

Ácidos graxos *trans*: implicações nutricionais e fontes na dieta

Trans fatty acids: nutritional implications and sources in the diet

Clayton Antunes MARTIN¹

Makoto MATSHUSHITA²

Nilson Evelázio de SOUZA²

RESUMO

Este artigo revisa as principais fontes de ácidos graxos *trans* na dieta e as implicações nutricionais da ingestão elevada destes isômeros. São apresentados resumidamente os métodos analíticos utilizados na identificação e quantificação dos ácidos graxos *trans*, sendo abordados as suas vantagens e desvantagens. Os alimentos que empregam gordura parcialmente hidrogenada na sua produção, são fontes importantes de isômeros *trans* na dieta da maior parte da população em países industrializados. Este estudo compara os níveis de ácidos graxos *trans* em gorduras hidrogenadas, margarinas e batatas frita, analisados em diversos países, incluindo o Brasil. Esta avaliação indica a presença de níveis elevados de isômeros *trans* em alimentos produzidos no Brasil.

Termos de indexação: ácidos graxos *trans*, doenças cardiovasculares, fontes na dieta, dieta.

ABSTRACT

This article review the main sources of trans fatty acids in the diet and nutritional implications of the high intake of these isomers. Analytical methods for the identification and quantification of trans fatty acids are presented briefly with regard to advantages and drawbacks of each method. Foods make with partially hydrogenated fats are important sources of trans isomers in the diets of most people in industrialized countries. It is made a comparison between levels of trans fatty acids in shortenings, margarines and potato chips evaluated in Brazil and in other countries. High levels of trans isomers are noted in Brazilian foods.

Index Terms: *trans fatty acids, coronary heart disease, sources, diet.*

¹ Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, Brasil.

² Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: N.E. SOUZA. E-mail: nesouza@uem.br

INTRODUÇÃO

A função dos óleos e gorduras na nutrição humana tem sido intensamente pesquisada e discutida nas últimas décadas. Como resultado, vem sendo enfatizado a importância da ingestão de ácidos graxos ω -3, a redução de ácidos graxos saturados e mais recentemente, o controle da ingestão de ácidos graxos *trans*.

Os ácidos graxos são denominados *trans*, quando os hidrogênios ligados aos carbonos de uma insaturação encontram-se em lados opostos. Na natureza, os ácidos graxos geralmente são encontrados na configuração *cis*. Nesta configuração, os hidrogênios ligados aos carbonos da dupla ligação se encontram do mesmo lado.

Os ácidos graxos *trans* (AGT) sempre estiveram presentes na alimentação humana, através do consumo de alimentos provenientes de animais ruminantes. Entretanto, com a produção de substitutos para a manteiga e as gorduras animais, principalmente a partir da hidrogenação parcial de óleos vegetais, cuja presença destes isômeros na dieta se tornou significativa¹.

A produção de gordura vegetal hidrogenada no Brasil, começou por volta de 1960. Nos últimos anos, a indústria nacional de gorduras hidrogenadas, esteve mais direcionada para o desenvolvimento de produtos com características específicas, que atendessem às necessidades da indústria de alimentos, do que para a produção de gorduras com baixos níveis de isômeros *trans*².

Neste estudo, são abordados as principais implicações nutricionais da ingestão elevada de ácidos graxos *trans* e analisados os dados sobre os teores destes isômeros em alguns alimentos industrializados, que foram avaliados em diversos países, incluindo o Brasil.

IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

Em 1961, já se realizavam estudos comparando os efeitos sobre os níveis de colesterol

plasmático da ingestão de gordura parcialmente hidrogenada, de óleos vegetais e gorduras saturadas. Estes estudos mostraram os níveis de colesterol total associados à ingestão de gordura saturada eram um pouco mais elevados que os níveis relacionados a gordura parcialmente hidrogenada^{3,4}.

Somente em 1990, através de um estudo realizado por Mensink & Katan⁵, a atenção de muitos pesquisadores foi despertada para a investigação dos efeitos adversos dos ácidos graxos *trans*. Neste estudo, os autores mostraram que a ingestão elevada de AGT aumentava os níveis da lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) de maneira similar aos ácidos graxos saturados. Entretanto, foi observado que os AGT reduzem os níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL-c), alterando significativamente a razão entre a LDL-c e a HDL-c, em relação à dieta em que os AGT foram substituídos por ácidos graxos saturados.

