



O que é uma Gordura Trans?

Fábio Merçon

Os principais componentes dos óleos e das gorduras são os triacilgliceróis, moléculas formadas a partir do glicerol e de ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Apesar de termodinamicamente menos estáveis, os ácidos graxos *cis* ocorrem predominantemente na natureza, devido à estereoespecificidade das enzimas que atuam na biossíntese de lipídios. Durante o processo de hidrogenação parcial de óleos vegetais, ocorre a reação de isomerização com formação dos ácidos graxos *trans* (gordura *trans*). A ingestão excessiva de ácidos graxos *trans* acarreta malefícios à saúde, principalmente devido à alteração dos níveis de colesterol no organismo. Assim, não é recomendada a ingestão de alimentos contendo ácidos graxos *trans*. A abordagem desse tema em sala de aula possibilita a promoção de um ensino crítico, contextualizado e interdisciplinar.

► ácido graxo *trans*, gordura *trans*, isomeria *cis-trans* ◀

Recebido em 04/11/09, aceito em 12/03/10

78

Nos últimos anos, o termo gordura *trans* ganhou uma posição de destaque no dia a dia em função da divulgação de possíveis malefícios à saúde decorrentes de seu consumo. Geralmente, as informações veiculadas pela mídia apenas apontam seus malefícios, sem uma explicação mais detalhada do significado desse termo. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é abordar o tema gordura *trans*, de forma a fornecer subsídios para a promoção de um ensino contextualizado e interdisciplinar.

Óleos e gorduras

Os principais macronutrientes presentes nos alimentos são glícídios, proteínas e lipídios. Além da função energética, os lipídios conferem sabor e aroma ao alimento, também sendo fontes de substâncias essenciais ao organismo. Os principais tipos de lipídios são os

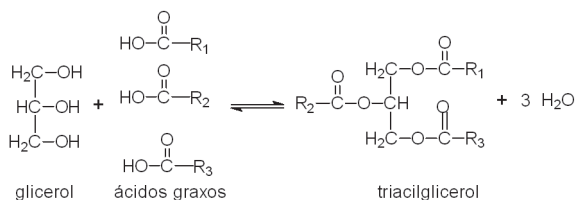


Figura 1: Reação de formação de um triacilglicerol.

óleos e as gorduras, sendo que sua diferença está no estado físico sob temperatura ambiente, pois óleos são líquidos e as gorduras são sólidas. Apesar dessa diferença, óleos e gorduras apresentam como componentes majoritários os triacilgliceróis. Na Figura 1, é apresentada, de forma genérica, a reação química de formação de um triacilglicerol: um éster formado a partir do glicerol (álcool) e três moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos de ocorrência natural) em um processo catalisado por enzimas (lipases) ou meio ácido.

As moléculas de triacilglicerol são diferenciadas em função das ca-

deias carbônicas dos ácidos graxos incorporados em sua estrutura. Os principais ácidos graxos apresentam cadeia não ramificada e número par de átomos de carbono¹, podendo ser saturados ou insaturados.

Em função da presença de uma insaturação entre átomos de carbono, tem-se a possibilidade de ocorrência dos dois isômeros geométricos: *cis* e *trans*. Em virtude da tensão provocada por dois seguimentos volumosos presentes do mesmo lado da ligação dupla, os isômeros *cis* são termodinamicamente menos estáveis (Solomons e Fryhle, 2005). Apesar disso, devido à estereoespecificidade das enzimas, na natureza, os isômeros *cis* são formados preferencialmente na biossíntese de

A seção "Conceitos científicos em destaque" tem por objetivo abordar, de maneira crítica e/ou inovadora, conceitos científicos de interesse dos professores de Química.

lipídios (Fox e cols., 2004).

Na Tabela 1, são apresentados os principais ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis. Uma simbologia muito utilizada para representar os ácidos graxos se baseia em um sistema alfanumérico, iniciado pela letra C, seguido pelo número de átomos de carbono na molécula, o número de ligações duplas entre átomos de carbono e as posições das insaturações na cadeia carbônica com indicação das que forem *trans*. Como exemplo, o ácido *cis*-octadec-9-enóico é representado por C18:1(9) e o ácido *trans*-octadec-9-enóico por C18:1(9*trans*).

