidrogenação industrial, podem-se formar AGT em menores quantidades durante o processo de fritura ou no refino dos óleos vegetais. No que diz respeito às frituras, sua formação relaciona-se à temperatura do processo e ao tempo de uso dos óleos vegetais (Hissanaga et al., 2012).

A quantidade de AGT presente em óleos refinados comestíveis é pequena – de 0,2 a 6,7% (Martinez, 2022) –, produzida durante os processos de purificação dos óleos brutos, como refino térmico, branqueamento e desodorização. Porém, embora essa quantidade seja baixa originalmente, ela pode mudar de modo rápido, quando os óleos refinados são utilizados para fritura (Tsuzuki, 2011). O óleo continuamente exposto às altas temperaturas na fritura, em consequência da presença

de oxigênio, sofre hidrólise, oxidação e polimerização, perdendo sua qualidade e alterando suas propriedades sensoriais e nutricionais (Bhardwaj et al., 2016), pois, durante a fritura profunda (acima de 180 °C), toda quebra, deslocamento e formação de ligações duplas de carbono envolvem a presença de configuração *trans*. Assim, torna-se inevitável a formação de AGT durante o aquecimento severo de óleos vegetais (Zhang et al., 2012).

Algumas pesquisas mostram que a isomerização de *cis* para *trans*, na fritura, começa a ocorrer a partir de 150 °C, e os níveis de AGT tornam-se maiores a partir de 200 °C, que é a temperatura também intimamente relacionada ao tempo de aquecimento, pois quanto maior o tempo em que o óleo é exposto à alta temperatura, maior é a formação dos AGT (Bhardwaj et al., 2016). A formação de AGT também foi investigada em óleos de palma, soja, colza, girassol e oliva, durante a fritura, tendo sido utilizadas dez sequências de aquecimento a 180 °C por 5 min; os autores puderam constatar que os valores desses compostos, em cada tipo de óleo, foram significativamente mais elevados do que nos óleos frescos, e o maior aumento foi o do óleo de colza (223%) (Szabo et al., 2022).

A desodorização, por sua vez, é uma etapa crítica no processo de refino de óleos, utilizada para a remoção de ácidos graxos livres (AGL), compostos voláteis e produtos de oxidação. Porém, é uma etapa que requer altas temperaturas (entre 180 e 270 °C) e baixa pressão. Este tratamento térmico severo induz a uma série de transformações químicas, entre elas, a isomerização *cis-trans* (Song et al., 2018).

Em razão da crescente preocupação dos consumidores com a saúde (Ital, 2020), aliada às recomendações da OMS (2021) e pressões da legislação (Anvisa, 2022), a indústria passou a buscar adotar novos métodos para a produção de alimentos que contivessem níveis elevados de gordura *trans* (Shimizu et al., 2011). Nesse contexto, a transesterificação é o método mais usado para a alteração das propriedades de lipídeos alimentares. Em geral, são utilizados alquilatos de sódio (por exemplo, etilato de sódio) para aceleração desse processo, pois essas substâncias são baratas e ativas a baixas temperaturas. Acredita-se que o catalisador real da reação seja o ânion carbonila de um diacilglicerol (Figura 4). O diacilglicerol negativo pode atacar o grupo carbonila ligeiramente positivo do ácido graxo de um triacilglicerol, formando um complexo de transição. Uma vez ocorrida a transesterificação, o complexo de transição se decompõe, de modo que o ácido graxo é transferido para o diacilglicerol, e o ânion migra para o local do ácido graxo transferido. O processo de transesterificação pode ocorrer em um mesmo triacilglicerol (intraesterificação) ou em um triacilglicerol diferente (interesterificação). Para que a interesterificação ocorra, a reação deve ter baixos níveis de água, ácidos graxos livres e peróxidos (que inativam o catalisador). A transesterificação aleatória é realizada entre 100 a 150 °C, completando-se entre 30 e 60 min. A reação é interrompida pela adição de água para inativação do catalisador.

A interesterificação pode ser feita por via química, geralmente com o uso de calor e catalisadores, como o metóxido de sódio; ou por via enzimática, que utiliza lipases. Na interesterificação, ocorre a quebra das ligações ésteres e, logo depois, formam-se novas ligações em outras posições do triglicerídeo, havendo o reagrupamento dos ácidos graxos (Damodaran & Parkin, 2019). Esse processo é feito para que se obtenham gorduras de maior estabilidade, textura e ponto de fusão semelhantes aos da gordura hidrogenada, mas com baixo teor ou nenhuma presença de ácidos graxos *trans* (Silva, 2017). Ao contrário da hidrogenação, o processo de interesterificação não muda a configuração dos ácidos graxos de *cis* para *trans*, pois eles não são alterados, mas sim redistribuídos nas ligações éster do glicerol, o que gera novas configurações estruturais (Oliveira, 2023).

A interesterificação também altera o comportamento de cristalização da gordura, por dificultar os lipídeos de formarem o tipo de cristal mais estável (β , triclínico), uma vez que a composição de triacilgliceróis torna-se mais heterogênea. A interesterificação é realizada por acidólise, alcoólise, glicerólise e transesterificação (Rousseau & Marangoni, 2002; Damodaran & Parkin, 2019).

