

FORMAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS DURANTE O PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS¹

TOXIC SUBSTANCE FORMATION DURING THE OIL AND FAT PROCESSING

Anne y Castro Marques² e Claudia Severo da Rosa³

RESUMO

A produção de alimentos envolve inúmeras reações químicas, durante as quais podem ser geradas substâncias tóxicas ao organismo humano. Durante a manipulação de óleos e gorduras, assim como no processamento de alimentos ricos em lipídios, várias reações são desencadeadas, tendo como resultado uma infinidade de produtos. A formação de toxinas pode ocorrer de diferentes maneiras, variando em quantidade e em grau de toxicidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de algumas substâncias tóxicas durante o processamento de óleos e gorduras, assim como os efeitos dessas toxinas no organismo humano após serem ingeridas. O estudo foi realizado a partir de extensa pesquisa bibliográfica. São várias as reações envolvendo óleos e gorduras (oxidação, hidrólise, polimerização, pirólise e hidrogenação), e entre os diversos produtos formados, encontram-se: peróxidos, radicais livres e ácidos graxos trans (AGT). Em relação às patologias associadas com a ingestão das substâncias tóxicas produzidas durante o processamento de óleos e gorduras, destacam-se o câncer e as doenças cardiovasculares (DCV). O nutricionista, por ser um profissional que trabalha diretamente com o alimento, seja através da dietoterapia, educação nutricional ou em Serviços de Alimentação, necessita conhecer como ocorre a formação de toxinas durante os variados processamentos envolvendo produtos alimentícios, assim como os riscos para a saúde de quem consome essas substâncias. Também é preciso propor técnicas de processamento adequadas, visando o bem estar do cliente e a manutenção das propriedades nutricionais do alimento.

Palavras-chave: produção de alimentos, reações químicas.

ABSTRACT

The food production involves innumerable chemical reactions, during which toxic substances to the human organism can be generated. During the

¹ Trabalho Final de Graduação - TFG.

² Acadêmica do Curso de Nutrição - UNIFRA.

³ Orientadora - UNIFRA.

manipulation of oils and fats, as well as in the processing of food rich in lipids, some reactions are unchained, resulting a infinity of products. The toxin formation can occur in different ways, varying in amount and degree of toxicity. This work had as objective to evaluate the production of some toxic substances during the oil and fat processing, as well as the effect of these toxins in the human organism after being ingested. The study was carried through using an extensive bibliographical research. The reactions are several involving oils and fats (oxidation, hydrolysis, polymerization, pyrolysis and hydrogenation), and between the diverse formed products, are: lipid peroxides, free radicals and trans fatty acids. In relation to the diseases associated with the ingestion of toxic substances produced during the oil and fat processing, are the cardiovascular diseases and cancer. Because the nutritionist is a professional who works directly with the food, either through diet therapy, nutritional education or in Food Services, needs to know how the toxin formation occurs in the several processings involving food products, as well as the risks for the health of the consumers of these substances. Also it is necessary to suggest adequate techniques of processing, aiming the welfare of the customer and the maintenance of the nutritional properties of the food.

Key words: food production, chemical reactions.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos envolve inúmeras reações químicas, entre as quais muitas ainda são desconhecidas. Durante estas reações, substâncias tóxicas ao organismo humano podem ser formadas ou ter sua toxicidade intensificada.

A formação de toxinas durante a hidrogenação de óleos ou na fritura de um alimento pode trazer malefícios para quem os ingerem. Entre as patologias associadas às substâncias tóxicas produzidas durante o processamento de óleos e gorduras, destacam-se o câncer e as doenças cardiovasculares (DCV). Neoplasias malignas e DCV têm apresentado alta incidência e prevalência, relacionadas diretamente com o aumento do consumo de produtos industrializados e conseqüentes mudanças nos hábitos alimentares da população (GARÓFOLO et al., 2004).

Com o objetivo de conhecer as melhores formas de se ofertar um alimento nutritivo e que não ofereça riscos ao comensal, optou-se em pesquisar sobre os principais processos envolvendo óleos e gorduras na produção de substâncias tóxicas, fazendo a relação entre alimento-toxinas-organismo e comparando estudos e opiniões de diferentes autores sobre o tema. É necessário conhecer esses processos para poder impedi-los ou retardá-los, diminuindo os riscos à saúde humana.