Nessa tabela, também são apresentados os pontos de fusão dos ácidos graxos. Como se pode constatar, o aumento do número de átomos de carbono eleva o ponto de fusão em função do aumento na atração de van der Waals entre as moléculas. Por sua vez, para um número de átomos de carbono, a presença de uma ou mais insaturações diminui o ponto de fusão, sendo esse efeito mais pronunciado na forma *cis*, visto que sua curva rígida dificulta a aproximação das moléculas, reduzindo a atração de van der Waals (Solomons e Fryhle, 2006).

Na Tabela 2, é apresentada a composição média dos ácidos graxos presentes em óleos e gorduras

empregados na alimentação. É importante lembrar que quase todo o ácido graxo presente nos alimentos está incorporado nos grupos acila nas moléculas de triacilgliceróis.

Ácidos graxos *trans*

Apesar de não ser a forma predominante na natureza, ácidos graxos *trans*² são encontrados em algumas bactérias, dos gêneros *Vibrio* e *Pseudomonas*, e em alguns vegetais como romã, ervilha e repolho. Esses ácidos são formados a partir da reação de isomerização dos respectivos isômeros *cis*, em uma adaptação a mudanças no meio, como variações de temperatura e presença de substâncias tóxicas (Ferrerri e cols., 2007; Doyle, 1997).

Na alimentação humana, as principais fontes de ácidos graxos *trans* são: a transformação por microorganismos em alimentos originados de animais ruminantes, a etapa desodorização no processamento industrial de óleos vegetais, o processo de fritura de alimentos e o processo de hidrogenação parcial de óleos vegetais.

Alimentos obtidos de animais ruminantes (subordem dos mamíferos que inclui os bovinos), como carnes, leites e derivados, são fontes naturais de ácidos graxos *trans*. Esses ácidos são formados no processo

de bio-hidrogenação, no qual ácidos graxos *cis* ingeridos são parcialmente hidrogenados por sistemas enzimáticos da flora microbiana presente no rúmen desses animais (Semma, 2002; Chatgillaloglu e Ferreri, 2005).

Ácidos graxos *trans* também são formados a partir da isomerização de ácidos graxos *cis* presentes em óleos vegetais em dois processos induzidos termicamente: a desodorização industrial, que visa à remoção de componentes voláteis de sabor e odor indesejáveis; e a reutilização prolongada de óleos na fritura de alimentos (Wolff, 1994; Martin e cols., 2005).

Hidrogenação de óleos vegetais

A principal fonte de ácidos graxos *trans* é a hidrogenação parcial de óleos vegetais usados na produção de margarina e gordura hidrogenada. A descoberta dos efeitos prejudiciais à saúde de ácidos graxos saturados, e principalmente do colesterol presentes em alimentos de origem animal, deu impulso a sua substituição por gorduras vegetais hidrogenadas.

Industrialmente, a hidrogenação é conduzida em tanques herméticos, nos quais é feita a mistura do óleo com hidrogênio e um catalisador, geralmente níquel finamente dividido, a temperaturas superiores a 180°C, com pressões entre 0,5 a 4 atm (Ri-

Tabela 1: Principais ácidos graxos presentes na natureza.

Nome oficial	Nome usual	Símbolo	Ponto de fusão (°C)
Ácido butanóico	Ácido butírico	C4:0	-8,0
Ácido hexanóico	Ácido capríco	C6:0	-3,0
Ácido octanóico	Ácido caprílico	C8:0	16,5
Ácido decanóico	Ácido cáprico	C10:0	31,0
Ácido dodecanóico	Ácido láurico	C12:0	44,0
Ácido tetradecanóico	Ácido mirístico	C14:0	54,0
Ácido hexadecanóico	Ácido palmítico	C16:0	63,0
Ácido <i>cis</i> -hexadec-9-enóico	Ácido palmitoleico	C16:1(9)	0,0
Ácido octadecanóico	Ácido esteárico	C18:0	70,0
Ácido <i>cis</i> -octadec-9-enóico	Ácido oleico	C18:1(9)	13,0
Ácido <i>cis,cis</i> -octadec-9,12-dienóico	Ácido linoleico	C18:2(9,12)	- 5,0
Ácido <i>cis,cis,cis</i> -octadec-9,12,15-trienóico	Ácido linolênico	C18:2(9,12,15)	- 11,0
Ácido eicosanóico	Ácido araquídico	C20:0	75,0

Adaptado de: Hartman e Esteves (1982); Solomons e Fryhle (2006) e Vieira e cols. (1999).