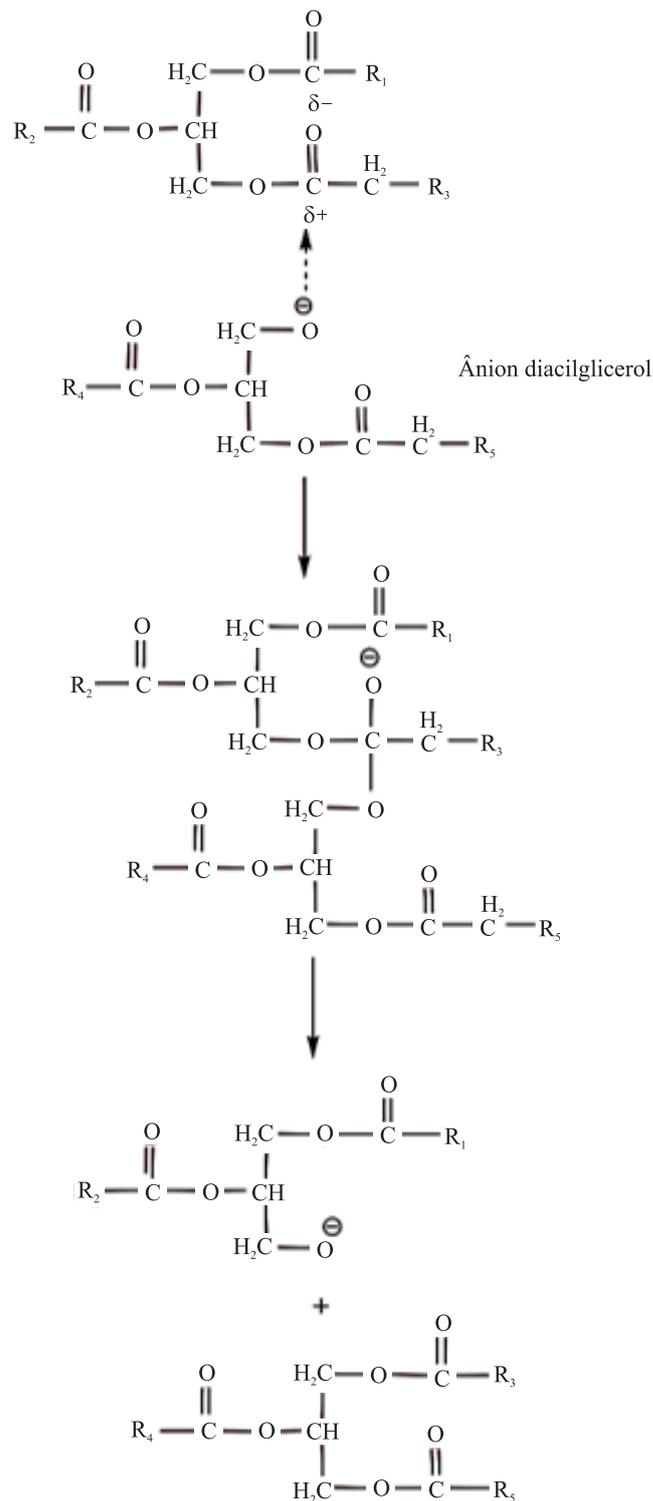


Figura 4. Mecanismo proposto para a reação de interesterificação que envolve catálise pelo ânion carbonila de um diacilglicerol. Fonte: Damodaran & Parkin (2019).

A interesterificação também pode ser realizada com o uso de lipases como catalisadores (Willis & Marangoni, 2002). A vantagem das lipases é sua possibilidade de apresentar especificidade por diferentes localizações estereoespecíficas do triacilglicerol ou por diferentes ácidos graxos. Isso significa que triacilgliceróis estruturados podem ser produzidos com mudanças na composição de ácidos graxos ou no tipo de triacilglicerol. Alterando-se a composição de ácidos graxos e/ou de triacilgliceróis, essas gorduras podem apresentar propriedades nutricionais ou físicas superiores. Infelizmente,

as interesterificações enzimáticas são limitadas por seu custo elevado, e sua aplicação é limitada a produtos de alto valor, como substitutos de manteiga de cacau, e lipídeos estruturados para formulações infantis e suplementos alimentares (D'Agostini et al., 2001; D'Agostini & Gioielli, 2002).

Consumo de ácidos graxos *trans*

Os ácidos graxos *trans* provenientes de ruminantes constituem uma pequena porção da gordura em produtos lácteos (cerca de 2% a 5% dos AG totais), carne bovina e cordeiro (cerca de 3% a 9% dos AG totais). Estima-se que apenas cerca de 2% a 8% das gorduras *trans* presentes na dieta da população sejam provenientes de produtos de animais ruminantes, e que o restante vem de óleos vegetais poli-insaturados que passaram por processo de hidrogenação e podem conter cerca de 60% do total de ácidos graxos do tipo *trans* (Gebauer et al., 2011; Hissanaga et al., 2012).

Alguns estudos começaram a diferenciar os AGT produzidos industrialmente daqueles que são produzidos naturalmente por animais (Gebauer et al., 2011). Os AGT naturais são aqueles que ocorrem naturalmente e em menor quantidade em alimentos derivados de ruminantes e são incomuns. Ácidos graxos *trans* biológicos consistem principalmente de ácidos graxos C18, dos quais os mais conhecidos são os ácidos rumênico (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) e vacênico (C18:1 *trans*-11), e o AG *trans*-palmitoleico (TPA, C16:1 *trans*-9-hexadecenoico) (Guillocheau et al., 2019). Além desses, o principal AGT encontrado nos óleos vegetais hidrogenados é o ácido elaídico (C18:1 *trans*-9-octadecenoico), isômero *trans* do ácido oleico, que também está presente em pequenas quantidades no leite caprino e bovino (cerca de 0,1% dos AG totais) e em algumas carnes (Adachi, 2015).

A quantidade de ácidos graxos *trans* presente em alguns alimentos está descrita a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidades de ácido graxos *trans* em produtos comumente consumidos.

Alimento	Quantidade de gordura <i>trans</i> (%)
Contrafilé	0,93
Costela	0,72
Picanha	1,36
Margarina (uso caseiro)	21
Margarina (uso industrial)	32
Queijo <i>cheddar</i>	0,87
Leite integral	0,09
Iogurte natural	0,03
Carne bovina moída	0,79
Batata-frita (<i>fast-food</i>)	4,75
Biscoito tipo <i>cream cracker</i>	5,60
Biscoito recheado sabor chocolate	2,81
Biscoito recheado sabor morango	2,86
Sorvete	1,40
Biscoito tipo <i>wafer</i> sabor baunilha	1,30
Biscoito tipo <i>wafer</i> sabor chocolate	0,80
Biscoito Maisena tradicional	0,20
Biscoito Maria tradicional	0,20

Fonte: elaborado com dados de Chiara et al. (2003), Gebauer et al. (2011), Pinho et al. (2011), Shimizu et al. (2011), Guillocheau et al. (2019, 2020) e Almeida et al. (2021).

