

ÓLEOS E GORDURAS: APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES

RESUMO

Este trabalho teve por finalidade fazer uma revisão dos principais conceitos e aplicações dos óleos e gorduras no uso no cotidiano, bem como as implicações envolvidas nos processos de fritura e reutilização.

Palavras-chave: óleos, gorduras, estresse térmico

SUMMARY

This work had for purpose to make a revision of the main concepts and applications of oils and fats in the use in the daily one, as well as the involved implications in the processes of frying and reutilizes.

Keywords: oils, fats, thermal stress

INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos de plantas da atualidade e cerca de dois terços são usados em produtos alimentícios fazendo parte da dieta humana. Os lipídeos, juntamente com as proteínas e os carboidratos, são fontes de energia, apresentando grande importância para a indústria, na produção de ácidos graxos, glicerina, lubrificantes, carburantes, biodiesel, além de inúmeras outras aplicações (6, 12, 10).

Os óleos vegetais são constituídos principalmente de triacilgliceróis (> 95 %) e pequenas quantidades de mono e diacilgliceróis (25).

A obtenção do óleo vegetal bruto é feita por meio de métodos físicos e químicos sobre as sementes de oleaginosas usando-se um solvente como extrator e prensagem (18, 30, 31). Nesta fase, o óleo vegetal contém impurezas como ácidos graxos livres, prejudiciais à qualidade e estabilidade do produto, sendo necessário remover estas impurezas, pelos processos de refino que envolve a remoção do solvente, a degomagem, o branqueamento, a desacidificação e a desodorização (4).

O uso cotidiano dos óleos vegetais, consagrados entre a população, levou a necessidade de se avaliar melhor o seu grau de resistência, principalmente a sua estabilidade ao armazenamento e estresse térmico.

Na população em geral, é um procedimento comum o consumo de óleos e gorduras, mesmo após terem sido submetidos a altas temperaturas em processos de fritura.

Seme Youssef Reda¹ e
Paulo I. Borba Carneiro²

¹Pós-graduação em
Processos Biotecnológicos
- Universidade Federal do
Paraná (UFPR) - doutorando

* Autor para correspondência:
Av. Monteiro Lobato, 3003
apto. 12R1
CEP: 84016-210
Ponta Grossa. PR
Fone: (42) 8808-3215
E-mail: sreda@bol.com.br

²Professor do Curso de
Mestrado em Ciência e
Tecnologia de Alimentos
- UEPG - Doutor

Na fritura, observa-se um processo simultâneo de transferência de calor e massa. O calor é transferido do óleo para o alimento; a água que evapora do alimento é absorvida pelo óleo. Assim, os fatores que afetam a transferência de calor e massa, afetam as propriedades térmicas e físico-químicas do óleo e do alimento (29). O processo de fritura é realizado em recipientes abertos, à temperatura elevada (180 – 200°C), em contato direto com o ar. Estas condições provocam modificações físico-químicas nos óleos (termo-oxidação, rancificação), algumas das quais são visíveis como o escurecimento, aumento da viscosidade, formação de espuma e fumaça. Essas transformações afetam as características sensoriais do óleo em uso e influenciam na aceitabilidade do produto frito, além de produzirem efeitos tóxicos como irritação gastrointestinal, inibição de enzimas, destruição de vitaminas e carcinogênese, quando da ingestão contínua e prolongada de produtos rancificados (8, 14, 36).

O uso de óleos vegetais *in natura* na culinária vem aumentando entre a população, que busca nos tempos atuais, hábitos alimentares mais saudáveis como o consumo de óleos comestíveis ricos em triacilgliceróis insaturados.

Os óleos e gorduras constituem os principais componentes dos alimentos insolúveis em água, possuindo poucos sítios reativos na molécula, de modo que a ocorrência de reações (rancificação) durante o processamento e armazenamento do

alimento é menos variada que as de compostos solúveis em água como carboidratos e proteínas (2).

O que são óleos e gorduras?

Os óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), de origem animal ou vegetal, formados predominantemente por ésteres de triacilgliceróis, produtos resultantes da esterificação entre o glicerol e ácidos graxos (30). Os triacilgliceróis (Figura 1) são compostos insolúveis em água e a temperatura ambiente, possuem uma consistência de líquido para sólido. Quando estão sob forma sólida são chamados de gorduras e quando estão sob forma líquida são chamados de óleos (10,16). Além de triacilgliceróis, os óleos contêm vários componentes em menor proporção, como mono e diglicerídeos (importantes como emulsionantes); ácidos graxos livres; tocoferol (importante antioxidante); proteínas, esteróis e vitaminas (10,20).