Tabela 2: Composição média percentual de ácidos graxos obtidos na hidrólise de alguns tipos de alimentos.

Ácido graxo	Manteiga	Banha	Azeite de oliva	Óleo de milho	Óleo de algodão	Óleo de soja	Óleo de coco	Óleo de girassol	Óleo de canola	Óleo de dendê
C4:0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C6:0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C8:0	1	-	-	-	-	-	6	-	-	-
C10:0	3	-	-	-	-	-	8	-	-	-
C12:0	5	-	-	-	-	-	45	-	-	-
C14:0	15	1	1	1	1	1	18	-	-	1
C16:0	27	28	10	8	23	10	9	8	4	42
C18:0	5	12	2	3	1	2	3	5	3	4
C20:0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
C16:1(9)	5	3	-	1	2	1	1	-	-	-
C18:1(9)	30	48	70	36	24	28	7	25	58	42
C18:2(9,12)	4	8	17	51	49	50	2	61	27	11
C18:2(9,12,15)	-	-	-	-	-	8	-	-	8	-

Adaptado de: Hartman e Esteves (1982); Solomons e Fryhle (2006) e Vieira e cols. (1999).

beiro e cols., 2007).

O mecanismo da reação tem início com a adsorção da molécula de hidrogênio na superfície do catalisador metálico, havendo o rompimento da ligação entre os átomos de hidrogênio e a formação da ligação do hidrogênio com o metal decorrente do emparelhamento do elétron do hidrogênio com um elétron desemparelhado do catalisador metálico. A molécula de triacilglicerol adsorve na superfície do catalisador mediante a interação da ligação π com o catalisador metálico. Em seguida, ocorre a transferência dos átomos de hidrogênio para a molécula orgânica com o rompimento da ligação π e formação de uma ligação saturada entre átomos de carbono. Por fim, tem-se a dessorção da molécula hidrogenada e a liberação dos sítios metálicos para uma nova etapa de hidrogenação (Solomons e Fryhle, 2005).

Existem duas formas de hidrogenação industrial: total e parcial. Na hidrogenação total, tem-se a saturação de todas as ligações carbono-carbono. Já na hidrogenação parcial, tem-se a redução do teor de insaturações. As características do produto final são definidas pelas condições de operação do processo, sendo as principais variáveis envolvidas: temperatura, pressão, agitação, tipo e concentração do catalisador (Ribeiro

e cols., 2007). Diante do papel dos ácidos graxos saturados no aumento do nível de colesterol no sangue, teve início uma maior utilização dos produtos parcialmente hidrogenados (Sanibal e Mancini Filho, 2004).

Isomerização de ácidos graxos *cis*

Nas condições da hidrogenação, em paralelo à adição de hidrogênio, também ocorrem reações de isomerização das ligações duplas remanescentes. As reações de isomerização são de dois tipos: conversão *cis-trans* e mudança de posição da ligação dupla ao longo da cadeia carbônica. Como a isomerização de posição não altera o tipo de isômero geométrico, os principais estudos reportam apenas a reação de formação dos isômeros *trans*.

Um provável modelo para que ocorra a reação isomerização durante o processo de hidrogenação tem início na ligação da molécula de ácido insaturado à superfície do catalisador por meio de sua interação com a ligação π . Entretanto, essa interação não é estável e se o ácido se desligar antes da adição de hidrogênio, tem-se a regeneração da ligação dupla. Todavia, como a configuração *trans* é mais estável termodinamicamente, esse isômero é formado preferencialmente frente à configuração *cis* (Doyle, 1997; Semma, 2002).

