

GORDURA *TRANS*: MECANISMOS BIOQUÍMICOS E PATOLOGIAS ASSOCIADAS

TRANS FAT: BIOCHEMICAL MECHANISMS AND ASSOCIATED PATHOLOGIES

Caio de Vasconcelos **Sarmiento**^{1*}, Carolina Tavares de Sousa **Vilela**¹, Ana Carolina Veloso **Alves**¹, Ana Luiza Pinto **Saraiva**¹, Marayra Inês França **Coury**²

¹ Graduando(a) em Medicina pela Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais.

² Mestre em Ensino em Saúde pela Universidade José do Rosário Vellano. Professora Coordenadora da Disciplina Integração Curricular da Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais.

* Rua Dona Cecília, nº 86 – Bairro Serra, Belo Horizonte/MG, CEP 30220-070. E-mail: caioarme@uol.com.br

Submetido em: 27/02/2020; Aceito em: 02/06/2020.

RESUMO

Na atualidade, os hábitos alimentares têm se mostrado extremamente prejudiciais ao metabolismo humano com a ingestão cada vez mais relevante de gorduras *trans*, principalmente pelos jovens. Essas gorduras estão presentes em grandes concentrações e em inúmeros produtos alimentícios como margarinas, sorvetes, biscoitos e frituras. Os prejuízos da elevada ingestão podem ser evidenciados no aumento de doenças cardiovasculares. Assim, o objetivo desse trabalho visa a conceituação da gordura *trans* e o delineamento de seus efeitos negativos ao corpo. O trabalho torna-se relevante pois pode contribuir para a construção de diretrizes assertivas para guiar a mudança nos costumes alimentares, eliminando a gordura *trans* da dieta como preconiza a Organização Mundial de Saúde (OMS). A pesquisa tem natureza descritiva, sendo feita a partir de levantamentos de informações em literatura especializada. No início do século XX, por meio da industrialização, descobriu-se um processo para converter óleos líquidos em óleos sólidos e semissólidos com o objetivo de ampliar seu prazo de validade. Dessa forma, através da hidrogenação parcial, houve a formação da gordura *trans* que consiste em um ácido graxo insaturado, com pelo menos uma ligação dupla na posição *trans*. Assim, com o aumento do consumo os efeitos deletérios dessa ingestão são variados, como doenças cardiovasculares, aumento da porcentagem de tecido adiposo no corpo, obesidade. Há estudos que mostram, também, sua associação com diabetes *mellitus*, depressão, infertilidade e crescimento tumoral.

Palavras-chave: Ácido graxo insaturado. Diabetes. Doenças Cardiovasculares. Infertilidade. Obesidade.



ABSTRACT

Nowadays, eating habits have been shown to be extremely harmful to human metabolism with the increasingly relevant intake of *trans* fats, especially by young people. These fats are present in large concentrations in numerous food products such as margarine, ice cream, cookies, and fried foods. The damage from high intake can be seen in the increase in cardiovascular disease. In this manner, the goal of this work is to conceptualize *trans* fat and to outline its negative effects on the body. The work becomes relevant because it can contribute to the construction of assertive guidelines to conduct the change in dietary habits, eliminating *trans* fat from the diet as recommended by the World Health Organization (WHO). The research is a descriptive study, made from surveys in specialized literature. At the beginning of the 20th century, through industrialization, a process to convert liquid oils into solid and semi-solid oils was discovered to extend their validity. Thus, through partial hydrogenation, *trans* fat was formed, which consists of an unsaturated fatty acid, with at least one double bond in the *trans* position. Thus, with the increase in consumption, the deleterious effects of this intake vary, such as cardiovascular diseases, increased percentage of adipose tissue in the body, obesity. Some studies also show its association with diabetes *mellitus*, depression, infertility, and tumor growth.

Keywords: Cardiovascular disease. Diabetes. Infertility. Obesity. Unsaturated fatty acid.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde, na sociedade mundial contemporânea, constatam-se hábitos alimentares extremamente prejudiciais ao metabolismo - praticados por parcela significativa das pessoas (RIBEIRO; SCHERR, 2007). Nessa perspectiva, destaca-se negativamente a presença de um grupo de lipídeos: a gordura *trans*.

Esse grupo alimentício específico já se apresentou comprovadamente deletério no que se refere a diversos aspectos do metabolismo humano, a saber: elevação sérica de *Low Density Lipoproteins* (LDL) e redução de *High Density Lipoproteins* (HDL); enfraquecimento do sistema imunológico, afetando a permeabilidade seletiva e protetora da membrana celular; inibição da produção de prostaglandinas de caráter anti-inflamatório; aumento de marcadores – citocinas – de atividade inflamatória; contribuição ativa para a formação de placas de ateromas; aumento do nível sérico de triglicérides; desenvolvimento de doenças crônicas, como *diabetes mellitus*, dentre outras consequências patológicas (ARENHART *et al.*, 2009).

Sob essa conjectura, é relevante ressaltar que esse grupo específico de lipídeos está presente em grandes concentrações e quantidades de inúmeros produtos alimentícios consumidos pela população, como margarinas, sorvetes, biscoitos e frituras. E um aspecto muito alarmante: tal ingestão é extremamente acentuada entre jovens (RIBEIRO; SCHERR, 2007).

Nesse sentido, a gordura *trans* se insere na temática concernente à necessária busca por uma alimentação saudável pela população, sobretudo, do ponto de vista cardiovascular – principalmente porque acarreta problemas metabólicos já citados anteriormente e, concomitantemente, estão presentes no cotidiano alimentar dos cidadãos.

Por outro lado, cabe salientar que esse tipo de gordura é alvo de interesse industrial, pois permite estender prazos de validade de alimentos, devido à sua estabilidade bioquímica ao longo de uma fritura, e, ao se tratar de uma gordura semissólida, considera-se que ela melhora a palatabilidade de doces, bem como manufaturados assados (RIBEIRO; SCHERR, 2007).

Desse modo, é importante que o profissional da saúde tenha consciência em relação a tal temática e tenha cuidado na análise de trabalhos sobre as gorduras *trans*, pois pode haver interesse econômico envolvido. Assim, orienta-se aos profissionais manterem olhares rigorosos cientificamente e sempre analisar a metodologia dos trabalhos publicados, para selecionar aqueles que realmente se baseiam em evidências. A partir daí, será possível construir uma conduta adequada e mais coerente para orientação aos pacientes quanto a hábitos alimentares mais saudáveis.

Assim, vê-se que a gordura *trans* apresenta efeitos metabólicos muito prejudiciais ao organismo humano. Desse modo, torna-se necessário realizar análises a respeito do tema, com a meta de contribuir para a construção de diretrizes corretas de costume alimentar, bem como publicar e divulgar as consequências deletérias desse grupo bioquímico ao metabolismo. Concomitantemente a isso, torna-se relevante revisar a literatura especializada, a fim de estabelecer conexões entre os hábitos alimentares adotados pela população e as patologias decorrentes do consumo exagerado de gordura *trans*.