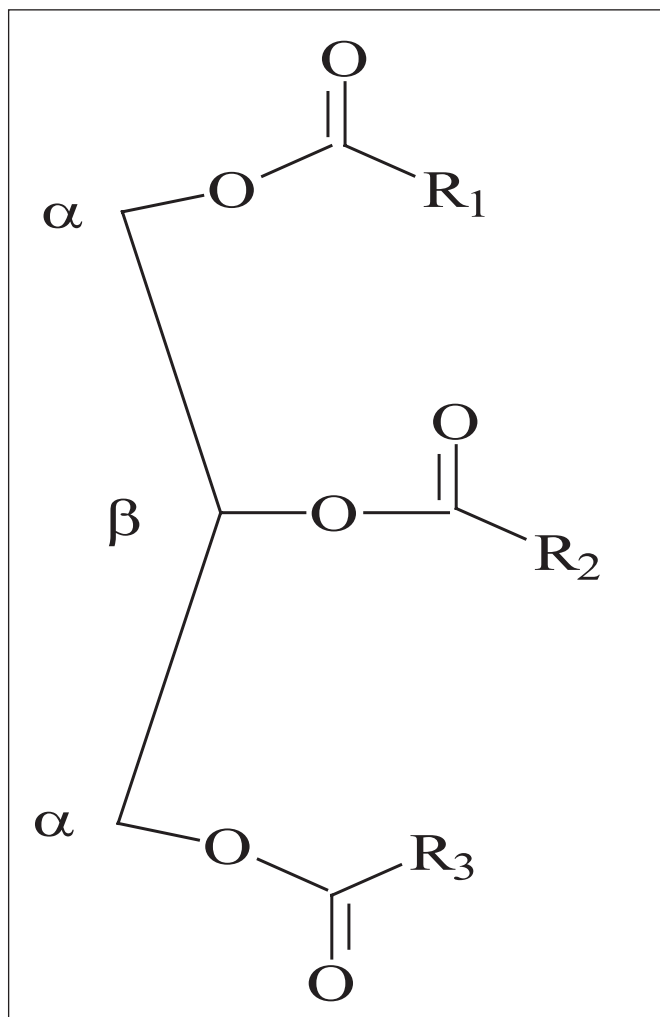


Figura 1. Estrutura geral de um triacilglicerol [R_1 , R_2 , R_3 = grupo alquil saturado ou insaturado; podendo ser igual ou diferente]

Segundo Fennema (2000), os óleos oriundos de frutos, como o azeite de oliva, são denominados azeites.

Os óleos vegetais possuem de uma a quatro insaturações (ligações duplas) na cadeia carbônica, sendo líquidos à temperatura ambiente; as gorduras são sólidas à temperatura ambiente, devido a sua constituição em ácidos graxos saturados (31).

Assim, gorduras animais como a banha, o sebo comestível e a manteiga, são constituídas por misturas de triacilgliceróis, que contém um número de saturações maior do que o de insaturações, conferindo-lhes maior ponto de fusão (sólidos à temperatura ambiente) (11). De maneira análoga, os óleos por possuírem um número maior de insaturações, expressam menor ponto de fusão (líquidos à temperatura ambiente) (10,16).

A maioria dos ácidos graxos de óleos comestíveis possui uma cadeia carbônica de 16 a 18 carbonos, embora o óleo de côco contenha um alto grau de ácido láurico com 12 átomos de carbono na sua constituição (40).

Composição dos óleos e gorduras

Os óleos e gorduras apresentam como componentes substâncias que podem ser reunidas em duas grandes categorias: a) glicerídeos e b) não-glicerídeos.

a) glicerídeos: são definidos como produtos da esterificação de uma molécula de glicerol com até três moléculas de ácidos graxos. Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos de cadeia longa, livres ou esterificados, constituindo os óleos e gorduras (31). Quando saturados possuem apenas ligações simples entre os carbonos e possuem pouca reatividade química. Já os ácidos graxos insaturados, contêm uma ou mais ligações duplas no seu esqueleto carbônico; são mais reativos e mais suscetíveis a termo-oxidação (16). Na Tabela 1, são apresentados os ácidos graxos presentes nos óleos de girassol e canola; na Tabela 2, o teor de gordura saturada e insaturada e o teor em ácidos graxos em alguns óleos vegetais e na Tabela 3, a nomenclatura e propriedades físicas de alguns ácidos graxos.