Este efeito dos AGT sobre os níveis plasmáticos da LDL-c e da HDL-c, tem sido confirmado em vários estudos⁶⁻¹¹, realizados com diferentes porcentagens de AGT (0,5-11) em relação a energia total da dieta ingerida. Ao analisar alguns destes estudos, Ascherio *et al.*¹² sugeriram que a elevação em 2% na ingestão de ácidos graxos *trans* pode estar relacionada a um aumento de 0,1 na relação LDL-c/HDL-c. Tem sido observado que o aumento de uma unidade (1,0) nesta relação está associado a elevação em cerca de 53% do risco de doenças cardiovasculares¹³.

Os ácidos graxos *trans* vem sendo associados com o aumento dos níveis de triacilgliceróis no plasma sanguíneo^{4,12}. Este efeito tem sido observado através da substituição de ácidos graxos com a configuração *cis* por AGT, em uma mesma dieta. Hu *et al.*¹⁴ sugeriram uma provável contribuição deste efeito na elevação do risco de doenças cardiovasculares. Entretanto, alguns autores^{9,15} não tem verificado diferenças significativas entre os níveis de triacilgliceróis avaliados.

Diversos estudos^{5,8-11,16,17} tem avaliado a influência da ingestão elevada de ácidos graxos *trans* sobre os níveis da lipoproteína(a) (Lp(a)), considerada um fator de risco para doenças cardiovasculares. Segundo Lippi & Guidi¹⁸, a Lp(a) provavelmente atua inibindo competitivamente o plasminogênio, o que impossibilita a sua ativação em plasmina, uma enzima responsável pela degradação da fibrina.

Os níveis da Lp(a) variam entre indivíduos, devido principalmente a fatores genéticos¹⁹, mas tem sido verificado uma alteração moderada em função da composição em ácidos graxos da dieta²⁰. Alguns dos estudos realizados^{5,8,16,21} indicaram um aumento significativo dos níveis desta lipoproteína, quando diferentes teores de ácidos graxos saturados foram substituídos por ácidos graxos *trans*. O efeito da intensidade deste aumento sobre o risco de doenças cardiovasculares ainda é desconhecido, mas parece ter maior impacto em indivíduos geneticamente condicionados a ter níveis maiores de Lp(a)¹⁶.

Estudos realizados em cobaias²²⁻²⁴ tem mostrado a competição de ácidos graxos *trans* com ácidos graxos das famílias ω -6 e ω -3, nas reações de dessaturação e alongação da cadeia, resultando na formação de eicosanóides sem atividade biológica. Além disso, os AGT monoinsaturados e poliinsaturados podem inibir as enzimas β 6 e β 5 dessaturase, bloqueando o metabolismo dos ácidos graxos essenciais. Tem-se sugerido a ocorrência deste processo em humanos, com destaque para o impacto na fase gestacional, ao alterar o desenvolvimento intra-uterino pela inibição da síntese dos ácidos araquidônico e docosa-hexaenóico²⁵. Outra possível consequência deste processo é a alteração no balanço existente entre prostaglandinas e tromboxanos, o que pode favorecer a agregação plaquetária, contribuindo para o desenvolvimento de aterosclerose¹⁴.

Contudo, a investigação da influência dos AGT sobre a atividade das enzimas dessaturases no homem, ainda é escassa. Em recente estudo realizado com homens de idade entre 30 e 50

anos, Scrimgeour *et al.*²⁶ verificaram que a ingestão de isômeros *trans* do ácido α -linolênico como 0,6% da energia total, não alterou a conversão do ácido linoléico em ácido araquidônico em relação a dieta em que estes isômeros foram reduzidos a cerca de 0,1% da energia ingerida. Embora este resultado tenha sido obtido com níveis de ingestão de isômeros *trans* considerados baixos, este estudo sugere que dietas com teores reduzidos de AGT não influenciam a atividade das enzimas β 5 e β 6 dessaturase em adultos.

O aumento do consumo de alimentos contendo níveis elevados de AGT, pode além das implicações nutricionais apresentadas, ter como consequência direta a redução da ingestão de ácidos graxos essenciais, favorecendo o desenvolvimento de síndromes relacionadas a deficiência destes ácidos graxos.