Nessa conjectura, a incidência de doenças causadas pela alimentação inadequada cresceu ao longo desse último século. Tal situação fez com que a Organização Mundial da Saúde (OMS) incluísse a total eliminação do consumo de gordura *trans* como uma das metas da Estratégia Global para Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde (PROENÇA; SILVEIRA, 2012).

Ademais, a OMS criou, em 2018, o acrônimo *REPLACE* – do inglês, ‘substituir’, que sintetiza o conjunto de ações recomendadas a serem adotadas pelos países: revisão (‘Re’), promoção (‘P’), legislação (‘L’), avaliação (‘A’), criação (‘C’), e execução (‘E’). Sucintamente, portanto, de acordo com a OMS, deve-se providenciar a revisão das fontes dietéticas dos produtos alimentícios industrializados e diagnóstico para uma necessária mudança de abordagem política – ‘Re’. Em paralelo, promover a substituição de fontes de gordura *trans* por gorduras e óleos mais saudáveis – ‘P’. Concomitantemente, legislar e publicar determinações regulatórias para eliminar a produção de gordura *trans* – ‘L’. A partir daí, avaliar e monitorar os conteúdos dos suplementos alimentares oferecidos à população pelas empresas – ‘A’. Enquanto isso, também criar consciência do impacto negativo na saúde pela gordura *trans* nos políticos, cidadãos, produtores e fornecedores – ‘C’. E, por fim, executar e garantir a conformidade com as políticas e regulamentos – ‘E’ (OMS, 2018).

Portanto, trabalhos relacionados ao tema estão em consonância com as diretrizes mundiais de conscientização dos males causados à saúde pela gordura *trans*.

Sob essa perspectiva, o presente trabalho acadêmico objetiva a conceituação de gordura *trans* e o delineamento de seus efeitos negativos ao metabolismo humano.

METODOLOGIA

A pesquisa foi de natureza descritiva por meio de procedimentos bibliográficos, levantamentos de informações e consultas na literatura especializada, bem como artigos científicos publicados em periódicos indexados em bases de dados, como *SciELO*, *PubMed* e *BIREME*.

Foi feita uma pesquisa bibliográfica minuciosa e criteriosa, utilizando publicações que abordam a temática estudada neste trabalho; bem como trabalhos já realizados na área. Assim, foi possibilitada a explicação do funcionamento bioquímico da gordura *trans*, bem como suas relações com patologias, permitindo o estabelecimento de associações com base em evidências metodológicas.

Outra etapa importante para o trabalho foi a pesquisa documental de diretrizes (*guidelines*) nacionais e internacionais, analisando as orientações acerca de tal assunto. Podendo, assim, compreender de forma coesa os efeitos bioquímicos da gordura *trans*.

A fim de facilitar o alcance dos objetivos do presente trabalho, foram elaborados procedimentos para cada um dos objetivos desenvolvidos (Quadro 1).

Quadro 1 - Objetivos e Procedimentos da Metodologia.

| Objetivos | Procedimentos |
|---|--|
| Realizar a explicação dos funcionamentos bioquímicos da gordura <i>trans</i> . | Revisão de literatura (revisar a literatura acadêmica relacionada ao tema). |
| Buscar estabelecer associações, com base em evidência científica, entre o consumo de gordura <i>trans</i> e patologias clínicas recorrentes na sociedade contemporânea. | Revisão de literatura e revisão integrativa; seleção de trabalhos científicos publicados em periódicos de credibilidade no campo acadêmico e realizados com rigor metodológico, incluindo aqueles que associem ingestão de gordura <i>trans</i> e patologias clínicas. |

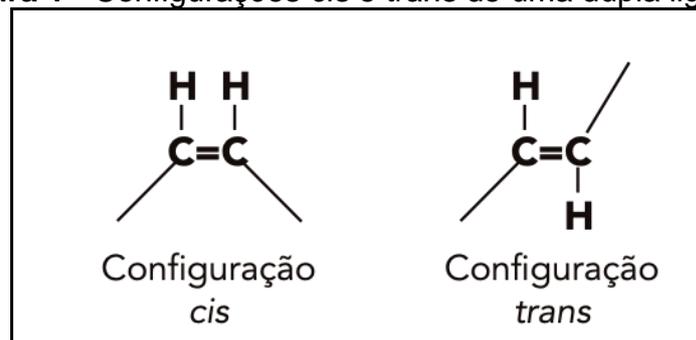
Fonte: Os autores.

DESENVOLVIMENTO

Conceito de gordura *trans*

De maneira sintética, a gordura *trans* consiste em ácido graxo insaturado, o qual apresenta, pelo menos, uma dupla ligação na posição *trans* (Figura 1). Ou seja, os átomos de hidrogênio cruzam a cadeia de carbono de sua configuração por meio da dupla ligação (LAMOUNIER, 2008 *apud* ARENHART *et al.*, 2009).

Figura 1 - Configurações *cis* e *trans* de uma dupla ligação.



Fonte: Tinoco *et al.* (2007).

Sob uma perspectiva complementar, pode-se compreender a gordura *trans* como dois tipos específicos desse lipídeo. Um tipo é advindo da gordura saturada formada por um processo de hidrogenação de caráter natural – como ocorre no rúmen de animais (LAMOUNIER, 2008 *apud* ARENHART *et al.*, 2009). Desse modo, alimentos de origem animal, tais como carne ou leite, possuem uma quantidade pequena dessa gordura.

No entanto, outro tipo de gordura *trans* – a mais preocupante, por apresentar-se em concentrações mais elevadas – é aquela originária do processo industrial de hidrogenação. Um exemplo disso é a hidrogenação provocada por aquecimento de óleos vegetais líquidos para a solidificação da margarina para confeitaria. Dessa forma, a gordura *trans* encontra-se presente muito fortemente em alimentos industrializados (MARZZOCO, 2007 *apud* ARENHART *et al.*, 2009).

Além disso, salienta-se que o aquecimento e reaquecimento de gorduras e óleos favorecem alterações químicas capazes de gerar ácidos graxos *trans*. Tal caso ocorre quando elas são submetidas a temperaturas muito altas, como na fritura, especialmente, de óleos de soja refinados, óleos de amendoim, azeite, óleo de colza (Canadian Oil Low Acid – CANOLA), manteiga, e óleo vegetal parcialmente hidrogenado (BHARDWAJ *et al.*, 2016).