b) não glicerídeos: em todos os óleos e gorduras, encontramos pequenas quantidades de componentes não-glicerídeos (30). Os óleos vegetais brutos possuem menos de 5% e os óleos refinados menos de 2%. No refino, alguns desses componentes são removidos completamente, outros parcialmente. Aqueles que ainda permanecem no óleo refinado, ainda que em traços, podem afetar as características dos óleos devido a alguma propriedade peculiar, como apresentar ação pró ou antioxidante, ser fortemente odorífero, ter sabor acentuado ou ser altamente colorido (31). Alguns exemplos de grupos não-glicerídeos são os fosfatídeos (lecitinas, cefalinas, fosfatidil inositol); esteróis (estigmasterol); ceras (palmitato de cetila); hidrocarbonetos insolúveis (esqualeno); carotenóides; clorofila; tocoferóis (vitamina E); lactonas e metilcetonas (10).

Comportamento dos óleos vegetais sob estresse térmico

Sabe-se que alimentos contendo óleos e gorduras deterioram durante o armazenamento em atmosfera de oxigênio, devido à auto-oxidação. Mas quando eles são aquecidos a altas temperaturas, o processo da oxidação é acelerado, ocorrendo reações de oxipolimerização e decomposição termo-oxidativa (8,22). Isto também pode ser observado durante as fases de refino dos óleos vegetais (17). Segundo Hellín e Pilar Rueda (1984), as modificações e alterações dos óleos e gorduras podem ser classificadas como:

- a) auto-oxidação: oxidação que ocorre a temperaturas abaixo de 100°C;
- b) polimerização térmica: oxidação que ocorre a temperaturas que variam entre 200 e 300°C, na ausência de oxigênio;
- c) oxidação térmica: oxidação que ocorre na presença de oxigênio a altas temperaturas (oxipolimerização);
- d) modificações físicas: modificações que ocorrem nas propriedades físicas;
- e) modificações nutricionais: modificações nos aspectos fisiológicos e nutricionais dos óleos;

- f) modificações químicas, que podem ser de três tipos (2):
 - hidrólise dos triacilgliceróis: resulta na liberação de ácidos graxos, glicerina, mono e diglicerídeos;
 - oxidação: ocorre nos ácidos graxos com ligações duplas;
 - polimerização: extensa condensação de monômeros de ácidos graxos polinsaturados a altas temperaturas por períodos prolongados.

Há alguns anos, aumentou o interesse sobre os efeitos fisiológicos que os óleos e gorduras aquecidos a elevadas temperaturas, principalmente na presença de ar, exercem sobre o organismo humano (32). No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente, que age como meio de transferência de calor (19). Deve-se ainda considerar que parte do óleo utilizado para a transferência de calor é absorvido pelo alimento e torna-se parte da dieta, exigindo-se óleos de boa qualidade no preparo dos alimentos e que permaneçam estáveis por longos períodos de tempo (38). Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam (10). Quando o alimento é submerso no óleo quente em presença de ar, o óleo é exposto a três agentes que causam mudanças em

Tabela 1. Composição em ácidos graxos dos óleos de girassol (*Helianthus annuus*) e de canola (*Brassica campestris*)

Ácidos Graxos (%)	Óleo de girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Óleo de canola (<i>Brassica campestris</i>)
12:0	0,0 – 0,1	0,1
14:0	0,0 – 0,2	0,2
16:0	5,0 – 8,0	1,5 – 6,0
16:1	0,0 – 0,3	0,0 – 3,0
18:0	2,5 – 7,0	0,5 – 3,1
18:1	13 – 40	8,0 – 60
18:2	48 – 74	11 – 23
18:3	0,0 – 0,3	5,0 – 13
20:0	0,2 – 0,5	0,0 – 3,0
20:1	0,0 – 0,5	3,0 – 15
20:2	–	0,0 – 1,0
22:0	0,5 – 1,3	0,0 – 2,0
24:0	0,0 – 0,4	0,0 – 2,0
24:1	–	0,0 – 3,0

Fonte: Firestone, 1999 (13).

sua estrutura: 1) a **água**, proveniente do próprio alimento e que leva a alterações hidrolíticas; 2) o **oxigênio** que entra em contato com o óleo e a partir de sua superfície leva a alterações oxidativas e finalmente, 3) a **temperatura** em que o processo ocorre, resultando em alterações térmicas, como isomerização e reações de cisão (aldeídos e cetonas), formando diversos produtos de degradação, como epóxidos e hidroperóxidos (30). Portanto, as formas de deterioração de óleos vegetais são a hidrólise, a oxidação, e a polimerização (31). Sendo a oxidação a principal causa de deterioração, ela provoca alterações do sabor, textura, aroma e da cor nos

alimentos, ocasionando perda do valor nutricional e gerando toxidez (11).