ANÁLISE DE ÁCIDOS GRAXOS TRANS

Na determinação dos ácidos graxos *trans* em alimentos, a cromatografia gasosa, a cromatografia em camada delgada impregnada com nitrato de prata e a espectrofotometria no infravermelho são as técnicas mais empregadas²⁷.

A análise por cromatografia gasosa emprega colunas capilares com fase estacionária de elevada polaridade, que possibilitam a separação dos isômeros *cis* e *trans*²⁸.

A cromatografia em camada delgada impregnada com nitrato de prata (CCD/Ag⁺) está baseada na capacidade que o íon prata tem em formar complexos com ácidos graxos insaturados²⁹. A associação entre a CCD/Ag⁺ e a cromatografia gasosa permite obter uma maior eficiência na separação dos isômeros *cis* e *trans*, em relação a análise realizada somente por cromatografia gasosa. O aspecto desfavorável deste método é o elevado tempo de análise e a impossibilidade de automação³⁰.

A determinação dos isômeros *trans* através da espectrofotometria no infravermelho está

fundamentada na absorção característica das ligações *trans* em 967 cm⁻¹ e na sua correlação com o ácido eláidico²⁷. Este método é rápido e de fácil execução, entretanto não fornece informações sobre as proporções dos diferentes isômeros, o números de insaturações e as suas posições. Os níveis de ácidos graxos *trans* determinados por esta técnica são geralmente maiores que os obtidos por CCD/Ag⁺ associada a cromatografia gasosa. Alguns autores^{27,31,32} atribuem este aumento à presença de ácidos graxos poliinsaturados que apresentam mais de uma insaturação com a configuração *trans* e aos isômeros conjugados, que tem absorção característica, próxima da região de absorção dos isômeros *trans*.

A avaliação de isômeros *trans* por espectrofotometria no infravermelho tem sido associada a análise por cromatografia gasosa, possibilitando a obtenção de resultados semelhantes aos determinados por CCD/Ag⁺ associada à cromatografia gasosa^{31,33}.

FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS TRANS NA DIETA

Os ácidos graxos *trans* presentes na dieta são oriundos de gorduras parcialmente hidrogenadas, de óleos refinados, da carne, leite e derivados de animais ruminantes. Segundo Larqué *et al.*³⁴ os alimentos contendo gordura parcialmente hidrogenada contribuem com cerca de 80% a 90% da ingestão diária de AGT. Para alimentos provenientes de animais ruminantes esta contribuição é bem menor, sendo estimada em torno de 2% a 8%. Os óleos refinados apresentam níveis razoavelmente pequenos (1,0-1,5%) de AGT, mas a reutilização, principalmente no preparo de alimentos fritos, pode tornar significativa a sua contribuição na ingestão diária de AGT^{35,36}.

O grande interesse em utilizar gorduras hidrogenadas na produção de alimentos deve-se ao desenvolvimento de gorduras cada vez mais específicas, com o objetivo de melhorar as características físicas e sensoriais dos alimentos.

No Brasil, a utilização de gorduras hidrogenadas é ampla e muitas vezes indiscriminada, envolvendo a produção de margarinas, cremes vegetais, pães, biscoitos, batatas fritas, massas, sorvetes, pastéis, bolos, entre outros alimentos³⁷.

Inúmeros estudos tem sido conduzidos em diversos países para determinar os teores de AGT em alimentos produzidos em indústrias, confeitarias e redes de *fast-food* (Tabela 1), objetivando avaliar as diversas fontes da dieta e estimar a ingestão diária dos AGT.

A análise dos dados de AGT (Tabela 1), indica teores elevados de isômeros *trans* em margarinas brasileiras e canadenses. Por outro lado, são observados níveis reduzidos de AGT nas margarinas avaliadas por Wagner *et al.*⁴⁴ e Torres *et al.*⁴⁵. Contudo, foram verificados níveis elevados de ácidos graxos saturados nestas margarinas, com valores médios próximos de 36%. Esta estratégia industrial, reduz a razão entre os ácidos graxos polinsaturados e os ácidos graxos saturados (AGPI/AGS), contribuindo para o aumento dos níveis plasmáticos de colesterol e triacilgliceróis, e elevando o risco de doenças cardiovasculares. Estratégias mais eficientes, combinando a hidrogenação parcial e a interesterificação química tem resultado na redução significativa de AGT, sem grandes alterações na relação AGPI/AGS. Com o desenvolvimento da interesterificação enzimática tem sido possível a produção de margarinas livres de isômeros *trans*⁴⁹.