O mecanismo de Horiuti-Polanyi possibilita a interpretação do fenômeno de isomerização *cis-trans*. Esse mecanismo considera a formação de um intermediário parcialmente hidrogenado do ácido (ligado com apenas um átomo de hidrogênio) na superfície do catalisador. Esse intermediário apresenta facilidade de rotação da cadeia carbônica, anteriormente impedida pela ligação dupla. Caso o átomo de hidrogênio ligado ao intermediário retorne à superfície do catalisador, a molécula original de ácido graxo *cis* é dessorvida. Entretanto, se esse átomo de hidrogênio permanecer ligado à molécula e outro átomo de hidrogênio inicialmente presente na molécula for removido, tem-se a inversão de conformação e formação do isômero *trans*, conforme esquematizado na Figura 2. Por fim, se outro hidrogênio adsorvido na superfície do catalisador se ligar ao intermediário parcialmente hidrogenado, tem-se a formação da ligação saturada e a dessorção da molécula hidrogenada (Tonetto e cols., 2009).

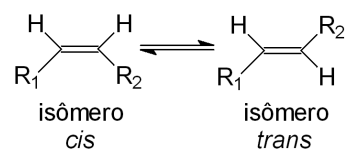


Figura 2: Reação de isomerização *cis-trans*.

As reações de isomerização são conhecidas desde a década de 1950 (Feuge e cols., 1953; Glushenkova e Markman, 1968; Raju e cols., 1968), porém, antes de se conhecer os efeitos prejudiciais dos ácidos *trans*, sua formação era uma vantagem, pois como os ácidos *trans* apresentam ponto de fusão superior aos isômeros *cis*, há um aumento do teor de sólidos nas gorduras hidrogenadas (Ribeiro e cols., 2007).

Efeitos dos ácidos graxos trans no organismo

Os ácidos graxos *trans* sempre fizeram parte da alimentação humana mediante o consumo de carnes, leite e seus derivados. No entanto, com a produção de substitutos para a manteiga e as gorduras animais por meio da hidrogenação parcial de óleos vegetais, houve uma significativa elevação da presença dos ácidos graxos *trans* na dieta (Martin e cols., 2004).

Um composto influenciado pelos ácidos graxos *trans* é o colesterol, um esteróide de ocorrência natural nos animais e que participa da biossíntese de substâncias com funções importantes no organismo. A quantidade de colesterol no organismo é função do que é produzido pelo próprio organismo e da parcela obtida pela alimentação. No organismo, o colesterol se encontra associado com lipídios e proteínas nas lipoproteínas, sendo as principais a lipoproteína de alta densidade (HDL-colesterol) e lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol). A lipoproteína de alta densidade, também conhecida por "colesterol bom", tem a função de transportar os lipídios dos tecidos para o fígado, onde são degradados e excretados. Por sua vez, a lipoproteína de baixa densidade, conhecida por "colesterol ruim", transporta os lipídios biossintetizados do fígado para o resto do organismo (Solomons e Fryhle, 2006).

Nas últimas décadas, os efeitos do consumo de ácidos graxos *trans* sobre a saúde começaram a ser investigados. Em um dos trabalhos pioneiros, Mensink e Katan (1990) desenvolveram um estudo com três grupos de pessoas submetidos à mesma dieta, variando apenas o tipo

de ácido graxo. Ao se comparar as taxas de HDL-colesterol, constatou-se que as pessoas submetidas às dietas com ácido *cis* e com ácido saturado apresentaram a mesma concentração dessa lipoproteína, que era superior à concentração nos indivíduos cuja dieta continha ácidos *trans*. Já para a LDL-colesterol, as concentrações foram maiores nas pessoas submetidas à dieta com ácidos *trans* e com ácidos saturados do que os que se alimentaram com ácidos *cis*. Esses resultados levaram à conclusão de que o consumo de ácidos graxos saturados aumenta o nível de LDL-colesterol, enquanto que os ácidos graxos *trans* não só aumentam o nível desse composto como também diminuem o nível de HDL-colesterol.