A estabilidade térmica dos óleos depende de sua estrutura química: óleos com ácidos graxos saturados são mais estáveis do que os insaturados. Como estes óleos são muito utilizados na culinária e na indústria, tem-se exigido de pesquisadores e técnicos especializados, novos métodos analíticos capazes de avaliar as condições de processamento e estocagem, sendo, portanto, de fundamental importância o conhecimento da estabilidade térmica dos óleos vegetais para um rigoroso controle de qualidade (2). Segundo a German Society for Fat

Tabela 2. Teor de ácidos graxos em óleos vegetais

Óleos	Ácido graxo saturado	Ácido graxo monoinsaturado	Ácido graxo poliinsaturado	
			ac. linoléico	ac. Linolênico
CANOLA	6%	58%	26%	10%
GIRASSOL	11%	2%	69%	—
MILHO	13%	25%	61%	1%
OLIVA	14%	77%	8%	< 1%
SOJA	15%	24%	54%	7%

Fonte: Moretto; Fett, 1998; Modificado (30).

Tabela 3. Nomenclatura e propriedades físicas de alguns ácidos graxos

Ácido	Símbolo	Ponto de fusão (oC)
Butírico (butanóico)	4:0	- 4,2
Capróico (hexanóico)	6:0	- 3,4
Caprílico (octanóico)	8:0	16,7
Cáprico (decanóico)	10:0	31,6
Láurico (dodecanóico)	12:0	44,2
Mirístico (tetradecanóico)	14:0	54,4
Palmítico (hexadecanóico)	16:0	62,9
Esterárico (octadecanóico)	18:0	69,6
Araquídico (eicosanóico)	20:0	75,4
Behênico (docosanóico)	22:0	80,0
Lignocérico (tetracosanóico)	24:0	84,2
Oléico (9(Z)-octadecenóico), (ω -9)	18:19	16-17
Linoléico (9(Z),12(Z)-octadecadienóico, (ω -6)	18:26	5,0
Linolênico (9(Z),12(Z),15(Z) - octadecatrienóico, (ω -3)	18:33	11,0

Fonte: Uiera, 2004 (37)

Research (DGF), por exemplo, o óleo de fritura é considerado deteriorado se a acidez estiver acima de 1%. O que está de acordo com o proposto por Lima e Gonçalves (1995).

Um dos principais fatores que determinam a estabilidade de uma substância é a sua estrutura molecular (28). Nos óleos vegetais, as insaturações presentes na cadeia carbônica são um alvo de ataque importante de agentes oxidantes como radicais livres, enzimas e metais que atuam como catalisadores de processos oxidativos e da foto-oxidação (30). Os radicais livres são compostos resultantes da quebra de peróxidos e hidroperóxidos, formados durante o processo de oxidação dos óleos e que dão origem a compostos de oxidação secundária como aldeídos e cetonas, responsáveis pelo odor desagradável (ranço) (1, 9, 23).

Como a reação de oxidação pode ser definida como o processo de adição de oxigênio ou remoção de hidrogênio ou elétrons, tal reação pode ser acelerada pelo calor, luz (foto-oxidação), ionização, traços de metais (Cu e Fe), metaloproteínas e pela enzima lipoxigenase. Um dos mecanismos mais importantes é o da foto-oxidação. É um mecanismo independente da formação de radicais livres e da pressão de oxigênio e depende de “sensores” como a clorofila e a mioglobina. Não apresenta período de indução e na presença de luz e oxigênio, transferem energia para a formação de peróxido. Sua principal contribuição à alteração dos óleos e gorduras, está na mudança da configuração da insaturação de *cis* para *trans* (2,34).