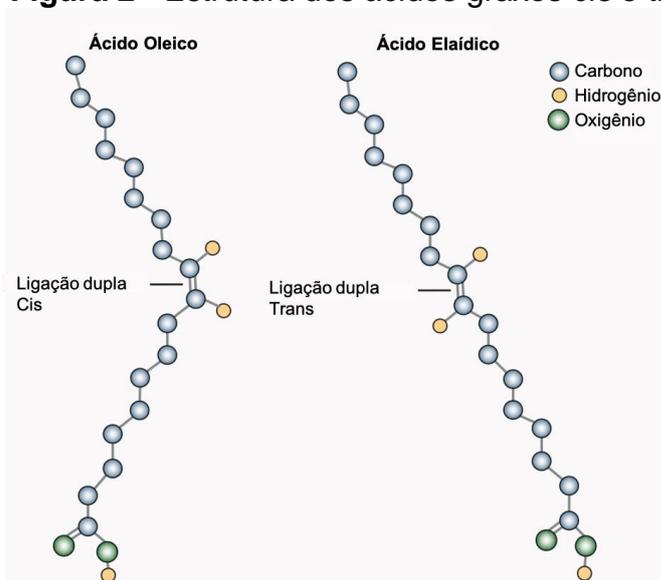
Para se compreender mais paulatinamente, é relevante lembrar que, em situações naturais e normais, os ácidos graxos insaturados contêm ligações duplas que estão quase todas em configuração *cis*. Sob esse aspecto, as enzimas envolvidas na síntese desses lipídeos possuem alta especificidade, e mudanças conformacionais nos ácidos graxos podem ocasionar efeitos críticos em processos fisiológicos, pois o número e a posição das duplas ligações influenciam no reconhecimento dessas enzimas. Influenciando, também, na função e no metabolismo de tais gorduras, incluindo incorporação de

fosfolipídeos e sua transformação em prostaglandinas inflamatórias (ASCHERIO; WILLET, 1997).

Nesse contexto, destaca-se que o mecanismo que leva às diferenças nas magnitudes de capacidade dos tecidos do corpo, especialmente o coração, de absorção da gordura *trans* ainda é desconhecida. No entanto, é conhecido que tal fenômeno ocorre em escala significativa no fígado, coração e tecido adiposo. Tais acúmulos dependem da concentração ingerida e da duração à exposição de uma dieta rica em gordura *trans* (GANGULY *et al.*, 2016).

Para fins de esclarecimento, vê-se a seguir um exemplo de um ácido graxo *trans*, em comparação ao seu formato *cis* (Figura 2). Trata-se do ácido oleico (forma *cis*) à esquerda, e o ácido elaídico (forma *trans*) à direita. Ambos consistem em ácidos graxos de dezoito carbonos. Porém, o ácido oleico possui átomos de hidrogênio no mesmo lado ao se traçar um plano congruente ao sentido da dupla ligação (MOZAFFARIAN *et al.*, 2006).

Figura 2 - Estrutura dos ácidos graxos *cis* e *trans*.



Fonte: Mozaffarian *et al.* (2006), adaptada pelos autores.

Na composição do ácido graxo oleico (*cis*), há uma torção no formato da molécula. Já no caso do ácido elaídico, os átomos de hidrogênio estão em lados opostos ao traçar um plano no sentido da dupla ligação. É relevante perceber que o formato *trans* se configura de maneira próxima à forma dos ácidos graxos saturados. A gordura *trans* formada a partir da hidrogenação parcial geralmente contém isômeros que variam a ligação dupla *trans* entre o quarto e o décimo carbonos. Além disso, algumas moléculas com mais de uma dupla ligação – mais raras, menos comuns – também podem ser encontradas (MOZAFFARIAN *et al.*, 2006).

Breve histórico do uso de gordura *trans* e a bioquímica do processo de hidrogenação parcial

Durante a história humana, os ácidos oleico, linolênico e ácidos graxos de cadeia longa do tipo *ômega* 3 (advindos de peixes e frutos do mar)

constituíam quase todos os ácidos graxos insaturados na dieta da sociedade. As únicas fontes de isômeros *trans* eram advindos de laticínios e carnes de ruminantes – tais fontes já mencionadas nesse trabalho –, pois em seus estômagos contém isomerases bacterianas capazes de converter as ligações duplas de óleos poli-insaturados das plantas para uma configuração *trans* (ASCHERIO; WILLET, 1997).

Contudo, no início do século XX, houve grandes mudanças na composição de alimentos, por meio da industrialização, quando houve a descoberta de um processo para converter óleos líquidos em óleos sólidos e semi-sólidos, pois a forma *trans* é mais termodinamicamente favorável, bem como ampliar seu prazo de validade. Nesse processo, conhecido por hidrogenação parcial, óleos são submetidos a altas temperaturas na presença de níquel ou outro metal catalisador, e expostos ao gás hidrogênio (ASCHERIO; WILLET, 1997).

Esse procedimento leva à saturação de algumas duplas ligações, ao ponto que outras são modificadas para uma configuração *trans*, estabelecendo um isomerismo geométrico. Além disso pode haver a fixação em uma nova posição na cadeia alifática, causando isomerismo de posição. Ao final deste processo, tais gorduras artificiais podem representar mais de 40% das gorduras totais de determinado produto (ASCHERIO; WILLET, 1997).

Nessa perspectiva, constata-se um avanço importante no quadro normativo brasileiro que abrange essa temática, pois a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – publicou novo dispositivo legal: trata-se da Resolução da Diretoria Colegiada 332, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019).

Art. 5º A partir de 1º de julho de 2021, a quantidade de gorduras *trans* industriais nos óleos refinados não pode exceder 2 gramas por 100 gramas de gordura total.

Art. 6º 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 e nos alimentos destinados aos serviços de alimentação. [...]

Art. 7º A partir de 1º de janeiro de 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.

Art. 8º O descumprimento das disposições contidas nesta Resolução constitui infração sanitária, nos termos da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e suas atualizações, sem prejuízo das responsabilidades civil, administrativa e penal cabíveis. (BRASIL, 2019).

Tal determinação legal não foi desenvolvida sem critério. Ou seja, além de estar em conformidade com as diretrizes da OMS, tal norma foi criada tendo em vista os diversos quadros patológicos associados ao consumo desses lipídeos – quadros estes que serão detalhados adiante.

Quadros Clínicos relacionados ao consumo excessivo de gorduras trans

Nos últimos anos, a crescente correlação entre consumo de gordura *trans* e patologias é responsável por inúmeros trabalhos científicos. No entanto, o cenário nem sempre foi assim. Durante as décadas de 1970 e 1980, a gordura *trans* era vista como uma alternativa mais saudável em relação ao consumo de gorduras saturadas de origem animal, como por exemplo, a gordura encontrada na nata, na banha e na manteiga. Essa situação se reverteu apenas na década de 1990, quando surgiram mais estudos envolvendo o tema (ASCHERIO; WILLETT, 1997).