A elevação dos níveis de LDL-colesterol contribui para o aumento do risco de doenças cardiovasculares. Logo, tanto os ácidos *trans* quanto os ácidos saturados potencializam esse efeito (Aued-Pimentel e cols., 2003). Entretanto, a ingestão de altos níveis de ácidos graxos *trans* pode promover um aumento mais significativo na razão LDL-colesterol/HDL-colesterol do que a ingestão de ácidos graxos saturados e, conseqüentemente, um efeito adverso à saúde mais acentuado (Willett e Ascherio, 1995; Mozaffarian e cols., 2006).

Costa e cols. (2006) relatam que o consumo de ácidos graxos *trans* é maior nos Estados Unidos, no Canadá e em países do norte da Europa do que no Japão e em países do Mediterrâneo. De forma semelhante, a incidência de doenças cardiovasculares são maiores naqueles países que apresentam um maior consumo desse tipo de lipídio.

Na busca por uma explicação para esses efeitos, Scherr e Ribeiro (2007) e Chiara e cols. (2002) relataram que a ingestão de ácidos graxos *trans* aumenta a atividade da enzima responsável pela transferência de ésteres de colesterol da HDL-colesterol para a LDL-colesterol, justificando assim a mudança de perfil lipídico. Chiara e cols. (2002) também destacaram a supressão da atividade do LDL-receptor, que capta o LDL-colesterol, removendo-o da circulação. Variações mínimas de LDL-receptor

no fígado afetam os níveis plasmáticos de LDL-colesterol. Assim, quando os níveis do LDL-receptor estão baixos, por ação de nutrientes ou efeito genético, ocorrerá maior acúmulo de LDL-colesterol no plasma.

Além da alteração dos níveis de colesterol, outros efeitos ao organismo vêm sendo associados à ingestão de ácidos graxos *trans*. Um desses efeitos consiste na inibição da ação de enzimas de dessaturação, que catalisam a reação de desidrogenação de ácidos graxos na biossíntese de ácidos graxos fundamentais aos processos metabólicos (Costa e cols., 2006). Essa inibição pode ter efeitos na saúde materno-infantil, afetando o processo de crescimento e desenvolvimento da criança, pois os ácidos graxos podem ser transferidos tanto pela placenta quanto pelo leite materno (Chiara e cols., 2002).

Ácidos graxos trans em alimentos e sua rotulagem nutricional

Em média, os percentuais de ingestão de ácidos graxos *trans* por meio da alimentação são: 80 a 90% de alimentos obtidos por hidrogenação parcial; 2 a 8% de alimentos provenientes de animais ruminantes; e 1 a 1,5% de óleos refinados, sendo que sua reutilização, principalmente no preparo de alimentos fritos, pode tornar significativa a sua contribuição na ingestão diária de ácidos graxos *trans* (Martin e cols., 2004).

Atualmente, os principais alimentos que contêm um significativo teor de ácidos graxos *trans* são: sorvetes, chocolates *diet*, barras achocolatadas, salgadinhos de pacote, bolos/tortas industrializados, biscoitos, bolachas com creme, frituras comerciais, molhos prontos para salada, massas folhadas, produtos de pastelaria, maionese, cobertura de açúcar cristalizado, pipoca de microondas, sopas enlatadas, margarinas, cremes vegetais, gorduras vegetais hidrogenadas, pães e produtos de padarias e batatas fritas (Costa e cols., 2006; Scherr e Ribeiro, 2007). Cabe destacar que a quantidade de ácidos graxos *trans* varia de forma significativa em diferentes tipos de

alimentos industrializados e até mesmo dentro de uma mesma categoria de produto. Essa variabilidade está associada às condições de hidrogenação e ao tipo de matéria-prima utilizada (Ribeiro e cols., 2007).

A partir dos resultados de estudos relacionando à ingestão de ácidos graxos *trans* com alterações metabólicas no organismo, teve início um movimento mundial visando à redução de seu consumo (Gagliardi e cols., 2009). Diversas nações alteraram sua legislação para incluir informações sobre a presença desses compostos nos rótulos de alimentos comercializados. No Brasil, a partir de 2003, é obrigatória a informação da quantidade de gordura *trans* (em mg) por porção do alimento comercializado (ANVISA, 2003).