Os teores de AGT em batatas fritas analisadas por Santana *et al.*³⁹ e Chiara *et al.*⁴⁰ e comparados com os dados obtidos por Innis *et al.*⁴⁸, sugerem que este produto brasileiro apresenta níveis mais elevados de isômeros *trans*. Os dados relatados por Lake *et al.*⁴³ também indicam isto, entretanto estão associados com a presença elevada de ácidos graxos saturados.

A comparação dos dados de AGT em gorduras hidrogenadas estudadas por Basso *et al.*², Azevedo³⁷ e Enig *et al.*⁴⁶ através da análise por cromatografia gasosa, evidencia os teores mais

elevados em gorduras brasileiras. Esta diferença pode ser justificada pela defasagem em cerca de vinte anos entre o início da produção de gordura hidrogenada no Brasil e nos Estados Unidos, que se reflete atualmente nas estratégias tecnológicas da indústria nacional. A análise dos teores de

AGT em gorduras brasileiras, avaliadas por espectrofotometria no infravermelho, também sugere esta condição, ao indicar que a produção de gorduras na última década sofreu poucas alterações que resultassem na redução dos isômeros *trans*.

Tabela 1. Teores de ácidos graxos *trans* em gorduras hidrogenadas e alimentos industrializados.

	Produto	Teores médios de AGT	Referência
Brasil	Margarina sólida (12)* ¹	32,2 (25,0-42,9)** ^{1a}	
	Margarina cremosa (21) ¹	20,7 (14,4-31,3) ^{1a}	
	Gordura hidrogenada (3) ¹	39,7 (37,8-42,3) ^{1a}	¹ Soares & Franco (1990) ³⁸
	Gordura hidrogenada (12) ²	29,1 (0-53,9) ^{2a} ; 27,9 (0-50,4) ^{2e}	² Basso <i>et al.</i> (1999) ²
	Gordura hidrogenada (28) ³	34,9 (9,5-54,6) ^{3a} ; 29,6 (8,9-44,1) ^{3b}	³ Azevedo (1999) ³⁷
	Batata frita (25) ⁴	10,42 (3,4-21,1) ^{4b} ; 3,8 (1,5-7,9) ^{4c}	⁴ Santana <i>et al.</i> (1999) ³⁹
	Batata frita (18) ⁵	2,50 ^{5c}	⁵ Chiara & Sichert (2001) ⁴⁰
Argentina	Margarina (3)	18,2-31,8 ^b	Tavella <i>et al.</i> (2000) ⁴¹
	Biscoitos <i>cracker</i> e <i>cookies</i> (18)	2,9-29,0 ^b	
Austrália	Margarina (13)	13,1 (9,2-16,3) ^a ; 12,2 (8,0-14,5) ^b	Mansour & Sinclair (1993) ⁴²
Nova Zelândia	Margarina (7)	16,4 (12,6-19,7) ^e	
	Batata frita (2)	5,6 (5,4-5,8) ^e	Lake <i>et al.</i> (1998) ⁴³
	Biscoitos <i>cracker</i> (5)	2,0 (1,2-3,9) ^b	
Áustria	Margarina (9)	1,6 (0,3-3,73) ^b	Wagner <i>et al.</i> (2000) ⁴⁴
Portugal	Margarina (10)	3,0 (0,2-8,9) ^b	Torres <i>et al.</i> (2000) ⁴⁵
EUA	Margarina sólida (24) ¹ , (60) ²	22,4 (15,9-31,0) ^{1d} ; 21,7(14,8-30,1) ^{2b}	
	Margarina cremosa (13) ¹ , (26) ²	12,7 (6,8-17,6) ^{1d} ; 15,1(10,7-21,0) ^{2b}	
	Gordura hidrogenada (07) ¹	21,71 (8,7-35,4) ^{1d}	¹ Enig <i>et al.</i> (1983) ⁴⁶
	Biscoitos <i>cracker</i> (20) ¹	10,9 (1,9-29,0) ^{1d}	² Slover <i>et al.</i> (1985) ⁴⁷
	Biscoitos <i>cookies</i> (25) ¹	16,7 (2,5-34,2) ^{1d}	
Canadá	Margarina sólida (14) ¹ , (4) ²	39,8 (31,1-44,6) ^{1b} ; 35,9 (30,7-42,2) ^{2a}	
	Margarina cremosa (14) ¹ , (5) ²	16,8 (1,1-44,4) ^{1b} ; 16,1 (12,4-19,5) ^{2a}	¹ Innis <i>et al.</i> (1999) ⁴⁸
	Batata frita (6) ¹	5,9 (0,4-25,3) ^{1b} ; 1,4 (0,1-5,7) ^{1c}	² Ratnayake <i>et al.</i> (1990) ³¹
	Biscoitos <i>cracker</i> (14) ¹	40,3 (23,5-51,3) ^{1b} ; 6,4 (0,7-12,9) ^{1c}	
	Biscoitos <i>cookies</i> (19) ¹	23,0 (1,4-45,7) ^{1b} ; 3,5 (0,3-8,1) ^{1c}	