A partir dos dados de composição dos alimentos (Tabela 2), nota-se que é difícil ingerir quantidades altas de AGT naturais em uma dieta tradicional, levando-se em consideração 2000 kcal por dia (Gebauer et al., 2011), visto que no leite, por exemplo, a quantidade de AGT é de 0,09 %.

Recomendação de ingestão e legislação

Nos padrões de vida atuais, a gordura *trans* é traço marcante na dieta, em razão do consumo de alimentos industrializados ricos em gordura *trans*. Para se ter uma ideia, segundo informações fornecidas pela Associação Brasileira da Batata (ABBA), o consumo de batata pré-frita congelada *per capita*, no Brasil, gira em torno de 2,7 kg por ano (Martí, 2021). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), em suas *Pesquisas de Orçamentos Familiares* (POFs), os alimentos processados e ultraprocessados – tais como pizzas, sanduíches, doces e guloseimas, bebidas com adição de açúcar (sucos e refrigerantes), biscoitos doces, biscoitos salgados, frios e embutidos – corresponderam a 31% dos alimentos consumidos diariamente pelos brasileiros, no período 2017–2018. Para o grupo de idade entre 10 e 18 anos, a participação desses alimentos na dieta chegou a 38%.

A média de ingestão diária de gordura *trans* entre os indivíduos que relataram o consumo de carne bovina, leite e derivados, pizza e sanduíches, frios e embutidos, bebidas com adição de açúcar, biscoito salgado e biscoito doce foi maior do que a média populacional. Entre aqueles que relataram a ingestão de biscoito doce, a média de ingestão de gordura *trans* foi mais do que o dobro da média populacional (IBGE, 2020). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, o consumo de biscoitos industrializados foi de 7 kg/habitante no ano de 2019 (Rego et al., 2020). Ainda, os laticínios representaram aquisição alimentar domiciliar de 32,2 kg *per capita* em 2018, com destaque para o leite e creme de leite (27,1 kg), e a carne bovina somou 13,4 kg *per capita* de aquisição alimentar domiciliar ao ano (IBGE, 2018); esses são alimentos que contêm gorduras *trans* naturalmente, por serem provenientes de ruminantes.

A OMS, desde 2002, preconiza 1% de gordura *trans* diariamente como limite máximo. No ano de 2004, com o lançamento da *Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde*, a meta da OMS era a de que a gordura *trans* industrial fosse eliminada do consumo pela população. Porém, em 2005, a FDA publicou um documento mantendo a recomendação de 1%, com a justificativa de que, mesmo removendo a gordura *trans* dos alimentos industrializados, ela está presente naturalmente em alguns alimentos, o que torna impossível sua eliminação da dieta (Proença & Silveira, 2012). Com isso, se cada grama de gordura corresponde a nove quilocalorias, um adulto com dieta-padrão de 2000 kcal por dia, não deve consumir mais que 2 g de AGT num dia (Stroher et al., 2012).

Em 2018, a OMS lançou um plano de ação, para eliminar a gordura *trans* produzida industrialmente do abastecimento alimentar global chamado REPLACE (*review, promote, legislate, assess, create, enforce*), que tem as seguintes áreas de ação (OMS, 2021):

- **Review** – A revisão das fontes dietéticas de gorduras *trans* produzidas industrialmente e o cenário para possíveis mudanças políticas.
- **Promote** – A promoção da substituição da gordura *trans* por gorduras e óleos mais saudáveis.
- **Legislate** – A legislação e promulgação de ações regulatórias para eliminar a gordura *trans* produzida industrialmente.
- **Assess** – A avaliação e monitoramento da gordura *trans* na oferta alimentar e as mudanças no consumo da população ().
- **Create** – A formação de consciência sobre o impacto negativo da gordura *trans* na saúde.
- **Enforce** – A imposição da conformidade com políticas e regulamentos.

Além do documento abranger todas as áreas de atuação do programa, o REPLACE ainda contém um guia prático de cada área para conduzir os países na conduta de eliminação das gorduras *trans* industriais.

Dessa forma, o pacote de ações proposto pelo REPLACE fornece aos países uma forma estratégica, para eliminar do abastecimento alimentar nacional a gordura *trans* produzida industrialmente, com o objetivo de eliminação global até o ano de 2023. O apelo da OMS relacionado às gorduras *trans* deve-se ao fato de que o aumento da ingestão desse tipo de gordura está associado ao maior risco de episódios de doença coronariana e mortalidade. Estima-se que mais de 500 mil mortes no mundo, em 2010, foram atribuídas ao aumento da ingestão de AGT (OMS, 2021).

Em novembro de 2020, a OMS lançou um novo programa de certificação, para reconhecer os países que eliminaram os AGT produzidos industrialmente. Para receber a certificação, o país precisa mostrar que uma política de melhores práticas de eliminação de AGT está em vigor e que dispõe de sistemas adequados de execução e monitoramento. Os cinco primeiros a receberem a certificação, no ano de 2023, foram: Dinamarca, Lituânia, Polônia, Arábia Saudita e Tailândia (OMS, 2021). Assim, percebe-se uma crescente busca dos países para melhorar as políticas e legislações para o enfrentamento da questão relacionada à saúde pública, que é a ingestão de gorduras *trans* pela população.