Outro aspecto positivo foi a remoção dos ácidos graxos *trans* de diversos produtos, de forma que a indicação de 0% de gordura *trans* adquiriu um *status* de qualidade nutricional. Todavia, para manter as características de alguns alimentos, a eliminação dos ácidos graxos *trans* veio acompanhada do aumento do teor de ácidos graxos saturados, um indicativo da substituição dos ácidos graxos na formulação dos produtos (Gagliardi e cols., 2009).

Costa e cols. (2006) relataram que avanços na tecnologia de alimentos podem reduzir o conteúdo de ácidos graxos *trans* em alimentos, uma vez que modificações nas condições do processo de hidrogenação podem contribuir para a redução da formação desse ácido graxo. Tendo em vista que a hidrogenação é um processo catalítico, Vigier e cols. (2009) destacam que diversos estudos visam à obtenção de catalisadores mais seletivos.

Na busca por alimentos isentos de ácidos graxos *trans*, outra possibilidade consiste na substituição da hidrogenação pela reação de transesterificação. Em função do reagente utilizado, a transesterificação por ser classificada em acidólise, alcóólise e interesterificação, que utilizam um ácido graxo, um álcool ou um éster, respectivamente. Na Figura 3, é apresentada uma reação de transesterifi-

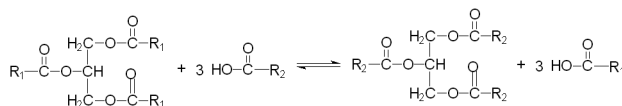


Figura 3: Reação de transesterificação.

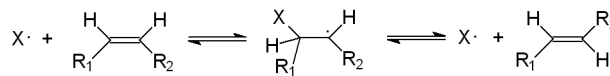


Figura 4: Mecanismo de isomerização *cis-trans* catalisado por um radical livre (Chatgililoglu e cols., 2006).

cação do tipo acidólise. No processo de transesterificação, a conformação das insaturações dos ácidos graxos permanece inalterada, ocorrendo apenas sua substituição nas moléculas dos triacilgliceróis, resultando na modificação da composição dos triacilgliceróis dos alimentos. Nesse sentido, o processo de transesterificação possibilita a redução do teor de ácidos graxos *trans* sem alterações significativas na razão ácido graxo insaturado por ácido graxo saturado (Ribeiro e cols., 2007).

Nos processos abordados até o momento, a incorporação de ácidos graxos *trans* ocorre pela ingestão de alimentos contendo essa classe de compostos. Estudos recentes indicaram a formação endógena de ácidos graxos *trans* em ratos adultos alimentados com uma dieta isenta de ácidos graxos *trans*, mas submetidos a condições de stress celular (Ferreri e cols., 2007). Para esse processo, foi proposto um mecanismo radical livre, apresentado na Figura 4, sendo que diferentes radicais, inclusive alguns de relevância biológica como os radicais tióis ($\text{RS}^\cdot$) e o dióxido de nitrogênio ($\text{NO}_2^\cdot$), catalisam a reação de isomerização (Chatgililoglu e Ferreri, 2005; Chatgililoglu e cols., 2006).

Considerações finais

Como se pode constatar, a diversidade de aspectos que envolvem os ácidos graxos *trans* e a alimentação traz à tona uma série de questões que permeiam por várias áreas do conhecimento. No tocante ao ensino de Química, esse questionamento pode ser o elemento contextualizador de diferentes atividades didáticas a serem desenvolvidas em sala de aula. Muito mais do que um simples exemplo da importância da isomeria

cis-trans, esse tema possibilita a abordagem de uma forma contextualizada e interdisciplinar de alguns tópicos do conteúdo programático de Química comumente presentes na educação básica, tais como: funções e reações da química orgânica, isomeria e cinética química.

Além do aspecto programático, o tema também possibilita o desenvolvimento de atividades comprometidas com a formação da cidadania crítica dos alunos, que estimulam a participação, a reflexão e a tomada de decisões como a interpretação de rótulos nutricionais de alimentos e a realização de debates sobre alimentação balanceada e o consumo de alimentos contendo ácidos graxos *trans*.