(*) número de amostras avaliadas; (**) intervalo dos valores medidos.

(^a) determinado por espectrofotometria no infravermelho, com valor em porcentagem de ésteres metílicos de ácidos graxos; (^b) determinado por cromatografia gasosa, com valor em porcentagem de ésteres metílicos de ácidos graxos; (^c) determinado por cromatografia gasosa, com valor em g/100g do produto; (^d) determinado por CCD/Ag* associada a cromatografia gasosa, com valor em porcentagem de ésteres metílicos de ácidos graxos; (^e) determinado por cromatografia gasosa em associação com espectrofotometria no infravermelho, com valor em porcentagem de ésteres metílicos de ácidos graxos.

CONCLUSÃO

Conforme as implicações nutricionais abordadas, a ingestão elevada de ácidos graxos *trans* contribui para o aumento do risco de doenças cardiovasculares.

A comparação entre os teores de ácidos graxos *trans* em gorduras hidrogenadas, margarinas e batatas frita produzidos em vários países, incluindo o Brasil, indica a presença elevada destes ácidos graxos em produtos brasileiros. Estes dados sugerem a ingestão elevada de isômeros *trans* pela população brasileira.

A redução do consumo de ácidos graxos *trans* no Brasil deve envolver a ampla divulgação dos seus malefícios à população e a realização de mais estudos que visem determinar o seu conteúdo nos alimentos e estimar os níveis de ingestão diária. Além disso, ações governamentais devem incentivar o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a produção de gorduras com níveis reduzidos de isômeros *trans* sem elevar o conteúdo de ácidos graxos saturados.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Feldman EB, Krisetherton P, Kritchevsky D, Lichtenstein AH. Position paper on *trans* fatty acids. *Am J Clin Nutr* 1996; 63(5):663-70.
- Basso R, Almeida IG, Mancini JF. Avaliação qualitativa e quantitativa dos ácidos graxos *trans* em gorduras vegetais hidrogenadas. *Bol SBCTA* 1999; 33(1):57-63.
- Anderson JT, Grande F, Keys A. Hydrogenated fats in the diet and lipids in the serum man. *J Nutr* 1961; 75(4):388-94.
- Katan MB, Mensink RP, Zock PL. *Trans* fatty acids and their effect on lipoproteins in humans. *Annu Rev Nutr* 1995; 15(5):473-93.
- Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N Engl J Med* 1990; 323(7):439-45.
- Zock PL, Katan MB. Hydrogenation alternatives: effects of *trans* fatty acids and stearic acids versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. *J Lipid Res* 1992; 33(10):399-410.
- Judd JT, Clevidence BA, Muesing RA, Wittes J, Sunkin ME, Podczasy JJ. Dietary *trans* fatty acids: effects of plasma lipids and lipoproteins on healthy men and women. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(4): 861-8.
- Aro A, Jauhiainen M, Partanen R, Salminen I, Mutanen M. Stearic acid, *trans* fatty acids, and dairy fat: effects on serum and lipoprotein, lipids apolipoproteins, lipoprotein(a), and lipid transfer proteins in health subjects. *Am J Clin Nutr* 1997; 65(5):1419-26.
- Sundram K, Ismail A, Hayes KC, Jeyamalar R, Pathmanathan R. *Trans* (elaidic) fatty acids adversely affect the lipoprotein profile relative to specific saturated fatty acids in humans. *J Nutr* 1997; 127(3):514s-20s.
- Muller H, Jordal O, Seljeflot I, Kierulf P, Kirkhus E, Ledsaak O, *et al.* Effect on plasma lipids and lipoproteins of replacing partially hydrogenated fish oil with vegetable fat in margarine. *Br J Nutr* 1998; 80(3):243-51.
- Lichtenstein AH, Ausman LM, Jalbert SM, Schaefer EJ. Effects of different forms of dietary hydrogenated fats on serum lipoprotein cholesterol levels. *N Engl J Med* 1999; 340(25): 1933-40.
- Ascherio A, Katan MB, Zock PL, Stampfer MJ, Willett WC. *Trans* fatty acids and coronary heart disease. *N Engl J Med* 1999; 340(25):1994-8.
- Stampfer MJ, Sacks FM, Salvini S, Willett WC, Hennekens CH. A prospective-study of cholesterol, apolipoproteins, and the risk of myocardial-infarction. *N Engl J Med* 1991; 325(6):373-81.
- Hu FB, Manson JE, Willett WC. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(1):5-19.