Conforme o artigo 4.º da Resolução n.º 632 da Diretoria Colegiada (RDC) da Anvisa, de 24 de março de 2022, ficam proibidos a partir de 1º de janeiro de 2023: a produção, a importação, o uso e a oferta de ácido linoleico conjugado sintético para uso em alimentos e de alimentos formulados com estes ingredientes, bem como óleos e gorduras parcialmente hidrogenados para uso em alimentos e de alimentos formulados com estes ingredientes. Dessa forma, a única fonte de gorduras *trans* industriais que poderá ser encontrada nos alimentos são os óleos refinados, usados na sua produção ou formulação, cujo conteúdo máximo de gorduras *trans* industriais não poderá ultrapassar 2%. Assim, nos alimentos elaborados sem uso de óleos refinados, não podem ser encontradas gorduras *trans* industriais, após a entrada em vigor da proibição de óleos e gorduras parcialmente hidrogenados (Anvisa, 2022). Naqueles alimentos que tenham a adição de óleos refinados, o teor de gorduras *trans* industrial será proporcional à quantidade de óleos refinados usados no produto, considerando-se que estes óleos não podem ultrapassar o limite máximo de 2% de gorduras *trans* industriais.

A embalagem dos alimentos é o principal meio de informação sobre o produto, pelo fato de apresentar no rótulo as características nutricionais (Stroher et al., 2012; Lima et al., 2016), o que representa uma intervenção que deve beneficiar todos os segmentos da sociedade. Em todo o mundo, há um constante debate a respeito da rotulagem de alimentos em geral, para que os rótulos se tornem cada vez mais de melhor entendimento aos consumidores (Davies & Jaime, 2017).

Após quase vinte anos de rotulagem nutricional obrigatória no Brasil, algumas críticas e propostas ainda são feitas para melhorar a rotulagem no que diz respeito às informações sobre gordura *trans*. Na rotulagem brasileira, a notificação de gordura *trans* é item obrigatório desde 2003, pela RDC n.º 360 de 23 de dezembro de 2003, que foi revogada pela RDC n.º 429, de 8 de outubro de 2020 (Anvisa, 2020b). A RDC n.º 429 dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, especifica que gorduras *trans* são “triglicerídeos que contêm ácidos graxos insaturados, com uma ou mais duplas ligações não conjugadas na configuração *trans*, expressos como ácidos graxos livres” e torna obrigatória a declaração da quantidade na tabela nutricional. Ainda, segundo a Instrução Normativa (IN) n.º 75, de 8 de outubro de 2020 (Anvisa, 2020a), quantidades menores ou iguais a 0,1 g de gorduras *trans* /100 g de alimento são consideradas não significativas e podem ser expressas como “zero”. Isso garante ao consumidor que o produto “zero *trans*” tem um valor mínimo respeitado, mesmo não eliminando a gordura *trans* dos produtos (Gazzola & Depin, 2015).

Ácidos graxos *trans* e a saúde

A tendência ao consumo de gorduras *trans* está associada ao surgimento de doenças tais como obesidade, diabetes e hipertensão (Kwon, 2016). Essas condições são fatores de risco para doenças

cardiovasculares, principalmente se o consumo das gorduras *trans* estiver associado a um estilo de vida sedentário (Shimizu et al., 2011). Além de acarretar efeitos adversos ao colesterol, a alta ingestão de alimentos com gordura *trans* em sua composição favorece o depósito de gordura no abdômen, aumenta os níveis de gordura visceral (Srebernich et al., 2013) e está também associada ao risco aumentado de obesidade e alguns tipos de câncer (Kwon, 2016; Separovic & Aued-Pimentel, 2016). Assim, uma estratégia para controlar a hipercolesterolemia e complicações cardíacas é a substituição dessas gorduras por gorduras poli-insaturadas ou monoinsaturadas, tais como os ômega 3, 6 e 9 (Teixeira et al., 2020).

A gordura *trans* aumenta as taxas de LDL, por meio de um processo que tem início com a absorção da gordura oriunda da dieta, na forma de monoacilgliceróis (Gazzola & Depin, 2015). No momento em que essas gorduras encontram as células chamadas enterócitos (tipo de célula do intestino delgado e intestino grosso, com capacidade de quebrar moléculas e transportá-las para o interior dos tecidos), elas sofrem esterificação, transformando-se em triacilgliceróis, que vão até a corrente sanguínea. No sangue, os triacilgliceróis sofrem ação da enzima lipase de lipoproteínas periférica (LLP), e troca de material com outras lipoproteínas ocorre. Depois disso, o fígado captura os triacilgliceróis restantes, excretando-os na corrente sanguínea como lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). A VLDL, por ação enzimática, forma a lipoproteína de densidade intermediária (IDL) que, por ser muito instável, sofre transformação e origina o LDL (Gazzola & Depin, 2015).

O LDL, famoso “colesterol ruim”, tem a função de transportar o colesterol e outras substâncias do fígado para os tecidos. Se estiver presente em altos níveis no sangue, pode formar placas nas paredes dos vasos sanguíneos e acarretar-lhes obstrução, o que o associa o LDL diretamente ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (David & Guivant, 2012).

O consumo de gordura *trans* aumenta a atividade plasmática da proteína de transferência de éster de colesterol, do HDL para o LDL e VLDL (Ginter & Simko, 2016). A lipoproteína HDL, conhecida como “colesterol bom” (Stroher et al., 2012), tem a função de transportar o colesterol e outras substâncias dos tecidos para o fígado, diminuindo a quantidade de colesterol na corrente sanguínea (David & Guivant, 2012). Essa lipoproteína é mais sensível às modificações alimentares do indivíduo, e a ingestão de gordura *trans* induz sua redução e acarreta a produção de partículas de HDL ricas em triacilgliceróis, que são substratos melhores para a lipase hepática, que cataboliza as HDL aumentando o risco de doenças cardiovasculares (Gazzola & Depin, 2015).