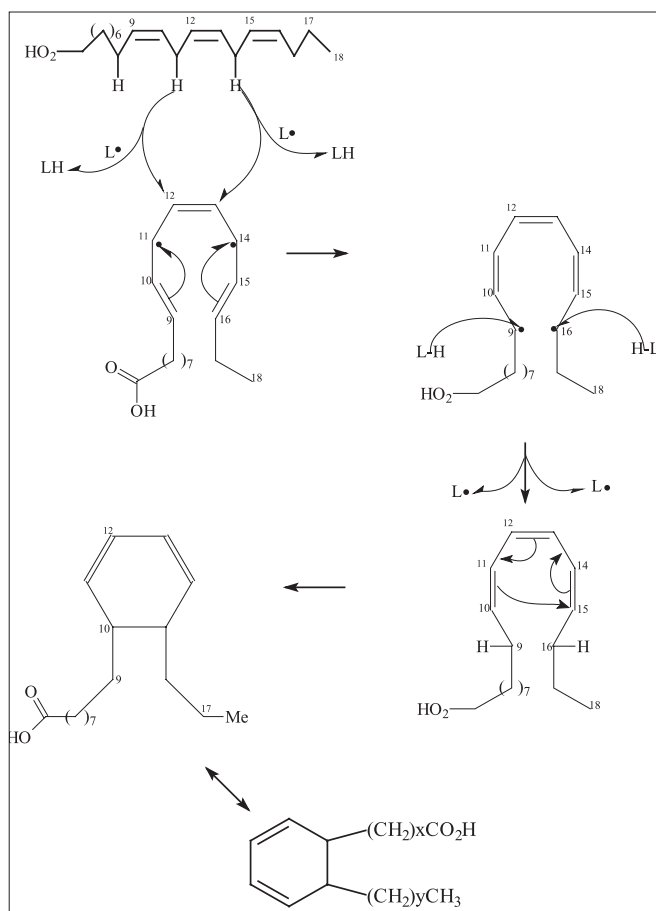
Contudo, nos óleos e gorduras de origem vegetal, os isômeros *trans* estão praticamente ausentes. Exceto uma pequena quantidade residual que permanece durante a fase de hidrogenação, o que é inevitável. Em alguns produtos como margarinas, porém, foram encontrados valores de ácidos-*trans* excessivamente elevados (~25%) (3). Durante o refino do óleo, é possível que traços de resíduos indesejáveis como os isômeros *trans* e monômeros cíclicos de ácidos graxos estejam presentes (Esquema 1). No refino do óleo de colza (rico em ácido erúxico, [22:1]), na fase de desodorização são produzidos isômeros *trans* numa porcentagem superior a 5% do total de ácidos graxos do óleo e uma quantidade de monômeros cíclicos de ácidos graxos em torno de 650 mg/kg de óleo, quando condições severas são usadas (5–6h a 250°C). O principal responsável pela formação destes monômeros é alta concentração do ácido linolênico e que sob aquecimento prolongado e por um período de tempo longo, sofre ciclização por meio da reação de Diels–Alder (24,35).

Os monômeros cíclicos são compostos resultantes da oxidação dos óleos vegetais e fazem parte dos resíduos não-voláteis. Os monômeros mais comuns provêm de ácidos graxos com 18 carbonos, poliinsaturados, que ciclizam e sofrem uma dupla substituição no anel (27). A formação de monômeros cíclicos é mais pronunciada nos aquecimentos intermitentes dos óleos vegetais. Dependendo das condições

de aquecimento, a concentração de monômeros cíclicos varia de 736 ppm (0,07%) a 1803 ppm (0,18%) no óleo aquecido (33). Outra preocupação é a formação de polímeros. Há duas classes de polímeros: os polímeros oxidativos e os polímeros térmicos, formados por degradação térmica, que indicam degradação dos óleos vegetais (39).

Uma outra alteração sensível é a rancidez hidrolítica muito comum durante o armazenamento de alimentos, na qual a fração lipídica presente é lentamente hidrolisada pela água à temperatura elevada ou por enzimas lipolíticas. Tipicamente, ácidos graxos contendo de quatro a dez carbonos, conferem reversão do sabor em alimentos, como sabor de sabão, por exemplo, inerente à hidrólise dos azeites de coco e dendê em alimentos de confeitaria (2). Além disso, os hidroperóxidos são formados em óleos vegetais que possuem alto teor de ácidos graxos poliinsaturados (canola e soja, p. ex) durante a estocagem, na presença de traços de oxigênio. Isso resultará também numa reversão do sabor do óleo pela formação de produtos voláteis, resultantes do processo de degradação de hidroperóxidos termolábeis em radicais alcóxil (Esquema 2).

Esquema 1. Mecanismo de formação de um monômero cíclico do ácido linolênico



Onde: LH = ácido graxo; L• = radical de ácido graxo.

Fonte: Meltzer, Frankel; Bessler, et al., 1981; Solomons, 1996 (27,35)

Por exemplo, a formação de hidroperóxidos e dienos conjugados, está relacionada à baixa na concentração de α -tocoferóis (um antioxidante natural) (7). Logo, a formação de hidroperóxidos e dienos conjugados, alvos fáceis de ataques por radicais livres, formados sob altas temperaturas, deterioram o óleo, tornando-o impróprio para o consumo (5).