No contexto das patologias relacionadas ao consumo de gordura *trans*, os mecanismos bioquímicos alterados são passíveis de desencadear uma série de doenças, entre elas as mais evidentes são: doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes, infertilidade feminina e masculina e crescimento de tumores. Esses distúrbios serão elucidados adiante.

O poder da gordura *trans* de produzir dislipidemia, inibir a síntese de ácidos graxos essenciais e de desregular o equilíbrio de eicosanoides

Pesquisadores têm constatado que tais lipídeos podem ser inibidores da disponibilidade da enzima dessaturase - proteína de suma importância para o metabolismo dos ácidos graxos essenciais (CHIARA *et al.*, 2002). Essa constatação foi corroborada por um estudo que demonstrou correlação inversamente proporcional e significativa entre ácido linoleico e ácido graxo *trans* (KOLETZKO; MÜLLER, 1990 *apud* CHIARA *et al.*, 2002). Tal inibição será mais detalhada a seguir.

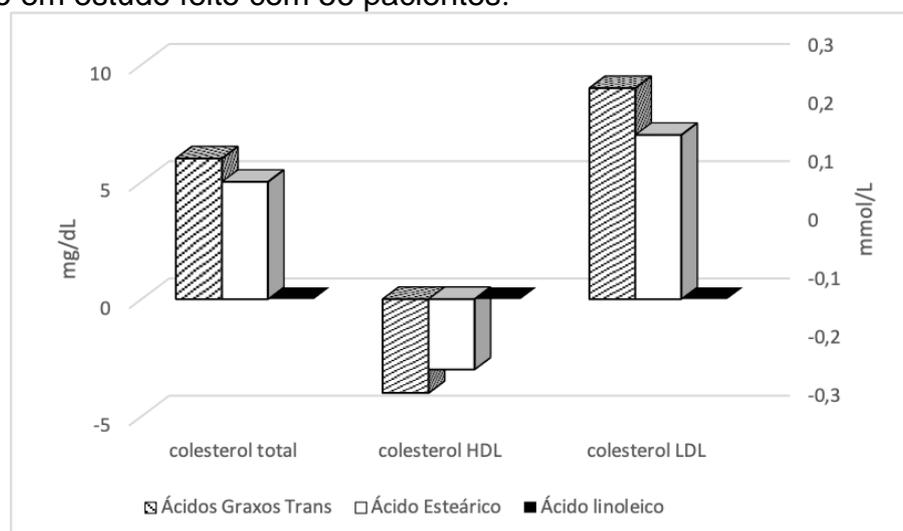
A partir das décadas de 80 e 90, estudos têm afirmado haver evidência de que a hidrogenação parcial de óleos vegetais acaba por criar ácidos graxos que afetam de maneira adversa as concentrações lipídicas no plasma sanguíneo, quando se compara com o consumo de óleos naturais (ASCHERIO; WILLET, 1997). A partir daí, mais pesquisas evidenciaram que o consumo de gordura *trans* compondo 10% da energia na dieta aumentou os níveis de LDL e diminuiu os níveis de HDL nos pacientes (ASCHERIO; WILLET, 1997).

Tal atributo deletério dos ácidos graxos *trans* de aumentar os níveis de LDL são comparados aos efeitos causados por excesso de consumo de gordura saturada, mas a capacidade de diminuir os níveis de HDL é uma característica negativa considerada peculiar (CHIARA *et al.*, 2002).

Sabe-se que o equilíbrio entre tais lipoproteínas é de suma importância para a homeostase do organismo, e o fato de elas não estarem em quantidades e proporções adequadas entre si é preocupante, podendo levar a quadros como patologias cardiovasculares e obstrução de paredes dos vasos sanguíneos – aterosclerose (PEREIRA, 2011).

Essa característica de levar à dislipidemia pelos ácidos graxos já é amplamente divulgada no campo científico, como mostrado por Katan e Zock (1995), cuja parte de seu trabalho está sintetizada a seguir.

Figura 3 - Resposta média nos níveis de colesterol total, HDL e LDL em dietas moderadamente altas com ácidos graxos *trans*, ácido esteárico e ácido linoleico em estudo feito com 56 pacientes.



Fonte: Katan e Zock (1995), adaptada pelos autores.

Na figura acima, constata-se que um experimento feito com cinquenta e seis pacientes, separados em três grupos, aos quais foram administradas dietas ricas em gordura *trans*, ácido esteárico – um ácido graxo saturado de dezoito carbonos – e ácido linoleico (ácido graxo insaturado essencial), respectivamente. Interpretando os dados representados, constata-se que os ácidos graxos *trans* levaram ao maior aumento nos níveis de LDL e de colesterol total, mesmo o ácido graxo saturado tendo também acarretado uma elevação desses níveis. Além disso, vê-se que a diminuição do HDL também foi mais acentuada em comparação ao ácido esteárico – representante das gorduras saturadas.

É sugerido que o efeito de reduzir os níveis de HDL se deve pela transferência de ésteres de colesterol de HDL para LDL, feita pelo aumento da Proteína de Transferência de Colesterol Esterificado (CETP), importante para o chamado transporte reverso do colesterol – transporte de colesterol éster do HDL para VLDL e LDL (SBC, 2013). Além disso, a gordura *trans* aumenta o catabolismo das apolipoproteínas do tipo A1, principal proteína presente no HDL, responsável pela retirada do colesterol pelos macrófagos das placas de ateroma (REVOREDO *et al.*, 2017). Já o aumento do grau de concentração do LDL está relacionado à supressão de atividade do LDL-receptor (CHIARA *et al.*, 2002).

O LDL é produto do catabolismo de Lipoproteínas de Muito Baixa Densidade – *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) que possuem apolipoproteína b (*apo-b*). O LDL-receptor, por meio da *apo-b*, capta o LDL e o remove da circulação via hepática. Além disso, variações bem pequenas nesse receptor podem influenciar consideravelmente nos níveis séricos do LDL (CHIARA *et al.*, 2002).

Portanto, quando os níveis de tal receptor estão baixos por ação exógena ou por questões genéticas, acumular-se-á LDL no plasma sanguíneo,

o que, por sua vez, em níveis acentuados, aumentará o risco de Doença Arterial Coronariana – DAC (SEMENKOVICH, 2000 *apud* CHIARA *et al.*, 2002).

Assim, é importante perceber que se estabelece uma relação competitiva entre ácidos graxos *trans* e os óleos poli-insaturados: como ambos os grupos moleculares são substratos de uma mesma enzima (dessaturase), a presença de muitas moléculas de gordura *trans* dificultará que o metabolismo dos ácidos graxos essenciais siga de forma adequada e eficiente (CHIARA *et al.*, 2002).