Notas

1. No metabolismo celular, os ácidos graxos são formados a partir de grupos acetilas, unidades com dois átomos de carbono, daí a ocorrência de ácidos graxos com número par de átomos de carbono (Stryer, 1996; Solomons e Fryhle, 2006).

2. O termo gordura *trans* decorre da ocorrência de insaturações *trans* na estrutura de um determinado percentual de triacilgliceróis presentes na constituição da gordura. Na literatura científica, os termos gordura *trans* e ácido graxo *trans* se confundem, sendo tratados como sinônimos por muitos autores. No presente artigo, optou-se por usar o termo ácido graxo *trans*.

Fábio Merçon (mercon@uerj.br), formado em Engenharia Química e Licenciatura em Química pela UERJ, doutor em Ciências em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ, é docente do Departamento de Tecnologia de Processos Bioquímicos do Instituto de Química da UERJ e do Departamento de Ciências da Natureza do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP/UERJ).

Referências

- ANVISA. *Resolução de Diretoria Colegiada nº 360*: Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília, 23 de dezembro de 2003. Disponível em <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059&word=>>>. Acesso em jul. 2008.
- AUED-PIMENTEL, S.; CARUSO, M.S.F.; CRUZ, J. M.M.; KUMAGAI, E.E. e CORRÊA, D.U.O. Ácidos graxos saturados versus ácidos graxos trans em biscoitos. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 62, n. 2, p. 131-137, 2003.
- CHATGILIALOGLU, C. e FERRERI, C. Trans lipids: the free radical path. *Accounts of Chemical Research*, v. 38, n. 6, p. 441-448, 2005.
- CHATGILIALOGLU, C.; FERRERI, C.; LYKAKIS, I.N. e WARDMAN, P. Trans-fatty acids and radical stress: What are the real culprits? *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, v. 14, p. 6144-6148, 2006.
- CHIARA, V.L.; SILVA, R.; JORGE, R. e BRASIL, A.P. Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. *Revista de Nutrição*, v. 15, n. 3, p. 341-349, 2002.
- COSTA, A.G.V.; BRESSAN, J. e SABARENSE, C.M. Ácidos graxos trans: alimentos e efeitos na saúde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 56, n. 1, p. 12-21, 2006.
- DOYLE, E. Trans fatty acids. *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 9, p. 1030-1032, 2007.
- FERRERI, C.; PANAGIOTAKI, M. e CHATGILIALOGLU, C. Trans fatty acids in membranes: the free radical path. *Molecular Biotechnology*, v. 37, p. 19-25, 2007.
- FEUGE, R.O.; COUSINS, E.R.; FORE, S.P.; DUPRE, E.F. e O'CONNOR, R.T. Modification of vegetable oils. XV. Formation of isomers during hydrogenation of methyl linoleate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 30, n. 11, p. 454-459, 1953.
- FOX, B.G.; LYLE, K.S. e ROGGE, C.E. Reactions of the diiron enzyme stearoyl-acyl carrier protein desaturase. *Accounts of Chemical Research*, v. 37, n. 7, p. 421-429, 2004.
- GAGLIARDI, A.C.M.; MANCINI FILHO, J. e SANTOS, R.D. Perfil nutricional de alimentos com alegação de zero gordura trans. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 55, n. 1, p. 50-53, 2009.
- GLUSHENKOVA, A.I. e MARKMAN, A.L. Isomerization during hydrogenation. *Chemistry of Natural Compounds*, v. 4, n. 6, p.318-319, 1968.
- HARTMAN, L. e ESTEVES, W. *Tecnologia de óleos e gorduras vegetais*. Série Tecnologia Agroindustrial. N. 13. São Paulo: Secretaria da Indústria e Comércio, 1982.
- MARTIN, C.A.; CARAPPELLI, R.; VISA-TAINER, J.V.; MATSUSHITA, M. e SOUZA, N.E.; *Trans fatty acid content of Brazilian biscuits*. *Food Chemistry*, v. 93, n. 3, p. 445-448, 2005.
- MARTIN, C.A.; MATSHUSHITA, M. e SOUZA, N.E. Ácidos graxos trans: implicações nutricionais e fontes na dieta. *Revista de Nutrição*, n. 17, v. 3, p. 361-368, 2004.
- MENSINK, R.P. e 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, n. 7, p. 439-445, 1990.
- MOZAFFARIAN, D.; KATAN, M.B.; ASCHERIO, A.; STAMPFER, M.J. e WILLETT, W.C. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine*, v. 354, n. 15, p. 1601-1613, 2006.
- RAJU, D.S.; SUBBARAM, M.R. e ACHARYA, K.T. Isomerization during hydrogenation of soap. I. potassium oleate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 45, n. 3, p. 165-168, 1968.
- RIBEIRO, A.P.B.; MOURA, J.M.L.N.; GRIMALDI, R. e GONÇALVES, L.A.G. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007.
- SANIBAL, E.A.A. e MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.
- SCHERR, C. e RIBEIRO, J.P. O que o cardiologista precisa saber sobre gorduras trans? *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 90, n. 1, p. e4-e7, 2007.
- SEMMA, M. Trans fatty acids: properties, benefits and risks. *Journal of Health Science*, v. 48, n.1, p. 7-13, 2002.
- SOLOMONS, T.W.G. e FRYHLE, C.B. *Química Orgânica*. V. 1. Trad. R.M. Matos e D.S. Raslan. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- _____. *Química Orgânica*. V. 2. Trad. R.M. Matos e D.S. Raslan. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- STRYER, L. *Bioquímica*. Trad. A.J.M.S. Moreira; J.P. Campos; L.F. Macedo; P.A. Motta e P.R.P. Elias. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- TONETTO, G.M.; SÁNCHEZ, J.F.; FERREIRA, M.L. e DAMIANI, D.D. Partial hydrogenation of sunflower oil: use of edible modifiers of the cis/trans-selectivity. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 159, p. 353-357, 2000.
- VIEIRA, E.C.; GAZZINELLI, G. e MARESGUIA, M. *Bioquímica celular e biologia molecular*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- VIGIER, K.O.; BARRAULT, J. e POUILLOUX, Y. Cis-trans isomerization of methyl cis-9-octadecenoate in the presence of cobalt tin catalysts. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 306, p. 102-106, 2009.
- WILLETT, W.C. e ASCHERIO, A. Health effects of trans fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 66, n. 4, p. 1006S-1010S, 1995.
- WOLFF, R. L.; Cis-trans isomerization of octadecatrienoic acids during heating. Study of pinolenic (cis-5, cis-9, cis-12 18:3) acid geometrical isomers in heated pine seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 71, n. 10, p. 1129-1134, 1994.