Dentre os fatores que influenciam as alterações que surgem nos óleos durante a fritura, alguns têm maior influência:

- a) o efeito da temperatura: em temperaturas superiores a 200°C há decomposição máxima dos óleos;
- b) aquecimento intermitente: onde a formação de peróxidos durante o aquecimento e sua decomposição durante o ciclo de resfriamento, produzem muitos radicais livres e por conseguinte, severa deterioração dos óleos;
- c) efeito da razão superfície / volume: quanto maior a superfície de contato do óleo com o ar, maior será a sua deterioração;
- d) efeito da adição de óleo fresco: ao se colocar óleo fresco sobre o óleo de fritura, acelera sua decomposição (19, 38).

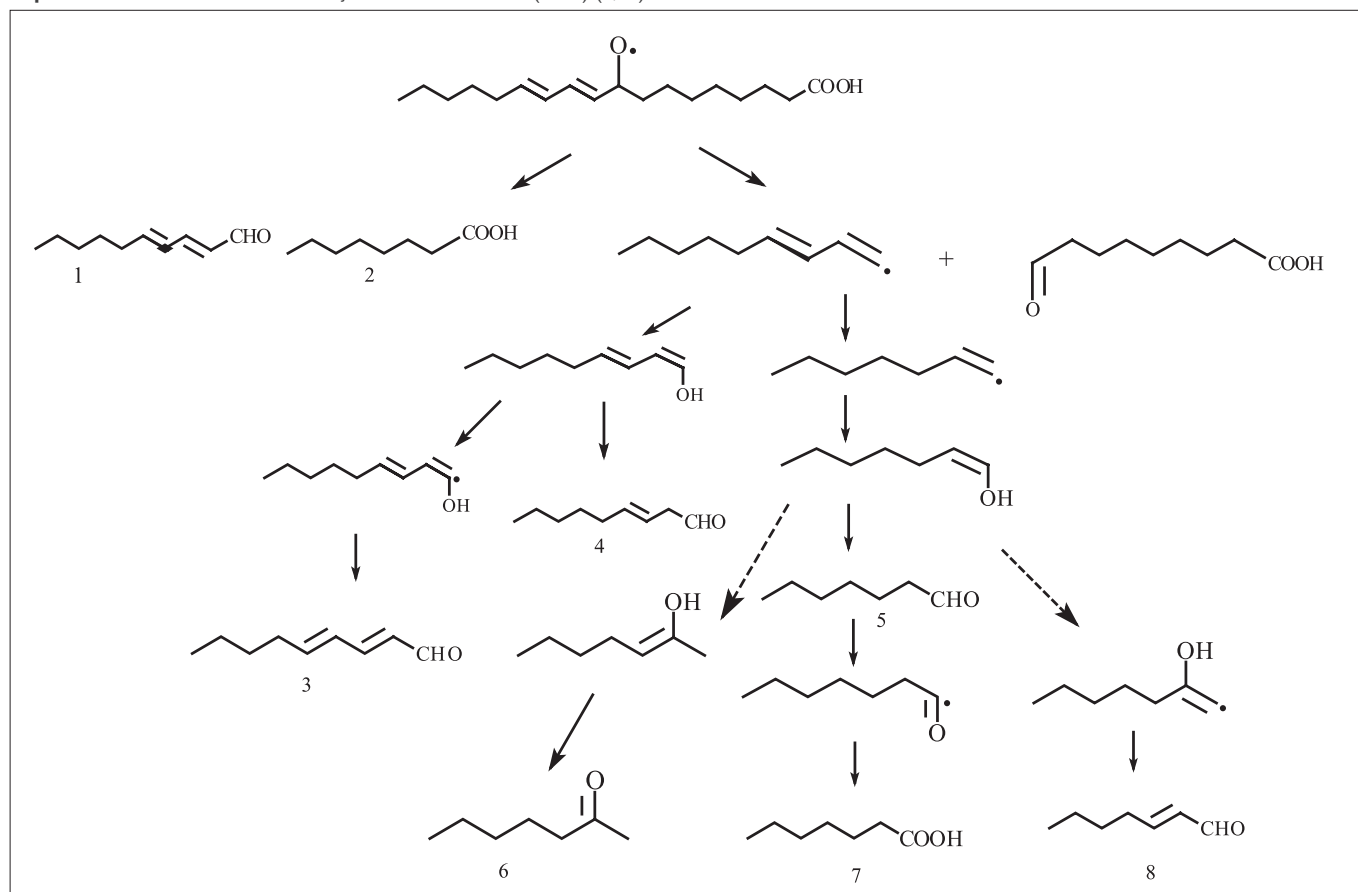
CONCLUSÕES

Os óleos e gorduras são uma fonte importante de transferência de calor no processo de fritura dos alimentos. Contudo, sua reutilização sistemática, comum nos dias atuais, pode causar alterações na estrutura molecular, dando origem a compostos altamente reativos como os radicais livres de ácidos graxos, que por sua vez originam aldeídos, dienos conjugados, hidroperóxidos, monômeros cíclicos e compostos poliméricos pesados que passam a fazer parte do alimento podendo causar danos à saúde do consumidor.