REVISÃO DE LITERATURA

Os lipídios são macronutrientes formados por ácidos graxos e glicerol. Os ácidos graxos podem ser classificados, em relação às propriedades físico-químicas, como saturados ou insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas carbono-carbono. A insaturação dificulta a interação intermolecular, fazendo com que estes se apresentem, geralmente, líquidos à temperatura ambiente; os saturados, por terem maior interação intermolecular, apresentam-se sólidos à temperatura ambiente. Os óleos são formados predominantemente por ácidos graxos insaturados e são líquidos à temperatura ambiente, já as gorduras são compostas por ácidos graxos saturados e apresentam-se sob forma sólida (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Durante a manipulação de óleos e gorduras, assim como no processamento de alimentos ricos em lipídios, várias reações são desencadeadas: oxidação, hidrólise, polimerização, pirólise, rancificação e hidrogenação. Entre os diversos produtos formados, destacam-se: peróxidos, radicais livres e ácidos graxos *trans* (AGT). Cada substância possui suas particularidades, causando maior ou menor dano à saúde, dependendo da quantidade e do tempo de ingestão.

SUBSTÂNCIAS FORMADAS A PARTIR DA DEGRADAÇÃO DE LIPÍDIOS

A degradação de óleos e gorduras pode ocorrer por oxidação, hidrólise, polimerização, pirólise e absorção de odores e sabores estranhos. A oxidação destaca-se como a principal causa de deterioração de lipídios, alterando várias propriedades do alimento, como qualidade sensorial, valor nutricional, funcionalidade e toxidez. Essas mudanças podem ocorrer em várias etapas do processamento, como produção, armazenamento e preparo do alimento (ARAÚJO, 1999).

Mais de 400 compostos químicos diferentes já foram identificados em óleos reutilizados. Os produtos de degradação costumam ser divididos em dois grupos: voláteis e não-voláteis. Os produtos voláteis evaporam, enquanto que os não-voláteis produzem as alterações referidas anteriormente ou são consumidos (PAUL; MITTAL, 1997).

Segundo Wong (1995) a oxidação de lipídios, que ocorre quando o oxigênio é adicionado ou o hidrogênio ou elétrons são removidos da molécula, tem sido arduamente estudada devido à relação com a alteração de alimentos, com a produção de diversas substâncias, assim como pelas

várias reações com outros constituintes dos alimentos. Sabe-se que essas reações podem ser diminuídas, inibidas ou modificadas por muitos fatores, como a presença de metais, enzimas, antioxidantes, luz, pH, temperatura, oxigênio, peróxidos e por reações de lipoxigenação.

A velocidade de oxidação depende do grau de insaturação do ácido graxo: quanto maior o grau de insaturação, maior é a suscetibilidade à reação. Um exemplo disso é o óleo de soja ser menos estável que a gordura de coco (ARAÚJO, 1999).

A oxidação produz os peróxidos, que podem originar outros três tipos de degradação e uma infinidade de diferentes produtos: álcoois, aldeídos, ácidos, hidrocarbonetos, cetonas e radicais livres, entre outros. Os peróxidos, por si só, não são prejudiciais ao organismo humano, e sim seus derivados. Uma das formas pela qual os peróxidos podem ser formados é pela ação da enzima lipoxigenase sobre os ácidos graxos poliinsaturados. Essa enzima oxida os ácidos linoléico e linolênico, além de formar sabor e odor desagradáveis. A lipoxigenase é encontrada em hortaliças, frutas, leguminosas e em alimentos de origem animal (PAUL; MITTAL, 1997; ARAÚJO, 1999).

No aquecimento excessivo das gorduras, como na fritura de alimentos, formam-se produtos tóxicos ou cancerígenos, entre os quais acroleína e peróxidos. Isso ocorre porque temperaturas elevadas aceleram os processos oxidativos e de degradação dos lipídios. No processo de fritura, três componentes são responsáveis pelas mudanças ocorridas na estrutura dos lipídios: umidade do alimento (promove hidrólise dos triglicerídios), contato do óleo ou gordura com o oxigênio (promove alterações oxidativas) e alta temperatura do processo, de aproximadamente 180°C (resulta em alterações térmicas). Deve-se ter cuidado, portanto, com o uso de fritadeiras sem o controle de temperatura e viscosidade do óleo, na produção de alimentação coletiva (ROLLAN, 1990; ARAÚJO, 1999).