Ademais, os ácidos graxos *trans* podem ser armazenados no tecido adiposo e agregados aos lipídios da membrana, tornando-as menos fluidas (Valenzuela et al., 2019). Estes ácidos são capazes de distorcer membranas celulares, ao desordenar os fosfolipídios e influenciar sua fluidez, complicando amplamente os sistemas e funções do corpo, inclusive elevando os riscos de doenças cardíacas e de efeitos adversos sobre as funções cerebrais (Ginter & Simko, 2016). Esse tipo de gordura pode acabar incorporando-se na bicamada lipídica neural, provocando alterações na neurotransmissão, tornando o organismo mais vulnerável a doenças psiquiátricas, como ansiedade e depressão (Meichtry et al., 2020). A gordura *trans* ingerida na dieta é incorporada às membranas celulares cerebrais, inclusive a bainha de mielina que isola os neurônios que desempenham papel no envio de sinais de comunicação. Assim, a gordura *trans* pode alterar a capacidade dos neurônios de se comunicar, ao diminuir o desempenho mental (Ginter & Simko, 2016).

Meichtry et al. (2020) concluíram em seu estudo que uma dieta com alto teor de gordura *trans* pode contribuir para o desenvolvimento de distúrbios de comportamento, que foram observados nos parâmetros avaliados, como o aumento do comportamento depressivo e ansioso e aumento do número de eventos agressivos.

No entanto, estudos sobre o ácido vacênico ou gorduras lácteas enriquecidas em ácido vacênico e outros AGT naturais não mostraram efeito sobre a concentração de colesterol LDL, ou mostraram um aumento somente com altas doses de ácido vacênico (Baer, 2012). É válido ressaltar, ainda, que a isomeria *trans* presente naturalmente nos alimentos devido à bio-hidrogenação forma o ácido linoleico conjugado (CLA), que consiste em vários isômeros de posição, e isômeros geométricos do

ácido octadecadienoico (C18:2), popularmente chamado de ácido linoleico, que apresenta duplas ligações conjugadas, que podem ser do tipo *cis* ou *trans* (Lima et al., 2018). O ácido linoleico é considerado benéfico para a saúde, e bons resultados têm sido observados nas pesquisas (Kim et al., 2009; Hissanaga et al., 2012; Reis, 2017; Lima et al., 2018), tais como a redução da deposição de gordura no corpo, auxílio no controle da diabetes, redução do desenvolvimento de placas de ateroma, modulação do sistema imunológico e efeito anticarcinogênico. Pode ser encontrado nas carnes bovina e ovina e no leite e seus derivados, como componente em menor quantidade na fração lipídica (Lima et al., 2018).

O ácido graxo *trans*-palmitoleico (TPA) é um ácido graxo hexadecenoico, (*trans*-9-hexadecenoico; C16:1), presente na gordura do leite e potencialmente benéfico à saúde (Lopes et al., 2015). Pode ser encontrado em lácteos e alimentos que contêm óleos vegetais parcialmente hidrogenados (Mozaffarian et al., 2013), além de haver hipóteses de que este AGT pode ser endogenamente sintetizado no organismo humano, a partir do ácido vacênico (Jaudszus et al., 2014).

A maioria dos dados disponíveis sobre os efeitos promissores do TPA na saúde vem de estudos epidemiológicos prospectivos que tratam do risco de diabetes tipo 2 (Guillocheau et al., 2019), sugerindo impactos fisiológicos positivos do TPA dietético na prevenção da resistência à insulina. Os estudos *in vitro* forneceram resultados complementares e mostraram que o TPA pode afetar de forma favorável o pâncreas e modular a função das células β , responsáveis por sintetizar e secretar o hormônio insulina que regula os níveis de glicose no sangue (Guillocheau et al., 2020). Outro estudo com resultados interessantes destacou a função das células β -pancreáticas melhoradas (células INS1) após a incubação com TPA (Kraft et al., 2015). No entanto, as pesquisas ainda são escassas, e as existentes são contraditórias em razão das variações apresentadas, desde as características dos indivíduos até as doses e tipos de ácidos graxos *trans* provenientes de ruminantes utilizados nos estudos. Por isso, é difícil chegar a conclusões definitivas sobre esses AG e seus efeitos sobre a saúde cardiovascular, no que diz respeito à variação dos níveis de colesterol. A ingestão desses componentes é considerada baixa na dieta e, mesmo que a dieta seja enriquecida com esses componentes, as diferentes características que variam de pessoa para pessoa – sexo, índice de massa corpórea (IMC), faixa etária etc. – interferem nos resultados (Baer, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na década de 1950, as gorduras de origem animal comumente consumidas passaram a perder espaço, pelo surgimento de gorduras obtidas pelo processo de hidrogenação de óleos vegetais que gera ácidos graxos *trans* (AGT). Logo, o consumo de ácidos graxos *trans* ganhou força, junto com sua utilização pela indústria alimentícia. Porém, desde 1990, estudos têm mostrado associação entre o consumo dos AGT com problemas de saúde, como diabetes e doenças cardiovasculares decorrentes da obesidade, alterações do colesterol e hipertensão. Por consequência, a produção, importação e oferta de óleos e gorduras parcialmente hidrogenados para uso em alimentos, bem como a formulação de alimentos com estes ingredientes, estão proibidos no Brasil desde 1.º de janeiro de 2023, pela RDC n.º 632, de 24 de março de 2022 (Anvisa, 2022).

Ademais, com a crescente busca da população por hábitos de vida e de consumo mais saudáveis e a pressão dos órgãos regulamentadores, com a proibição da utilização de gordura parcialmente hidrogenada, a indústria alimentícia se vê desafiada a optar por formas de processamento que diminuam a formação de AGT, utilizando tecnologias e avanços industriais, aspecto em que a interesterificação se destaca como alternativa. Assim, ressalta-se a importância de destinar esforços às pesquisas no campo tecnológico, para o desenvolvimento de novos processos de produção industriais ou otimizar os já existentes, de modo a minimizar a ocorrência de ácidos graxos *trans* nos alimentos industrializados.