Para saber mais:

- FIORUCCI, A.R.; SOARES, M.H.F.B. e CAVALHEIRO, E.T.G. Ácidos orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano. *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 6-10, 2002.
- NEVES, A.P.; GUIMARÃES, P.I.C. e MERÇON, F. Interpretação de rótulos de alimentos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 34-39, 2009.
- OLIVEIRA, D.; OLIVEIRA, J.V.; FACCIO, C.; MENONCIN, S. e AMROGINSKI, C. Influência das variáveis de processo de alcoólise enzimática de óleo de mamona. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 2, p. 178-182, 2004.
- QMCWEB. Colesterol. *Revista Eletrônica do Departamento de Química – UFSC*. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colesterol.html>>. Acesso em out. 2009.

Abstract: What is a trans fat? The main components of oils and fats are triglycerides, molecules formed from glycerol and fatty acids that could be saturated or unsaturated. Although cis fatty acids are thermodynamically less stable, they occur predominantly in nature, due to the stereospecificity of enzymes that act in the biosynthesis of lipids. During partial hydrogenation of vegetable oils, occurs the isomerization reaction with formation of trans fatty acids (trans fat). Excessive intake of trans fatty acids leads to harmful health effects, mainly due to changing levels of cholesterol in the body. Thus, it is recommended foods containing trans fatty acids. The approach of this theme in the classroom enables the promotion of a critical, contextual and interdisciplinary teaching.

Keywords: trans fatty acid, trans fat, cis-trans isomerism.