Conforme Ans et al. (1999), a influência do alimento sobre a alteração termoxidativa é difícil de ser analisada, dada a complexidade das interações envolvidas no processo e as diferentes composições dos substratos que são submetidos à fritura: alimentos com alto conteúdo de gorduras, por exemplo, podem modificar a composição do óleo de fritura ao se solubilizarem no mesmo; compostos menores podem ter efeitos duplos segundo seu caráter pró-oxidante ou oxidante.

Tendo em vista que a maioria dos estabelecimentos comerciais não dispõe de técnicas especializadas para analisar os óleos reutilizados, é comum basear-se em dados subjetivos, como observar a formação de espumas, o aumento da viscosidade e as mudanças nas propriedades organolépticas.

Em alguns países existem normas estabelecidas para o descarte de óleos utilizados para fritura, mas no Brasil não existem leis e regulamentações que estabeleçam limites para as alterações destes óleos (FIRESTONE; STIER; BLUMENTHAL, 1991; DOBARGANES; MÁRQUEZ-RUIZ, 1995).

A indústria de *fast food* está adotando vários métodos para tentar controlar a qualidade e prolongar o tempo útil do óleo utilizado para fritura de imersão. Entre as medidas, incluem-se o uso de filtros ativos e passivos, antioxidantes e a própria manutenção dos equipamentos de fritura. Esses métodos até podem prolongar a vida útil do óleo, entretanto os produtos alimentícios absorvem igualmente grandes quantidades de lipídios degradados durante o processo (PAUL; MITTAL, 1997).

Segundo Lindner (1982) apud Brito (2004), a formação desses produtos de reação não depende somente da temperatura e do tempo de aquecimento, já que o aquecimento intercalado a sucessivos esfriamentos provoca a formação de polímeros com maior rapidez do que com o calor prolongado.

A rancificação oxidativa, que pode resultar da oxidação de óleos e gorduras, ocorre em lipídios que contém ácidos graxos insaturados, por mecanismos envolvendo radicais livres. Na rancificação, a formação dos produtos que dão o cheiro de rancidez ocorre a partir da decomposição dos hidroperóxidos, assim como pela formação dos radicais livres. Íons metálicos, como ferro, cobalto, cobre e molibdênio, podem atuar como catalisadores da decomposição dos hidroperóxidos (BOBBIO, A.; BOBBIO, O., 2001).

Segundo Kustov et al. apud Brito (2004), sugere-se que a ingestão dos compostos formados a partir da oxidação em lipídios possa causar doença gástrica crônica e câncer. Outro ponto de grande relevância é que a oxidação do colesterol é considerada aterogênica e carcinogênica, aumentando o risco de desenvolvimento de dislipidemias e de doenças cardiovasculares (ARAÚJO, 1999). Lindner (1982) apud Brito (2004) relata que animais alimentados com gordura oxidada e muito aquecida apresentaram irritação do trato gastrointestinal, hipertrofia hepática, detenção do crescimento e morte.

A decomposição de óleos e gorduras é diminuída se o processo de fritura for realizado com pequena quantidade de gordura, em panelas altas e estreitas, diminuindo o contato com o oxigênio. Além disso, o processo de rancidez pode ser diminuído se o óleo for guardado em recipientes de vidro ou de plástico e não ficar exposto à luz (PROUDLOVE, 1996). Deve-se também ter cuidado para que, durante os processos que utilizam aquecimento, a temperatura do óleo vegetal não ultrapasse os 170°C, já que em temperaturas mais elevadas ocorre a emissão de fumaça e o início dos processos oxidativos. É importante retirar os resíduos alimentares liberados

durante a fritura, assim como se certificar de que não haja detergente ou materiais de limpeza no recipiente em que se colocará o óleo para aquecer (PAUL; MITTAL, 1997; COENDERS, 2001). No momento em que qualquer alteração for detectada no óleo utilizado para fritura de imersão, o produto deve ser descartado.

A viscosidade é um fator importante que também deve ser avaliado: quanto maior o nível de degradação de lipídios, mais viscoso fica o óleo e mais ele é absorvido pelos alimentos. Para exemplificar, batatas fritas em óleo fresco absorvem 8,5% do seu conteúdo de óleo; em óleo reutilizado a incorporação aumenta para mais de 15% (PAUL; MITTAL, 1997).