Os óleos vegetais poliinsaturados utilizados nos alimentos são bons para organismo, mas quando submetidos a processos oxidativos, como a foto-oxidação e a termo-oxidação, suas ligações duplas são alvos fáceis na decomposição desses óleos, transformando-os em uma série de produtos secundários prejudiciais ao organismo.

O aquecimento intermitente, sob a ação do oxigênio atmosférico acelera muito o mecanismo de deterioração dos óleos e gorduras, pela ação da hidrólise, oxidação e termo-oxidação.

Esquema 2. Produtos da termo-oxidação do ácido linoléico (18: 2) (9,12)



1 = 2,4-decadienal; 2 = ácido octanóico; 3 = 2,4-nonadienal; 4 = 3-nonenal; 5= heptanal; 6 = 2-heptanona; 7 = ácido heptanóico; 8 = 2-heptenal.

Fonte: Kesler, Kriska; Németh, 2000 (21)

Referências

- ADHVARYU, A.; ERHAN, S.Z.; LIU, Z.S., et al. Oxidation kinetic studies of oils derived from unmodified and genetically modified vegetables using pressurized differential scanning calorimetry and nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Thermochimica Acta**, Pennsylvania, v.364, p.87-97, abril/jun. 2000.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1999. 416p.
- BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J.M. Ácidos grasos trans en aceites hidrogenados: implicaciones técnicas y nutricionales. **Grasas y Aceites**, jan. 1993.
- BATISTA, E.; MONNERAT, S.; KATO, K.; et al. Liquid-Liquid Equilibrium for Systems of Canola Oil, Oleic Acid, and Short-Chain Alcohols. **J. Chem. Eng. Data**, v.44, n.6, p.1360-1364, 1999.
- BRENES, M.; GARCÍA, A.; DOBARGANES, M. C., et al. Influence of Thermal Treatments Simulating Cooking Processes on the Polyphenol Content in Virgin Olive Oil. **J. Agric. Food Chem.**, v.50, n.21, p.5062-5067, 2002.
- COSTA NETO, P. R. **Estudos Preliminares sobre Alterações e Purificação do óleo de Soja usado em Frituras Múltiplas**. 1993, 114f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- DEIANA, M.; ROSA, A.; CAO, C.F., et al. Novel Approach to Study Oxidative Stability of Extra Virgin Olive Oils: Importance of α -Tocopherol Concentration. **J. Agric. Food Chem.**, v.50, n.15, p.4342-4346, 2002.
- DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; MÁRQUEZ-RIZ, G. Determinación de compuestos polares en aceites y grasas de fritura. **Grasas y Aceites**, v.1, p.35-38, 1989.
- ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H.J. Characterization of the Total Free Radical Scavenger Capacity of Vegetable Oils and Oil Fractions Using 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical. **J. Agric. Food Chem.**, CEBAS-CSIC, v. 48, p. 648-656, 2000.
- FARIA, A. A.; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M., et al. Estudo da Estabilidade Térmica de Óleos e Gorduras Vegetais por TG/DTG e DTA. **Ecl. Quím.**, São Paulo, v. 27, p. 111-119, 2002.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2ª ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.
- FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V.S.; SCABIO, A. Óleo neutro de soja usado em fritura como matéria-prima para produção de biodiesel. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, VIII, 2003, Curitiba. Anais... Curitiba: PUC, 2003. p. 434-438.
- FIRESTONE, D. **Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes**. Washington: 1999, 152p.
- FRITSCH, C.W. Measurements of Frying Fat Deterioration: A Brief Review. **JAOCs**, mar. 1981.
- German Society for Fat Research (DFG). Disponível em: < <http://www.dgfett.de/> > Acesso em outubro 2006.
- GIESE, J. **Fats, Oils, and Fat Replacers. Food Technology Especial Repot**, 1996.
- GOMES, T.; CAPONIO, F.; DELCURATOLO, D.; Fate of Oxidized Triglycerides during Refining of Seed Oils. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n.16, p.4647-4651, 2003.