É relevante destacar que a dessaturase, ao se associar com a gordura *trans*, forma eicosanoides – sobretudo, a prostaglandina – sem funcionalidade biológica (MACEDO, 2011). Ao passo que, ao se associar com os óleos poli-insaturados, há a formação adequada de tais moléculas.

Os eicosanoides são [...] derivados de ácidos graxos com vários efeitos significativos nos tecidos dos vertebrados. Estão envolvidos na função reprodutiva, na inflamação, na febre e na dor associadas aos ferimentos ou a doenças, na formação de coágulos sanguíneos e na regulação da pressão sanguínea, na secreção de ácido gástrico e em vários outros processos importantes na saúde ou na doença de humanos (NELSON; COX, 2014).

No que se refere às prostaglandinas, destaca-se a importante ação de controle inflamatório, incluindo regulação de permeabilidade da membrana celular. Influenciam, também, no fluxo sanguíneo a órgãos específicos, no ciclo circadiano (sono e vigília) e no nível de sensibilidade de tecidos a hormônios como a epinefrina e o glucagon. Ademais, as prostaglandinas têm a capacidade de elevar a temperatura corporal e despertar dor, bem como uma participação importante em uma gama plural de atividades (NELSON; COX, 2014).

Como é conhecido, as prostaglandinas participam de diversas ações metabólicas, processos fisiológicos e patológicos, vasodilatação ou vasoconstrição; hiperalgesia; contração ou relaxamento da musculatura brônquica e uterina; hipotensão; ovulação; aumento do fluxo sanguíneo renal; proteção da mucosa gástrica e inibição da secreção ácida também no estômago; resposta imunológica (p. ex: inibição da agregação plaquetária); regulação de atividade quimiotáxica; progressão metastática; função endócrina, entre outras (UFRGS, 2005).

Havendo-se o comprometimento da formação dessas importantes moléculas, o funcionamento do organismo pode apresentar-se frágil e falho, podendo levar-se a patologias e desequilíbrios metabólicos, que serão discutidos adiante.

Em síntese, pode-se afirmar que enquanto os poli-insaturados elevam a quantidade de LDL-receptores – ação benéfica ao organismo, pois auxilia no controle de níveis de LDL sanguíneos dentro da faixa desejada –, a gordura *trans* atua como substrato da enzima dessaturase com produto inativo biologicamente, constituindo-se, desse modo, como bloqueadora e inibidora da síntese de ácidos graxos essenciais de cadeia longa (DUPONT, 1991 *apud* CHIARA *et al.*, 2002).

Com isso, em um contexto de alto consumo de inibidores de ácidos graxos essenciais, podem ocorrer modificações na formação de eicosanoides – principalmente, prostaglandinas, – uma vez que são moléculas derivadas desses tipos de lipídeos indispensáveis ao funcionamento do organismo (CHIARA *et al.*, 2002).

Dessa forma, sabe-se que dentre o conjunto de eicosanoides, há os tromboxanos, que promovem a agregação plaquetária. Em contrapartida, as prostaglandinas realizam o inverso. Como com o consumo alto de gordura *trans* ocorre a diminuição da produção de prostaglandinas funcionais, promove-se um desequilíbrio entre esses eicosanoides. Assim, com o excesso de tromboxanos em relação às prostaglandinas, podem ser formadas placas de ateroma. Nesse contexto, a HDL seria fundamental para combater o acúmulo dessas placas. Porém, a HDL está diminuída na situação de alta ingestão de gordura *trans* (HARPER, 1994 *apud* CHIARA *et al.*, 2002).

Gordura *trans* e inflamação sistêmica

De acordo com Mozaffarian e Willett (2007), a ingestão de ácidos graxos *trans* também promove inflamação sistêmica, independentemente dos efeitos séricos lipídicos. Em um estudo observacional em mulheres híidas, notou-se que uma ingestão maior de gordura *trans* associou-se positivamente com o aumento de Proteína C-reativa – marcador inflamatório -, bem como aumento de níveis de Interleucina-6 – citocina pró-inflamatória. Entre pacientes com doenças cardiovasculares congênitas, o aumento no consumo de tal lipídeo esteve associado a respostas inflamatórias mais frequentes e elevadas, incluindo também altos níveis de interleucina-6 e MCP-1 - Proteína Quimiotática de Monócitos, uma citocina pró-inflamatória, que sinaliza e leva à migração e infiltração de macrófagos às células que estejam supostamente com algum processo patológico – ou seja, a gordura *trans* é tratada, de certa forma, como um agente infeccioso pelo organismo. No caso de pacientes com hipercolesterolemia, também se constatou o aumento na produção de interleucina-6 a partir do aumento do consumo de ácidos graxos *trans* na dieta (MOZAFFARIAN; WILLETT, 2007).

Além disso, em um estudo aleatorizado com indivíduos com hipercolesterolemia, uma dieta de um mês com consumo significativo de margarina que contém gordura parcialmente hidrogenada – representando 6,7% da energia ingerida diariamente – aumentou a produção de Interleucina-6. Outro estudo de 5 semanas de acompanhamento de cinquenta homens saudáveis, o consumo de gordura *trans* representando 8% da energia diária também elevou níveis séricos de Interleucina-6 e Proteína C-reativa, quando comparado com uma dieta rica em carboidratos ou ácido oleico (MOZAFFARIAN; WILLETT, 2007).

É importante ressaltar que o mecanismo básico dos efeitos da gordura *trans* no processo inflamatório ainda não está completamente estabelecido. Contudo, as pesquisas amplamente publicadas, mostrando as consequências finais de um alto consumo desses lipídeos, são tidas no campo científico como suficientes para estabelecerem a contraindicação de seu consumo na dieta do dia-a-dia (MASI; SILVA, 2009).

Como o aumento desses indicadores de inflamação sistêmica está relacionado ao aumento no risco de muitos problemas patológicos, como morte súbita, diabetes e insuficiência cardíaca, mostra-se fundamental evitar tais lipídeos dessa natureza nos hábitos alimentares (MASERI *apud* MOZAFFARIAN; WILLETT, 2007).

Gordura *trans* e doenças cardiovasculares

Como pode-se constatar, a gordura *trans* mostra-se como uma molécula capaz, em quantidades séricas significativas, de promover a dislipidemia no organismo. E tal distorção no perfil lipídico é conhecidamente um forte fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares - pois afetam a concentração de lipídeos e de lipoproteínas plasmáticas, aumentando os níveis de LDL e reduzindo os níveis de HDL, desequilibrando a proporção entre essas lipoproteínas, como explicitado anteriormente (GAZZOLA, 2015).