A desidratação de alimentos é um procedimento utilizado para impedir a proliferação de microorganismos; no entanto níveis de umidade abaixo de $a_w < 0,1$ tornam o produto suscetível à oxidação (pela concentração de metais e pela formação de radicais livres no processo de secagem). O processo utilizado para impedir a oxidação da gordura do leite integral em pó é envolver os glóbulos de gordura com uma camada de lactose, impedindo o contato direto com o ar (ARAÚJO, 1999).

Proudlove (1996) refere que, para não ocorrer oxidação em frutas e hortaliças, o ideal é realizar o branqueamento para inativar a lipoxigenase e permitir a saída de oxigênio dos tecidos antes de processá-los, especialmente se houver enlatamento ou congelamento.

ÁCIDOS GRAXOS TRANS (AGT)

Os ácidos graxos insaturados (AGI) apresentam uma ou mais duplas ligações, podendo formar isômeros geométricos. Quando os hidrogênios ligados ao carbono da insaturação estão do mesmo lado o ácido graxo é denominado *cis*, e quando os hidrogênios estão em lados opostos é denominado *trans* (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004; FRANCO; MANFROI, 2005).

Na natureza, os ácidos graxos geralmente estão na configuração *cis* (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004). Quando os ácidos graxos *cis* ou os triglicerídeos que os contêm são submetidos a processos enzimáticos, oxidativos ou de hidrogenação, há a formação da configuração *trans* (MANCINI FILHO; CHEMIN, 1996). Os ácidos graxos *trans* (AGT) são sólidos à temperatura ambiente, com ponto de fusão mais elevado, podendo ser considerados intermediários entre os AGI e os ácidos graxos saturados (AGS) (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2004).

Os AGT sempre compuseram a dieta humana através da ingestão de alimentos provenientes de animais ruminantes (são formados a

partir de sistemas enzimáticos da flora microbiana, através do processo denominado biohidrogenação), como leite e carne. Atualmente, essas substâncias encontram-se amplamente difundidas na dieta alimentar, como em margarinas, óleos vegetais, produtos de confeitaria e de panificação e alimentos fritos (VALENZUELA; MORGADO, 1999). Segundo Martin; Matshushita e Souza (2004), alimentos que contêm gordura parcialmente hidrogenada contribuem entre 80 e 90% da ingestão diária de AGT, e óleos refinados entre 1 e 1,5% (aumentando os níveis com a reutilização do óleo).

Ovesen et al. (1998) apud Sanibal e Mancini Filho (2004) avaliaram o perfil de gorduras utilizadas por duas grandes redes de *fast food*, encontrando altas concentrações de AGT. No entanto, diversos autores divergem sobre a importância dos alimentos fritos como fonte de isômeros *trans*.

A hidrogenação é um processo de endurecimento pelo qual o hidrogênio passa pelos óleos, desfazendo a insaturação e ocasionando a formação de AGT. O processo ocorre na presença de um catalisador de níquel. Os objetivos da hidrogenação são reduzir o grau de insaturação para diminuir a velocidade de oxidação e modificar as características físicas, como textura e ponto de fusão (WONG, 1995; PROUDLOVE, 1996; COENDERS, 2001). Quanto mais sólida a gordura de origem vegetal após o processo de hidrogenação, maior será a concentração de AGT. Estratégias como a combinação de hidrogenação parcial e interesterificação química reduzem significativamente a quantidade de AGT, sem alterar consideravelmente a relação ácido graxo poliinsaturado/AGS. Já a interesterificação enzimática tem permitido a produção de margarinas livres de isômeros *trans* (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004).

Conforme Mensink e Katan (1990); Willett e Ascherio (1994) apud Franco e Manfroi (2005), no princípio dos anos 90, estudos demonstraram que o consumo de isômeros *trans* altera as concentrações séricas de lipídios, aumentando o LDL colesterol (lipoproteína de baixa densidade) e diminuindo o HDL colesterol (lipoproteína de alta densidade), sendo, por este motivo, associado ao aumento no risco de doença arterial coronariana (DAC). Os AGT também podem aumentar os níveis de lipoproteína(a) e de triglicerídios séricos e causar resistência à insulina, desencadeando diabetes *mellitus* tipo 2. Além disso, efeitos adversos no metabolismo de ácidos graxos essenciais e no balanço das prostaglandinas, ocasionado pela inibição da enzima delta-6-dessaturase, podem resultar na elevação dos marcadores de inflamação e disfunção endotelial, favorecendo a formação de placas ateroscleróticas e ocasionando a trombogênese. Todos esses fatores relacionam o consumo AGT ao desenvolvimento de DAC (LOPEZ-GARCIA et al., 2005).