Assim, o tema explorado nesta revisão integrativa da literatura é de grande relevância e sugere que mais estudos são necessários acerca dos diferentes tipos de gorduras *trans* e seus efeitos no metabolismo humano, visto que, durante muitos anos, houve controvérsias quanto a este aspecto.

A premissa de que o consumo de gorduras *trans* deve ser minimizado é unanimidade nas pesquisas provenientes da área da saúde.

REFERÊNCIAS

- ADACHI, H. Editorial: *trans* fatty acid and coronary artery disease: lessons from seven countries study. **Circulation Journal**, v.79, p.1902-1903, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-15-0743>.
- ALMEIDA, R.S.; NASCIMENTO, R.A. do; AMORIM, E.O.C.; SERIO, J.; GONÇALVES, C.M. Verificação nutricional dos teores de sódio e de gordura *trans* de biscoitos doces comercializados no município de Aracaju, Sergipe. **Brazilian Journal of Food Research**, v.12, p.10-23, 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ácidos graxos *trans*: Documento de base para discussão regulatória. Brasília, 2018. 93p. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/5313808/Documento+de+discuss%C3%A3o+sobre+gordura+trans_vers%C3%A3o+final.pdf/e2604d4a-9434-4bc4-b511-1c76ce7396ab>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020**. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Brasília, 2020a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Brasília, 2020b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 632, de 24 de março de 2022**. Dispõe sobre a restrição de uso de gorduras *trans* industriais em alimentos. Brasília, 2022. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6414038/RDC_632_2022_.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.
- BAER, D.J. What do we really know about the health effects of natural sources of *trans* fatty acids? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.95, p.267-268, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.031096>.
- BARRA, P.M. de C. **Determinação de ácidos graxos em amostras alimentícias e biológicas utilizando eletroforese capilar de zona**. 2014. 134p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- BHARDWAJ, S.; PASSI, S.J.; MISRA, A.; PANT, K.K.; ANWAR, K.; PANDEY, R.M.; KARDAM, V. Effect of heating/reheating of fats/oils, as used by Asian Indians, on *trans* fatty acid formation. **Food Chemistry**, v.212, p.663-670, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.021>.
- BRITO, J.R.S. **Perfil de ácidos gordos nos alimentos: validação de um método analítico**. 2014. 97p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- CHIARA, V.L.; SICHIERI, R.; CARVALHO, T. dos S.F. de. Teores de ácidos graxos *trans* de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. **Revista de Nutrição**, v.16, p.227-233, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732003000200010>.
- D'AGOSTINI, D.; FERRAZ, R.C.; GIOIELLI, L.A.; SOLIS, V.E.S. Lípidos estructurados obtenidos por interesterificación de las mezclas binarias y ternarias de las grasas de palma, semilla de palma y triglicéridos de cadena media. **Grasas y Aceites**, v.52, p.214-221, 2001. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.2001.v52.i3-4.360>.
- D'AGOSTINI, D.; GIOIELLI, L.A. Distribuição estereoespecífica de lipídios estruturados a partir de gorduras de palma, palmiste e triacilgliceróis de cadeia média. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.38, p.345-354, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322002000300010>.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de alimentos de Fennema**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. 1120p.
- DAVID, M.L.; GUIVANT, J.S. A gordura *trans*: entre as controvérsias científicas e as estratégias da indústria alimentar. **Política & Sociedade**, v.11, p.49-74, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2012v11n20p49>.
- DAVIES, V.F.; JAIME, P.C. Mandatory food labeling of *trans* fat acids: qualitative analysis of the public consultation. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v.21, p.133-139, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-57622015.0594>.
- ERCOLE, F.F.; MELO, L.S. de; ALCOFORADO, C.L.G.C. Editorial: Revisão integrativa *versus* revisão sistemática. **Reme: Revista Mineira de Enfermagem**, v.18, p.9-11, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/1415-2762.20140001>.
- FUNCK, L.G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J.M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.56, p.123-134, 2006. Disponível em: <<https://www.alanrevista.org/ediciones/2006/2/art-3/>>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- GAZZOLA, J.; DEPIN, M.H. Associação entre consumo de gordura *trans* e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). **Extensio UFSC - Revista Eletrônica de Extensão**, v.12, p.90-102, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/1807-0221.2015v12n20p90>.