15. Nestel P, Noakes M, Belling B, McArthur R, Clifton P, Janus E, *et al.* Plasma lipoprotein lipid and Lp[a] changes with substitution of elaidic acid for oleic acid in the diet. *J Lipid Res* 1992; 33(78):1029-36.
16. Mensink RP, Zock PL, Katan MB, Hornstra G. Effect of dietary *cis* and *trans* fatty acids on serum lipoprotein[a] levels in humans. *J Lipid Res* 1992; 33(10):1493-501.
17. Lichtenstein AH, Ausman LM, Carrasco W, Jenner JL, Ordovas JM, Schaefer EJ. Hydrogenation impairs the hypolipidemic effect of corn oil in humans, *trans* fatty acids and plasma-lipids. *Arterioscler Thromb* 1993; 13(2):154-61.
18. Lippi G, Guidi G. Biochemical risk factors and patient's outcome: The case of lipoprotein(a). *Clin Chim Acta* 1999; 280(1):59-71.
19. Dahlen GH. Lp(a) lipoprotein in cardiovascular disease. *Atherosclerosis* 1994; 108(2):111-26.
20. Hornstra GA, van Houwelingen AC, Kester DM, Sundram K. A palm-oil-enriched diet lowers serum lipoprotein[a] in normocholesterolemic volunteers. *Atherosclerosis* 1991; 90(1):91-3.
21. Judd JT, Baer DJ, Clevidence BA, Muesing RA, Chen SC, Weststrat JA, *et al.* Effects of margarine compared with those of butter on blood lipid profiles related to cardiovascular disease risk factors in normolipemic adults fed controlled diets. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(4):768-77.
22. Kirstein D, Hoy CE, Holmer G. Effect of dietary fats on the delta-6-desaturation and delta-5-desaturation of fatty-acids in rat-liver microsomes. *Br J Nutr* 1983; 50(3):749-53.
23. Mahfouz MM, Smith TL, Kummerow, FA. Effect of dietary fats on desaturase activities and the biosynthesis of fatty-acids in rat-liver microsomes. *Lipids* 1984; 19(3):214-22.
24. Blond JP, Henchiri C, Precigou P, Grandgirar DA, Sebedio JL. Effect of 18-3 n-3 geometrical-isomers of heated linseed oil on the biosynthesis of arachidonic-acid in rat. *Nutr Res* 1990; 10(1): 69-79.
25. Decsi T, Koletzko B. Do *trans* fatty acids impair linoleic acid metabolism in children? *Ann Nutr Metab* 1995; 39(1):36-41.
26. Scrimgeour CM, Macvean A, Fernie C, Sebedio JL, Riemersma AR. Dietary *trans* linolenic acid does not inhibit and desaturation of linoleic acid in man. *Eur J Lipid Sci Technol* 2001; 103(6):341-349.
27. Ledoux M, Laloux L, Wolff R. Analytical methods for determination of *trans*-C18 fatty acids isomers in milk fat. A review. *Analisis* 2000; 28(5):402-12.
28. Seppanen-Laakso T, Laakso I, Hiltunen R. Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Anal Chim Acta* 2002, 465(1-2):39-62.
29. Christie WW. Gas chromatography and lipids. Glasgow: The Oily Press; 1994. 307p.
30. Bysted A, Cold S, Holmer G. An optimized method for fatty acid analysis, including quantification of *trans* fatty acids, in human adipose tissue by gas-liquid chromatography. *Scand J Clin Lab Invest* 1999; 59(3):205-14.
31. Ratnayake WMN, Hollywood R, O'Grady E, Beare-Rogers JL. Determination of *cis* and *trans*-octadecenoic acids in margarines by gas liquid chromatography-infrared espectrophotometry. *J Am Oil Chem Soc* 1990; 67(11):804-10.
32. Favier JP, Bicanic D, van de Bovenkamp P, Chirtoc M, Helander P. Detection of total *trans* fatty acids content in margarine: an intercomparison study of GLC, GLC+TLC, FT-IR, and optothermal window (open photoacoustic cell). *Anal Chem* 1996; 68(5):729-33.
33. Ratnayake WMN. Determination of *trans* unsaturation by infrared spectrophotometry and determination of fatty acid composition of partially hydrogenated vegetable oils and animals fats by gas chromatography/infrared spectrofotmetry: collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem* 1995; 78(3):783-802.
34. Larque E, Zamora S, Gil A. Dietary *trans* fatty acids in early life: a review. *Early Hum Dev* 2001; 65(2):31s-41s.
35. Aro A, van Amelsvoort Becker W, van Erp-Baart MA, Kafatos A, Leth T, van Poppel, G. *Trans* fatty acids in dietary fats and oils from 14 European Countries: The TRANSFAIR study. *J. Food Comp Anal* 1998; 11(2):137-49.