Segundo Sanibal e Mancini Filho (2004), há controvérsias sobre as mudanças metabólicas ocasionadas pelos AGT quando presentes em maior quantidade na nutrição humana. Outros autores salientam que as evidências, principalmente sobre o perfil das lipoproteínas, têm sido discutidas e que não há consenso se os AGT são melhores ou piores que os AGS, quando utilizados na produção de frituras, gorduras e margarinas. Entretanto, a substituição de manteiga por margarina vegetal, principalmente na dieta de pacientes dislipidêmicos, deve ser repensada e reavaliada.

Estudos em cobaias demonstraram que os AGT competem com os ácidos graxos ω -6 e ω -3 nas reações de dessaturação e alongação, produzindo eicosanóides sem atividade biológica. Os AGT também podem inibir as enzimas β 5 e β 6 dessaturase, bloqueando o metabolismo de ácidos graxos essenciais. Esses processos, durante a fase gestacional, podem alterar o desenvolvimento intra-uterino pela inibição da síntese de ácido araquidônico e docosa-hexaenóico. Portanto, o elevado consumo de alimentos ricos em AGT, além das implicações nutricionais, leva à redução da ingestão de ácidos graxos essenciais, favorecendo o desenvolvimento de síndromes causadas pela deficiência destes ácidos graxos, assim como pode ser encontrado em vários tecidos do organismo humano (incluindo o leite), causando uma série de alterações metabólicas (MANCINI FILHO; CHEMIN, 1996; MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004; IOM, 2005).

A busca por alternativas para produzir gordura vegetal hidrogenada sem isômeros *trans* demonstra a preocupação com o consumo desse composto (VALENZUELA; MORGADO, 1999). O Brasil ainda não apresenta dados exatos sobre as concentrações de AGT na dieta da população, mas a utilização de gordura hidrogenada é ampla e indiscriminada, levando a crer que o consumo seja elevado. Entre a população norte-americana, o consumo de AGT é de 2,6% do total energético e de 7 a 10% do total lipídico diário. Como a dieta brasileira está se assemelhando cada vez mais ao padrão norte-americano, é possível usar esses valores como referencial (MARTIN; MATSHUSHITA; SOUZA, 2004; CAPRILES; ARÊAS, 2005). Segundo Nelson (1998) apud Franco e Manfroi (2005), países como França e Canadá recomendam valores de consumo de 2 a 5% de gordura *trans* em relação à energia diária.

Em um estudo de coorte realizado com mulheres saudáveis ($n = 80$), estimou-se que a substituição de 5% da energia proveniente dos ácidos graxos saturados e 2% proveniente dos ácidos graxos *trans* por ácidos graxos poliinsaturados pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares para 42 e 53%, respectivamente (GYLLING; MIETTINEN, 2001).

Em julho de 2003, a *Food and Drug Administration* (FDA) decretou que fabricantes de alimentos e de suplementos passassem a listar,

separadamente dos AGS, o conteúdo de AGT nos rótulos dos alimentos: todo alimento contendo mais de 0,5 g de ácidos graxos *trans* terá que trazer especificado essa quantidade no rótulo. No Brasil, o Ministério da Saúde e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) lançaram, em 2005, um manual com orientações sobre a nova rotulagem de alimentos. O prazo para a adequação dos rótulos terminou em julho de 2006 (FRANCO; MANFROI, 2005; MINISTÉRIO DA SAÚDE; ANVISA, 2005). As indústrias que não seguirem às exigências estabelecidas poderão ser advertidas e multadas.

Trabalhos recentes salientam que o ácido linoléico conjugado ou vacênico possui estrutura diferenciada, sendo apontado como possível substância anti-câncer, anti-aterosclerose, hipocolesterolêmica, anti-obesidade e como modulador da imunidade. O ácido vacênico é *trans* do linoléico formado a partir da biohidrogenação em ruminantes que se alimentam de pasto. O tema ainda causa polêmica no meio científico, e alguns autores levantam a hipótese de que animais alimentados com ração, em vez de produzirem o ácido vacênico, formem ácidos graxos *trans* em níveis significativos, contaminando a carne, o leite e derivados destes (SANHUEZA; NIETO; VALENZUELA, 2002; IOM, 2005).