Ademais, segundo a Organização Mundial da Saúde, 80% a 90% das pessoas que morrem de doença coronariana tem um ou mais fatores de risco associados a estilo de vida, hábitos alimentares e atividade física. (LOTTEBERG, 2009). Por isso, cada vez mais estudos se concentram em estabelecer uma relação entre excessivas concentrações de colesterol e o adequado funcionamento cardíaco. Esse desequilíbrio nas concentrações de colesterol promove uma desregulação capaz de formar placas de ateroma nas paredes dos vasos sanguíneos, durante o transporte de colesterol do fígado aos tecidos, realizado pelo LDL (RIBEIRO; SCHERR, 2007).

Masi e Silva (2009) apresentam estudos evidenciando que o aumento das concentrações séricas de ácidos graxos livres pode causar lipotoxicidade vascular, disfunção do endotélio e, finalmente, aterosclerose.

Em um raciocínio mais geral, as células acumulam ácidos graxos na forma de triglicerídeos quando a oferta está além do que é utilizado no anabolismo e no catabolismo. O tecido adiposo possui uma capacidade de estocar quantidades mais significativas dos ácidos graxos em forma de triglicerídeos, enquanto em outros tecidos a limitação é maior. Assim, ocorre a chamada lipotoxicidade quando há excesso de acúmulo dos lipídeos, podendo levar à disfunção celular (MASI; SILVA, 2009).

Entende-se que os ácidos graxos *trans* incorporam-se na membrana das células endoteliais, afetando consideravelmente vias de sinalização relacionadas à inflamação, principalmente, por possuírem forma diferenciada e não serem reconhecidas por enzimas específicas. Isso altera a resposta inflamatória das células, ativando acentuadamente esse sistema, aumentando os níveis de Interleucina-6 e MCP-1, como já foi constatado nesse trabalho. É relevante destacar que ainda não é completamente esclarecido o mecanismo do aumento dessas substâncias inflamatórias pelos ácidos graxos *trans* (MASI; SILVA, 2009).

Esses ateromas, que obstruem o fluxo normal de sangue, dificultam a irrigação sanguínea. Enquanto o fluxo sanguíneo fisiológico é laminar, essa situação promove o surgimento de um fluxo sanguíneo turbilhonar nas proximidades do ateroma, ou seja, o escoamento do sangue segue de forma caótica, não linear, provocando uma região de isquemia, onde ocorre deficiência ou ausência de suprimento sanguíneo nos tecidos distais à oclusão.

Dependendo da localização do ateroma, a rede colateral vascular pode compensar tal déficit (CARVALHO *et al.*, 2010).

Paralelamente, o colesterol alimentar, que se encontra nas gorduras de origem animal (como por exemplo nas gemas de ovo, leite e derivados e carne bovina) já evidenciaram forte associação entre seu consumo direto e o aumento de incidências de aterosclerose (SANTOS *et al.*, 2013).

Nesse contexto, sabe-se que os ácidos graxos *trans*, sintetizados durante o processo de hidrogenação parcial dos óleos vegetais, possuem configurações semelhantes à dos ácidos graxos saturados. Por esse motivo, sabe-se que a gordura *trans* também tem potencial de elevar o colesterol, assim como fazem as gorduras saturadas (RIBEIRO; SCHERR, 2007).

Além de sua ação prejudicial a respeito da colesterolemia, as gorduras *trans* também afetam a concentração plasmática de triglicerídeos. A Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), em sua I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular, destacou estudos publicados que concluíram o fato de que, em mamíferos, uma dieta normolipídica – com porcentagens consideradas razoavelmente saudáveis de consumo energético de gordura (aproximadamente 30%) - enriquecida com ácidos graxos *trans* aumentou a expressão hepática de genes envolvidos na síntese de triglicerídeos e na produção de VLDL.

Lembrando que, com o aumento de VLDL, há a possibilidade do aumento de LDL, por esse ser produto do catabolismo de VLDL. Esse fato somado à inibição do LDL-receptor pela mesma gordura *trans* pode vir a agravar a dislipidemia de um paciente que consuma ácidos graxos *trans* em excesso (SBC, 2013).

Ademais, a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), na mesma diretriz, divulgou que um estudo prospectivo conduzido em mulheres evidenciou que a redução de gordura *trans* na dieta é mais eficaz do que a redução total de gorduras na prevenção da doença arterial coronariana.

Demonstrou-se, também, associação positiva e direta entre a ingestão de óleos *trans* e infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana e morte súbita em homens (SBC, 2013). O mecanismo exato ainda não é totalmente conhecido, mas as associações positivas em diversos estudos embasam de maneira sólida a contra-indicação desse lipídeo na dieta.

Dessa forma, a inclusão de gorduras *trans* na dieta possui grande participação no aumento do colesterol, e conseqüente relação com doenças coronarianas, alterando o perfil lipídico do indivíduo e elevando o risco de infartos, provocados por placas ateroscleróticas.

Gordura *trans* e seu efeito multiforme no desenvolvimento da obesidade e da diabetes

Além das doenças cardiovasculares, o consumo de gorduras *trans* corrobora para complicações metabólicas relacionadas à lipogênese hepática excessiva e resistência à insulina, que são capazes de desencadear o surgimento da obesidade e, especialmente, a Diabetes *Mellitus* do tipo 2 (SOUZA *et al.*, 2015).

Esse processo ocorre porque o armazenamento de substâncias consumidas, que ocorre naturalmente na forma de triglicerídeos, é aumentado

na presença dos ácidos graxos *trans*. Deve-se destacar que, de acordo com Mozaffarian e Willett (2007), em geral, a porcentagem de gordura consumida na dieta não é o fator mais determinante para aumento de peso ou de percentual de gordura corpórea. Todavia, a ingestão de ácidos graxos *trans* parece predispor o organismo a acumular gordura, particularmente a abdominal.

Em um estudo com mais de dezesseis mil homens, chegou-se à conclusão de que, para cada 2% do aumento da energia diária advinda de ácidos graxos *trans*, houve aumento da circunferência abdominal em 2,7 centímetros. Além disso, um estudo com quarenta e uma mil mulheres corroborou a associação positiva entre aumento de peso e ingestão de gordura *trans*, enquanto o consumo de outros tipos de gordura não levou a essa relação (MOZAFFARIAN; WILLETT, 2007).

Nessa conjuntura, caso desenvolva-se a obesidade, é evidente que essa doença apresenta potencial para ocasionar a tolerância diminuída à glicose, a qual consiste em um fator pré-diabético. Nesse contexto, um estudo recente de longo prazo e bem controlado em um modelo de primata produziu dados que suportam um maior efeito adipogênico decorrentes dos ácidos graxos *trans* do que dos ácidos graxos monoinsaturados *cis*, com dimensões de efeitos semelhantes ao que foi relatado em estudos humanos (THOMPSON; MINIHANE; WILLIAMS, 2011).