- GEBAUER, S.K.; CHARDIGNY, J.-M.; JAKOBSEN, M.U.; LAMARCHE, B.; LOCK, A.L.; PROCTOR, S.D.; BAER, D.J. Effects of ruminant *trans* fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. **Advances in Nutrition**, v.2, p.332-354, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.111.000521>.
- GINTER, E.; SIMKO, V. New data on harmful effects of *trans*-fatty acids. **Bratislava Medical Journal**, v.117, p.251-253, 2016. DOI: https://doi.org/10.4149/blj_2016_048.
- GUILLOCHEAU, E.; LEGRAND, P.; RIOUX, V. Benefits of natural dietary *trans* fatty acids towards inflammation, obesity and type 2 diabetes: defining the n-7 *trans* fatty acid family. **OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids**, v.26, art.46, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2019047>.
- GUILLOCHEAU, E.; LEGRAND, P.; RIOUX, V. *trans*-palmitoleic acid (*trans*-9-C16:1, or *trans*-C16:1 n-7): Nutritional impacts, metabolism, origin, compositional data, analytical methods and chemical synthesis. A review. **Biochimie**, v.169, p.144-160, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2019.12.004>.
- HISSANAGA, V.M.; PROENÇA, R.P. da C.; BLOCK, J.M. Ácidos graxos *trans* em produtos alimentícios brasileiros: uma revisão sobre aspectos relacionados à saúde e à rotulagem nutricional. **Revista de Nutrição**, v.25, p.517-530, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732012000400009>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2017-2018: aquisição alimentar domiciliar per capita anual**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/46/0>>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: Itai: Fiesp, 2020. Disponível em: <<https://ital.agricultura.sp.gov.br/brasilfoodtrends/8/>>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- JAUDSZUS, A.; KRAMER, R.; PFEUFFER, M.; ROTH, A.; JAHREIS, G.; KUHN, K. *trans* Palmitoleic acid arises endogenously from dietary vaccenic acid. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.99, p.431-435, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.076117>.
- JOHNSON, L.A. Recovery, refining, converting and stabilizing edible oils. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. (Ed.). **Food Lipids, Chemistry, Nutrition and Biotechnology**. 2nd ed. rev. and exp. New York: Marcel Dekker, 2002.
- KIM, E.J.; HUWS, A.S.; LEE, M.R.F.; SCOLLAN, N.D. Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.1341-1350, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>.
- KLIEMANN, N.; KRAEMER, M.V. dos S.; SILVEIRA, B.M.; GONZÁLEZ-CHICA, D.A.; PROENÇA, R.P. da C. Tamanho da porção e gordura *trans*: os rótulos de alimentos industrializados brasileiros estão adequados? **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.10, p.43-60, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2015.12981>.
- KRAFT, J.; JETTON, T.; SATISH, B.; GUPTA, D. Dairy-derived bioactive fatty acids improve pancreatic β -cell function. **The FASEB Journal**, v.29, p.608-625, 2015. DOI: https://doi.org/10.1096/fasebj.29.1_supplement.608.25.
- KWON, Y. Effect of *trans*-fatty acids on lipid metabolism: Mechanisms for their adverse health effects. **Food Reviews International**, v.32, p.323-339, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1075214>.
- LIBERATO, M. da C.T.C.; OLIVEIRA, M.S.C. **Bioquímica**. 2.ed. Fortaleza: EdUECE, 2019. 250p.
- LIMA, E.E. de; ABREU, T.R.; SILVA, M.K.; PARISENTI, J. Comparação entre os conteúdos de gorduras analisados experimentalmente e os reportados nos rótulos de empanadas comercializadas em cantinas escolares de Florianópolis, Santa Catarina. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.11, p.121-134, 2016. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2016.16167>.
- LIMA, R.N. de; LEITE, J.H.G.M.; GALVÃO JUNIOR, J.G.B.; MOURA, A.K.B. de; LIMA, A.F. de; LIMA, P. de O. Importância do ácido linoleico conjugado (CLA) em produtos de origem animal. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.11, p.1307-1331, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1307-1331>.
- LOPES, F.C.F.; SILVA, B.C. da M. e; ALMEIDA, M.M. de; GAMA, M.A.S. da. Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde. In: MARTINS, P. do C.; PICCININI, G.A.; KRUG, E.E.B.; MARTINS, C.E.; LOPES, F.C.F. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2015. p.237-309. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1022225?mode=simple>>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- LUZ, P.H. de M. **Produção de margarinas: descrição de processo, características e performance de produto**. 2019. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29410>>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- MARIA, R.M. **Análise do ácido linoleico conjugado em carne bovina por RMN**. 2009. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.75.2010.tde-17052010-082337>.
- MARTÍ, N. TOMRA Food apresenta gama completa de soluções para o mercado de produção de batatas. **Revista Attalea Agronegócios**, 2021. Disponível em: <<https://revistadeagronegocios.com.br/tomra-food-apresenta-gama-completa-de-solucoes-para-o-mercado-de-producao-de-batatas/>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

- MARTINEZ, A.P.P.B. **Otimização da reação de interesterificação enzimática em sistema *batch* para matrizes lipídicas modelo de alto ponto de fusão**. 2022. 248p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/9474>>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- MEICHTRY, L.B.; POETINI, M.R.; DAHLEH, M.M.M.; ARAUJO, S.M.; MUSACHIO, E.A.S.; BORTOLOTTI, V.C.; COUTO, S. de F.; SOMACAL, S.; EMANUELLI, T.; GAYER, M.C.; ROEHRS, R.; GUERRA, G.P.; PRIGOL, M. Addition of saturated and *trans*-fatty Acids to the diet induces depressive and anxiety-like behaviors in *Drosophila melanogaster*. **Neuroscience**, v.443, p.164-175, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2020.07.042>.
- MENDONÇA, M.A. **Efeito do binômio tempo/temperatura sobre a fração lipídica de óleos vegetais submetidos a processos de fritura**. 2008. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.
- MENSINK, R.P.; KATAN, M.B. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. **New England Journal of Medicine**, v.323, p.439-445, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJM199008163230703>.
- MOZAFFARIAN, D.; OTTO, M.C. de O.; LEMAITRE, R.N.; FRETTS, A.M.; HOTAMISLIGIL, G.; TSAI, M.Y.; SISCOVICK, D.S.; NETTLETON, J.A. *trans*-Palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.97, p.854-861, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.045468>.
- NUNES, C.A. **Tecnologia de óleos e gorduras para engenharia de alimentos**. Lavras: Ed. da UFLA, 2013. 69p. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/41440/1/TA%2071%20-%20Tecnologia%20de%20C3%B3leos%20e%20gorduras%20para%20engenharia%20de%20alimentos.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- OLIVEIRA, V.A.C. **Avaliação no sistema de vácuo da interesterificação e desodorização Refinaria Uberlândia**. 2023. 29p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38999>>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. **REPLACE trans fat: an action package to eliminate industrially produced trans-fatty acids**. 2021. Disponível em: <<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/331301/WHO-NMH-NHD-18.4-eng.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 jan. 2024.
- PINHO, A.P. dos S.; BARCELLOS, J.O.J.; PERIPOLLI, V.; KINDLEIN, L.; ARAÚJO, J.R. de; ALVES FILHO, D.C. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas comerciais de carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1134-1142, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000500027>.
- PINHO, D.M.M.; SUAREZ, P.A.Z. A hidrogenação de óleos e gorduras e suas aplicações industriais. **Revista Virtual de Química**, v.5, p.47-62, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20130006>.
- PINTO, A.L.D.; MIRANDA, T.L.S.; FERRAZ, V.P.; ATHAYDE, D.D.; SALUM, A. Determinação e verificação de como a gordura *trans* é notificada nos rótulos de alimentos, em especial naqueles expressos “0% gordura *trans*”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.19, e2015043, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4315>.
- PROENÇA, R.P. da C.; SILVEIRA, B.M. Recomendações de ingestão e rotulagem de gordura *trans* em alimentos industrializados brasileiros: análise de documentos oficiais. **Revista de Saúde Pública**, v.46, p.923-928, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102012000500020>.
- REGO, R.A.; VIALTA, A.; MADI, L.F.C. (Ed.). **Biscoitos industrializados: nutrição e indulgência na cultura alimentar**. São Paulo: BB Editora: Abimapi, 2020. 56p. Disponível em: <<https://ital.agricultura.sp.gov.br/biscoitos/3/>>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- REIS, R.C. dos. **Qualidade nutricional da carne de tourinhos Nelore e ½ Angus-Nelore terminados em confinamento ou em pastagem com suplementação**. 2017. 111p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/Renata_Cunha_dos_Reis.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- RODRIGUES, T.S.; CASTEJON, L.V. Pesquisas e publicações sobre o processo de hidrogenação de óleos em margarinas utilizando catalisadores. **Research, Society and Development**, v.10, e13810716392, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16392>.
- ROUSSEAU, D.; MARANGONI, A.G. Chemical interesterification of food lipids: Theory and practice. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. (Ed.). **Food lipids, Chemistry, Nutrition and Biotechnology**. 2nd ed. rev. and exp. New York: Marcel Dekker, 2002.
- SEPAROVIC, L.; AUED-PIMENTEL, S. Biscoitos de polvilho do comércio do estado de São Paulo, Brasil: composição da gordura com destaque para os ácidos graxos *trans*. **Visa em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v.4, p.70-78, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3395/2317-269x.00600>.
- SHIMIZU, F.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E. de. Proximate composition and quantification of fatty acids in major Brazilian brands of margarine and vegetable creams marketed in Brazil. **Alimentos e Nutrição**, v.22, p.181-189, 2011.
- SILVA, N.R.F. da. **Perfil de ácidos graxos de alimentos industrializados**. 2017. 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- SONG, G.; ZHANG, M.; PENG, X.; YU, X.; DAI, Z.; SHEN, Q. Effect of deodorization method on the chemical and nutritional properties of fish oil during refining. **LWT - Food Science and Technology**, v.96, p.560-567, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.004>.