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de extensa pesquisa bibliográfica em periódicos, livros e artigos científicos, bem como em material eletrônico (internet) encontrado em bases de dados, tais como Scielo (Scientific Electronic Library Online), Pubmed (United States National Library of Medicine), Bireme (Biblioteca Virtual em Saúde) e Google, a partir do ano de 1990.

CONCLUSÕES

Com base no exposto, é importante que o profissional nutricionista tenha conhecimento sobre a produção de toxinas durante os vários processos envolvendo alimentos, assim como a que níveis estas podem afetar a saúde humana. É necessário, também, propor aos pacientes, manipuladores de alimentos e indústrias alimentícias técnicas adequadas que utilizem o processamento a partir de óleos e gorduras, visando a saúde do cliente e a manutenção das propriedades nutricionais do alimento.

Muitos estudos ainda necessitam ser realizados nesse campo, tanto pela dificuldade em se confirmar suspeitas, como pela grande variedade de

alimentos fritos e industrializados, assim como pelas diversas formas de preparação existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANS, V.; MATTOS, E.; JORGE, N. Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em restaurantes, lanchonetes e similares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 19, n. 3, p. 413-419, 1999.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2^a ed. Viçosa: UFV, 1999.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3^a ed. São Paulo: Varela, 2001.

_____. **Introdução à química de alimentos**, 3^a ed. São Paulo: Varela, 2003.

BRITO, I. P. Substâncias tóxicas geradas no processamento de alimentos e suas implicações na saúde humana. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 68, p. 23-28, 2004.

CAPRILES, V.; ARÊAS, J. Desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gordura saturada e de ácidos graxos *trans*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 25, n. 2, p. 363-369, 2005.

COENDERS, A. **Química culinária: estudio de lo que les sucede a los alimentos antes, durante y después de cocinados**. Zaragoza: Acríbia S.A., 2001.

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G. Control de calidad de las grasas de fritura: validez de los métodos de ensayos rápidos en sustitución de la determinación de compuestos polares. **Grasa y Aceites**, v. 46, n. 3, p. 196-201, 1995.

FIRESTONE, D.; STIER, R. F.; BLUMENTHAL, M. M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technology**, v. 45, n. 2, p. 90-94, 1991.

FRANCO, V.; MANFROI, W. Ácidos graxos *trans* e a saúde cardiovascular. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 71, p. 37-43, 2005.

GARÓFOLO, A. et al. Dieta e câncer: um enfoque epidemiológico. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 491-505, 2004.

GYLLING, H.; MIETTINEN, T. A review of clinical trials in dietary interventions to decrease the incidence of coronary artery disease. **Curr. Control Trials Cardiovascular Med.**, v. 2, p. 123-128, 2001.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary References Intakes for Trans Fatty Acids**, Washington. Disponibilidade em: <[http://www. Iom. edu/report.asp?id=540](http://www.Iom.edu/report.asp?id=540)>. Acesso em: 8 out. 2005.

LOPEZ-GARCIA, E. *et al.* Consumption of *trans* fatty acids to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. **The Journal of Nutrition**, Pennsylvania, v. 135, n. 3, 2005.

MANCINI FILHO, J.; CHEMIN, S. Implicações nutricionais dos ácidos graxos *trans*. **Óleos e grãos**, [s.l.], p. 41-45, 1996.

MARTIN, C.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. Ácidos graxos *trans*: implicações nutricionais e fontes na dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 17, n. 3, p. 361-368, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Rotulagem nutricional obrigatória**: manual de orientação às indústrias de alimentos, Brasília. 2005. Disponibilidade em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 dez.2005.

PAUL, S.; MITTAL, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 7, p. 637-662, 1997.

PROUDLOVE, K. **Os alimentos em debate**: uma visão equilibrada. Tradução de Ana Terzi Giova. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

ROLLAN, M. **Alimentación humana**: errores y sus consecuencias. Madrid: Mundi-Prensa, 1990.

SANHUEZA, J.; NIETO, S.; VALENZUELA, A. Ácido linoleico conjugado: un ácido con isomeria *trans* potencialmente beneficioso. **Revista Chilena de Nutrición**, Santiago, v. 29, n. 2, 2002.

SANIBAL, 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**, Campinas, SP, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.

VALENZUELA, A.; MORGADO, N. *Trans* fatty acids isomers in human health and in the food industry. **Biological Research**, Santiago, v. 32, n. 4, 1999.

WONG, D. W. S. **Química de los alimentos**: mecanismos y teoría. Zaragoza: Acríbia S.A., 1995.