Simultaneamente, embora a bibliografia atual não apresente explicações consistentes a fim de explicar os mecanismos pelos quais essa modificação ocorre, sabe-se que, de forma indireta, há redução da síntese de proteínas estimuladoras de acilação (ASP). Essas, que originalmente auxiliam na captação da glicose sérica, apresentarão concentração diminuta na corrente sanguínea e, conseqüentemente, a elevação dos níveis de glicose no sangue é verificada (BENDSEN *et al.*, 2011). Por esse mecanismo, a resistência à insulina pode ser acarretada.

Outro efeito indireto do consumo de gordura *trans*, que pode ser desencadeado pela obesidade, consiste no fato de que a quantidade de leptina normalmente produzida pelos adipócitos, capaz de gerar a sensação de saciedade expressada no hipotálamo, apresenta aumentos consideráveis com a elevação do armazenamento de lipídeos. Esse fato resulta em resistência a esse hormônio pelo sistema nervoso central. Tem-se, portanto, um ciclo em que há cada vez mais fome, come-se mais e o estoque corporal de lipídeos aumenta (DAMIANI, 2011).

Desse modo, o consumo de gordura *trans*, direta ou indiretamente, tem o potencial de desencadear quadros clínicos de obesidade e diabetes, os quais se estabelecem mais veementemente na sociedade à medida que os produtos industrializados se difundem e a prática regular de atividade física não é aderida pela população com a mesma velocidade.

Gordura *trans* e infertilidade feminina e masculina

Na perspectiva dos quadros clínicos decorrentes da ingestão de gorduras *trans*, vê-se que o crescente número de estudos acerca desse tema gerou uma série de associações com as mais diferentes esferas da vida humana. Nesse processo, a área que abrange a fertilidade de ambos os sexos

também foi contemplada. Uma pesquisa desenvolvida pela Sociedade Americana de Medicina Reprodutiva no ano de 2011 demonstrou, através da análise do sêmen de 33 homens, que os ácidos graxos *trans* estão presentes no esperma humano e relacionam-se inversamente com a concentração espermática (CHAVARRO *et al.* 2011).

Esse resultado trouxe mais certeza ao que já era apontado na literatura pela suplementação com gordura *trans* para ratos machos. Esses animais apresentaram acúmulo de ácidos graxos *trans* nos testículos, diminuição da fertilidade, da contagem de espermatozoides, da motilidade e da morfologia normal (CHAVARRO *et al.*, 2011).

Mais recentemente, foi analisado que uma dieta com consumo energético superior a 2% desse tipo de gordura está diretamente associada à infertilidade ovulatória em mulheres. Além disso, também é correlacionada a distúrbios no desenvolvimento do feto e perda fetal. Essa situação pode ocorrer devido a alterações provocadas pelos ácidos graxos *trans* nos ácidos araquidônico endocosaenoico - ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa essenciais para o desenvolvimento neurológico, muscular e função visual da criança. Assim, a transferência dessas substâncias necessárias para o crescimento do feto é bloqueada e o metabolismo é comprometido (ÇEKICI; AKDEVELIOĞLU, 2018).

Gordura *trans* e crescimento tumoral

O ácido elaídico (AE), forma *trans* do ácido oleico, foi estudado, juntamente com os seus possíveis efeitos colaterais, na progressão do câncer colorretal. Embora o papel desse ácido no câncer ainda não seja claro, o método apontou para a relação entre essa gordura *trans* e o aumento significativo do crescimento celular, sobrevivência antiapoptótica e invasão pelas células tumorais. A administração de AE aumentou o desenvolvimento do câncer em camundongos e as taxas proliferativas, pois essa gordura é mais facilmente incorporada pelas células tumorais. Assim, consiste em um problema de saúde pública, visto que o AE é amplamente consumido, principalmente entre as crianças e os jovens, através de produtos industrializados como batatas fritas do tipo chips (OHMORI *et al.*, 2017).

Paralelamente, um estudo de caso controle feito com 698 mulheres europeias detectou uma associação positiva entre a concentração adiposa de ácidos graxos *trans* e o câncer de mama em mulheres na pós-menopausa (KOHLMEIER *et al.*, 1997).

Outra pesquisa de caso controle foi realizada, na perspectiva de relacionar as concentrações séricas de ácidos graxos *trans* com o risco do câncer de próstata, com 14.916 homens que receberam acompanhamento durante 13 anos. Os resultados levaram a conclusão de que os níveis de gordura *trans* sanguíneos estão associados com o maior risco de desenvolvimento de tumores de próstata não agressivos (CHAVARRO *et al.*, 2008). Ainda se sabe pouco a respeito dos exatos mecanismos que levam a esse aumento de risco, mas estudos associaram positivamente o consumo de gordura *trans* e aumento de receptores de Fatores de Necrose Tumoral Alfa (TNF- α) – grupo de citocinas pró-inflamatórias responsáveis por apoptose de células tumorais - em células saudáveis (MOZAFFARIAN *et al.*, 2006).

CONCLUSÃO

Em suma, após verificar os inúmeros efeitos danosos que as gorduras *trans* são capazes de provocar, compreende-se a razão pela qual a OMS estabeleceu diretrizes com a finalidade de erradicar o consumo de gordura *trans*. Em relação a isso, embora os mecanismos pelos quais essas substâncias danosas atuam ainda não sejam total e claramente conhecidos, os indícios apontam para males significativos aos consumidores.

As associações com gordura *trans* são observadas principalmente nas alterações de perfil lipídico plasmático, reações inflamatórias, e maiores índices de doenças coronarianas. Associações indiretas também foram realizadas com diabetes e obesidade.

Concomitante a isso, é de conhecimento amplo que a gordura *trans* já invadiu o mercado alimentício, principalmente no ocidente, juntamente com outros hábitos prejudiciais à saúde, e que o viés econômico dificulta a sua retirada do mercado, bem como possivelmente prejudica maiores esclarecimentos pelo campo científico. Esses fatores também atrapalham a conscientização da população a respeito de seus males.

Todavia, tendo em vista o que já existe atualmente na literatura, é imprescindível que tal conscientização ocorra, como possível forma de reverter os quadros atuais de aumento da morbimortalidade associados a obesidade, diabetes e doenças coronarianas.

Assim, além da determinação legal já publicada pela Anvisa e explicitada na discussão deste trabalho, é interessante se promover paralelamente a conscientização à população, bem como trabalhar para que tais regras sejam cumpridas com rigor, garantindo uma melhor promoção à saúde. Ademais, faz-se necessária maior esclarecimento por meio de estudos e pesquisas científicas, principalmente no que tange a elucidar as respostas inflamatórias observadas pelo acúmulo de ácidos graxos *trans*.