- SOUZA, J.G. de; RIBEIRO, C.V.D.M. Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no perfil de ácidos graxos da carne: revisão. **Research, Society and Development**, v.10, e28101321039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21039>.
- SOUZA, M.T. de; SILVA, M.D. da; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v.8, p.102-106, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>.
- SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos: estrutura, classificação, nutrição e saúde. **Arquivos do Mudi**, v.2, p.102-107, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/16516>>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- SREBERNICH, S.M.; GONÇALVES, G.M.S.; BAGGIO, S.R. Perfil de ácidos graxos e teor de ácidos graxos *trans* em biscoitos recheados sabor chocolate. **Revista de Ciências Médicas**, v.22, p.95-103, 2013. DOI: <https://doi.org/10.24220/2318-0897v22n2a2131>.
- STROHER, G.L.; RODRIGUES, A.C.; GOHARA, A.K.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. de. Fatty acid quantification in different types of cookies with emphasis on *trans* fatty acids. **Acta Scientiarum. Technology**, v.34, p.105-110, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v34i1.10304>.
- SZABO, Z.; MAROSVÖLGYI, T.; SZABO, E.; KOCZKA, V.; VERZAR, Z.; FIGLER, M.; DECSI, T. Effects of Repeated heating on fatty acid composition of plant-based cooking oils. **Foods**, v.11, art.192, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11020192>.
- TBCA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. versão 7.2. São Paulo: Universidade de São Paulo: Food Research Center, 2023. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- TEIXEIRA, A.M.; ABIB, R.T.; BORGES, L.R. Consumo de gordura total e ácidos graxos saturados, insaturados e *trans* por pacientes diabéticos atendidos no ambulatório de nutrição de um centro de referência do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v.13, p.1036-1043, 2020. Supl.1. Disponível em: <<http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1105/908>>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- TSUZUKI, W. Effects of antioxidants on heat-induced *trans* fatty acid formation in triolein and trilinolein. **Food Chemistry**, v.129, p.104-109, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.036>.
- VALENTE, T.N.P.; LIMA, E. da S.; LUZ SOBRINHO, C.A.; LIMA, V.G.B. de; SANTOS, S. de C. Bio-hidrogenação ruminal e o ácido linoleico conjugado (CLA) no leite de cabras leiteiras alimentadas com lipídeos na dieta. **Atas de Saúde Ambiental - ASA**, v.3, p.144-148, 2015. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/969/897>>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- VALENZUELA, C.A.; BAKER, E.J.; MILES, E.A.; CALDER, P.C. Eighteen carbon *trans* fatty acids and inflammation in the context of atherosclerosis. **Progress in Lipid Research**, v.76, art.101009, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2019.101009>.
- VIEIRA, G.G. de S.H. Ácidos graxos *trans* em alimentos: do problema nutricional às soluções tecnológicas existentes. 2022. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/232622/TCC_GABI_corrigido.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v.52, p.546-553, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>.
- WILLIS, W.M.; MARANGONI, A.G. Enzymatic interesterification. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. (Ed.). **Food Lipids, Chemistry, Nutrition and Biotechnology**. 2nd ed. rev. and exp. New York: Marcel Dekker, 2002.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHA57.17 Global strategy on diet, physical activity and health**. 2004. Disponível em: <https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_R17-en.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- ZHANG, Q.; SALEH, A.S.M.; CHEN, J.; SHEN, Q. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: a review. **Chemistry and Physics of Lipids**, v.165, p.662-681, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2012.07.002>.