- GONÇALVES, C.; BATISTA, E.; MEIRELLES, A.J.A. Liquid-Liquid Equilibrium Data for the System Corn Oil + Oleic Acid + Ethanol + Water at 298.15 K. **J. Chem. Eng. Data**, v.47, n.3, p.416-420, 2002.
- HELLÍN, L.C.; CLAUSELL, M. P.R. Incidencia de la Fritura en la Composición de la Fracción Lipídica de diversos aperitivos de consumo generalizado en nuestro País. **Anal. Bromatol.**, v.36, n.1, p.5-31, 1984.
- HIDALGO, F. J.; ZAMORA, R. Edible oil analysis by high-resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy: recent advances and future perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, p. 499-506, 2003.
- KESZLER, A.; KRISKA, T.; NÉMETH, A. Mechanism of Volatile Compound Production during Storage of Sunflower Oil. **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n.12, 2000.
- KOWALSKI, B. Evaluation of the Stability of Some Antioxidants for Fat-Based Foods. **Thermochimica Acta**, Warsaw, v.177, p. 9-14, may. 1990.
- KUBOW, S. Toxicity of dietary lipid peroxidation products. **Trends in Food Science & Tecnology**, set. 1990.
- LAMBELET, P.; GRANDGIRARD, A.; GREGOIRE, S., et al. Formation of Modified Fatty Acids and Oxyphytosterols during Refining of Low Erucid Acid Rapeseed Oil. **J. Agric. Food Chem.**, v.52, n.15, p. 4284-4290, jun. 2003.
- LEHNINGER, A.; NIELSON, D.L.; COX, M.M. **Bioquímica**. 3.ed. New York: Worth Publisher, 1995. 1152p.
- LIMA, J.R.; GONÇALVES, A.G. Avaliação analítica de óleos utilizados em processos de fritura. **Bol. SBCTA**, n.29, v.2, p.186-192, jul/dez. 1995.
- MELTZER, J.B.; FRANKEL, E.N.; BESSLER, T.R., et al. Analysis of Thermally Abused Soybean Oils for Cyclic Monomers. **JAOCs**, v.58, n.7, p. 779-784, jul. 1981.
- MINN, J. Determination of Oxidative Stability of Rosin Products by High-Pressure Differential Scanning Calorimetry. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v.91, p.87-94, março 1985.
- MONGHARBEL, A. D. I. **Alterações no Óleo de Soja e na Gordura Vegetal Hidrogenada em Processo de Fritura**. 2002, 75f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais**. São Paulo: Varela, 1998. 150p.
- MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L.V. et al. **Introdução à Ciência de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002. 255Pp.
- PÉREZ-CAMINO, M.C.; MÁRQUEZ RUIZ, G.; SALGADO RAPOSO, A., et al. Alteración de grasas usadas en fritura. Correlación entre índices analíticos y métodos de evaluación directa de compuestos de degradación. **Grasas y Aceites**, v.39, n.2, 1988.
- ROJO, J.A.; PERKINS, E. Cyclic Fatty Acid Monomer Formation in Frying Fats. Determination and Structural Study. **JAOCs**, v.64, n.3, p.414-421, mar. 1987.
- SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R.; VARGAS, R. M. Transesterification of vegetable oils: a review. **J. Braz. Chem. Soc.**, São Paulo, v. 9, n. 3, 1998.
- SOLOMONS, G.T.W. **Química Orgânica**. 6 ed. Rio de Janeiro, 1996.
- STEVENSON, S.G.; VAISEY – GENSER, M.; ESKIN, N.A.M. Quality Control in the Use of Deep Frying Oils. **JAOCs**, v.61, n.6, jun.1984.
- UIEARA, M. **Lipídeos**. Departamento de Química, UFSC, 2003. Disponível em: < http://qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/marina_fat_free.html# > Acesso em: Setembro de 2004.
- VARELA, G.; MOREIRAS-VARELA, O.; RUIZ-ROSO, B. Utilización de algunos aceites em frituras repetidas. Cambios em las grasas y análisis sensorial de los alimentos fritos. **Grasas y Aceites**, v.34, fasc.2, p.101-107, 1983.
- WALTKING, A.E.; SEERY, W.E.; BLEFFERT, G.W. Chemical Analysis of Polymerization Products in Abused Fats and Oils. **AOCS**, set. 1972.
- ZALIHA, O.; CHONG, C.L.; CHEOW, C.S., et al. Crystallization properties of palma oil by fry fractionation. **Food Chemistry**, v.30, p.30-36, set. 2003.