REFERÊNCIAS

ARENHART, M. *et al.* A realidade das gorduras *trans*: conhecimento ou desconhecimento. **Disciplinarum Scientia**. In.: Série de Ciências da Saúde da Universidade Franciscana, v. 10, n. 1, p. 59-68, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/viewFile/950/893>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

ASCHERIO, A.; WILLETT, W. C. Health effects of trans fatty acids. **American Journal of Clinical Nutrition**. Bethesda, v. 66, n. 4. p. 1006-1010, 1997

BHARDWAJ, S. *et al.* 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.021>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BENDSEN, N. T. *et al.* Effect of industrially produced trans fat on markers of systemic inflammation: evidence from a randomized trial in women. **Journal of lipid research**. Rockville, v. 52, 2011. Disponível em: <<http://www.jlr.org/content/52/10/1821>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária: **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 332**, de 23 de dezembro de 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4379119/RDC_332_2019_.pdf/6c0d81d8-98ab-4d94-93cc-4a65f59168a0>. Acesso em: 20 jan. 2020.

CARVALHO, A. C. A. *et al.* Desenvolvimento de placas de ateroma em pacientes diabéticos e hipertensos. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas da Universidade Federal da Bahia**. Salvador, v. 9, p. 73-77, 2010. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/viewFile/4736/3509>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

ÇEKICI, H.; AKDEVELIOĞLU, Y. The association between trans fatty acids, infertility and fetal life: a review. **Human Fertility**, [S. l.], 31 jan. 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14647273.2018.1432078>> Acesso em: 05 jun. 2019.

CHAVARRO, J. E. *et al.* A Prospective Study of Trans-Fatty Acid Levels in Blood and Risk of Prostate Cancer. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 17, n. 1, p. 95-101, 2008. Disponível em: <<http://cebp.aacrjournals.org/content/17/1/95>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CHAVARRO, J. E. *et al.* Trans-fatty acid levels in sperm are associated with sperm concentration among men from an infertility clinic. **Fertility and Sterility**, v. 95, n. 5, p. 1794-1797, 2011. Disponível em: <[https://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(10\)02735-4/pdf](https://www.fertstert.org/article/S0015-0282(10)02735-4/pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CHIARA, V. L. *et al.* Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. **Revista de Nutrição Campinas**, v. 15, n. 3, p. 341-49, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v15n3/a10v15n3.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

DAMIANI, D. Sinalização cerebral do apetite. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 9, n. 2, p. 138-45, 2011.

GANGULY, R. *et al.* Ruminant and industrial trans-fatty acid uptake in the heart. **The Journal of Nutritional Biochemistry**. v. 31, p. 60-66, 2016.

GAZZOLA, J. Associação entre consumo de gordura trans e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). **Revista Eletrônica de Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, v. 12, n. 20, p. 90-102, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2015v12n20p90/31345>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.

KATAN, M. B.; ZOCK, P. L. Trans fatty acids and their effects on lipoproteins in humans. **Annual Review of Nutrition**. Palo Alto, 1995. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.nu.15.070195.002353>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

KOHLMEIER, L. *et al.* Adipose tissue trans fatty acids and breast cancer in the European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infarction, and Breast Cancer. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 6, n. 9, p. 705-10, 1997. Disponível em: <<http://cebp.aacrjournals.org/content/6/9/705.short>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

MACEDO, L. R. Relação entre o consumo de gorduras trans e o desenvolvimento do câncer. In.: **9º Simpósio de Ensino de Graduação da Universidade Metodista de Piracicaba**. Piracicaba, 2011. 5p. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/9mostra/4/58.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

MASI, L. N.; SILVA, E. P. P. A influência dos ácidos graxos *trans* na disfunção da célula endotelial e o possível efeito terapêutico do exercício sobre o tecido endotelial como forma de prevenção ou regração da aterosclerose. **Jornal Vascular Brasileiro**. Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 171-176. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jvb/v8n2/a12v8n2.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

MOZAFFARIAN, D. *et al.* Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. **The New England Journal of Medicine**. Waltham, v. 354, n. 15, p. 1601-1613, 2006

MOZAFFARIAN, D.; WILLETT, W. C. Trans fatty acids and cardiovascular risk: A Unique Cardiometabolic Imprint?. **Current Atherosclerosis Reports**. Boston, v. 9, n. 6, p. 486-493, 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. 1298 p. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OHMORI, H. *et al.* Elaidic Acid, a Trans-Fatty Acid, Enhances the Metastasis of Colorectal Cancer Cells. **Pathobiology**, v. 84, n. 3, p. 144-51, 2017. Disponível em: <<https://www.karger.com/Article/FullText/449205>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

OMS. Organização Mundial de Saúde. An action package to eliminate industrially-produced *trans*-fatty acids. **REPLACE trans fat**. Genebra, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/docs/default-source/documents/replace-transfats/replace-action-package.pdf>>.

PEREIRA, R. A relação entre Dislipidemia e Diabetes *Mellitus* tipo 2. **Revista Científica do Centro Universitário de Volta Redonda**. In: Cadernos UniFOA. Volta Redonda, v. 6, n. 17. p. 89-94, 2011.

PROENÇA, R. P.; 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, n. 5, p. 923-928, 2012.

REVOREDO, C. M. S. *et al.* Implicações nutricionais que os ácidos graxos trans exercem na saúde da população: análise reflexiva. **Revista de Enfermagem da Universidade Federal de Pernambuco**. 2017. 5p. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/viewFile/11993/14560>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

RIBEIRO, J. P.; SCHERR, C. O que o cardiologista precisa saber sobre gorduras trans. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 1, p. 4-7, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abc/v90n1/a12v90n1.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

SANTOS, R. D. *et al.* Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, supl. 3, p. 1-40, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2013000900001&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 jun. 2019.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100. 49p, 2013. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2013/Diretriz_Gorduras.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SOUZA, R. J. *et al.* Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: Systematic Review and Meta-analysis of Observational Studies. **The British Medical Journal**, [s. l.], 2015. disponível em: <<https://www.bmj.com/content/351/bmj.h3978>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

TINOCO, S. M. B. *et al.* Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos dos ácidos graxos *trans* do leite materno para o desenvolvimento fetal e neonatal. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 3, p. 525-534, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v23n3/11.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

THOMPSON, A. K.; MINIHAINE, A. M.; WILLIAMS, C. M. Trans fatty acids and weight gain. **International Journal of Obesity**. In: Nature. Londres, v. 35. p. 315-324, 2011. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/ijo2010141.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Prostaglandinas: metabolismo, funções e terapêutica. In.: **Seminário de Bioquímica do Tecido Animal**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/prostaglandina.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019.