36. Dionisi F, Golay PA, Fay LB. Influence of milk fat presence on the determination of *trans* fatty acids in fats used for infant formulae. *Anal Chim Acta* 2002; 465(1):395-407.
37. Azevedo CH. Teores de isômeros *trans* em gorduras vegetais hidrogenadas avaliadas por diferentes técnicas instrumentais [dissertação]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp; 1999.
38. Soares LMV, Franco MRB. Níveis de *trans*-isômeros e composição de ácidos graxos de margarinas e produtos hidrogenados semelhantes. *Ciênc Tecnol Aliment* 1990; 10(1):57-71.
39. Santana DMN, Marques MM, Rosa CAR. Determinação por cromatografia gasosa da composição em ácidos graxos e teor de ácido *trans* oléico em algumas marcas de batata frita. *Bol SBCTA* 1999, 33(1):64-9.
40. Chiara VL, Sichierri R. Food consumption of adolescents. A simplified questionnaire for evaluating cardiovascular risk. *Arq Bras Cardiol* 2001; 77(4):337-41.
41. Tavella M, Peterson G, Espeche M, Cavallero E, Cipolla L, Perego L, Caballero B. *Trans* fatty acid content of a selection of foods in Argentina. *Food Chem* 2000; 69(2):209-13.
42. Mansour MP, Sinclair AJ. The *trans* fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. *Asia Pac J Clin* 1993; 4(2):155-63.
43. Lake R, Thomson B, Devane G, Scholes P. *Trans* fatty acid content of selected New Zealand Foods. *J Food Comp Anal* 1996; 9(4):365-74.
44. Wagner KH, Auer E, Elmadfa I. Content of *trans* fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *Eur Food Res and Technol* 2002; 214(2):208-11.
45. Torres D, Casal S, Oliveira MBPP. Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on *trans* isomers. *Eur Food Res and Technol* 2000; 210(4):237-41.
46. Enig MG, Pallansch LA, Sampugna J, Keeney M. Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on *trans* components. *J Am Oil Chem Soc* 1983; 60(10):1788-95.
47. Slover HT, Thompson JR, Davis CS, Merola GV. Lipids in margarines and margarine-like foods. *J Am Oil Chem Soc* 1990; 62(4):775-86.
48. Innis SM, Green TJ, Halsey TK. Variability in the *trans* fatty acid content of foods within a food category: implications for estimation of dietary *trans* fatty acids intakes. *J Am Coll Nutr* 1999; 18(3):255-60.
49. Katan MB. Exit *trans* fatty acids. *Lancet* 1995; 346:1245-6.

Recebido para publicação em 18 de fevereiro e aceito em 1 de outubro de 2003.