Alim. Nutr., Araraquara
v.18, n.3, p. 309-314, jul./set. 2007

ISSN 0103-4235

APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALECRIM EM ÓLEO DE SOJA E SUA RELAÇÃO COM O PERFIL LIPÍDICO *IN VIVO*

Michelle Cardoso COIMBRA*
Fernanda BRUNO**
Fernanda GALLO**
Regiane CARRETA**
Rosiane Borges COSTA**
Patrícia Vieira DEL RÉ***
Neuza JORGE****

■RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar, em condições de termoxidação, o efeito antioxidante do extrato de alecrim sobre o óleo de soja e sua repercussão no perfil lipídico *in vivo*. Os óleos de soja refinado e com adição de extrato de alecrim foram submetidos à termoxidação (180°C por 30 horas) e analisados quanto à estabilidade oxidativa, compostos polares totais, índice de peróxidos e dienos conjugados. O ensaio biológico foi realizado com 32 ratos *Wistar*, recém desmamados, com 28 dias, em quatro grupos. Os animais receberam a dieta AIN-93G, diferindo apenas no tipo de óleo oferecido. Foram realizadas as análises bioquímicas de Colesterol total, HDL-Colesterol, LDL-Colesterol e Triglicérides. O extrato de alecrim teve um efeito antioxidante sobre o óleo de soja refinado, reduzindo em 20% a formação de polímeros e produtos de decomposição e em 10% a formação de produtos primários de oxidação. O consumo de óleo termoxidado aumentou significativamente o perfil lipídico. Já a suplementação com extrato de alecrim na dieta não foi eficiente como agente protetor.

■PALAVRAS-CHAVES: Alecrim; óleo de soja; antioxidantes; colesterol.

INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras são substâncias altamente instáveis, sujeitas a drásticas mudanças em suas características organolépticas, propriedades funcionais e valor nutricional. O aquecimento prolongado a altas temperaturas e o contato com o ar, como ocorre nos processos de fritura, provoca a degradação dos lipídios presentes em óleos vegetais, podendo dar origem a compostos químicos aos quais são atribuídos efeitos nocivos.[20]

Os produtos oriundos da oxidação são absorvidos pelo organismo e representam riscos para a mucosa intestinal. Os peróxidos afetam a atividade de diversas enzimas, alteram proteínas de baixa densidade (LDL) que estão envolvidas no desenvolvimento de lesões arterioscleróticas e interagem com o DNA, funcionando como promotores da carcinogênese.[3]

Os antioxidantes são utilizados como meio de evitar ou pelo menos retardar a rancificação dos óleos, são produtos que atuam na formação de oxigênio "singlet" ou ainda reagem com os radicais livres e produzem compostos que não participam da reação em cadeia dos radicais livres.[3] O baixo custo de obtenção, facilidade de emprego, eficácia, termo-resistência e "neutralidade" organoléptica, são premissas para a sua seleção e utilização a nível industrial.[22]

Os antioxidantes sintéticos, como o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), em sua maioria, apresentam problemas de solubilidade: alguns contribuem com sabores estranhos e outros são altamente tóxicos, restringindo o seu emprego em alimentos ou em material de embalagem, conforme legislação em vigor.[11]

Por estes motivos, nos últimos anos tem sido dada ênfase à pesquisa de possíveis antioxidantes presentes em produtos naturais, com destaque para as especiarias.[21] Dentre as especiarias, o alecrim é uma das que apresenta maior poder antioxidante. Os compostos responsáveis por essa atividade são diterpenos fenólicos como ácido carnósico, carnosol, rosmanol, epirosmanol e isorosmanol.[17]

Essas substâncias também podem atuar como seqüestrantes de radicais livres no organismo, reduzindo os riscos de doenças crônicas.[13] Tendo em vista todas as vantagens e o alto consumo de óleo de soja no Brasil, utilizado principalmente no preparo de alimentos em alta temperatu-

*Curso de Graduação em Biotecnologia – Departamento de Ciências Biológicas – UNESP – 19806-900 – Assis – SP – Brasil.
**Curso de Graduação em Nutrição – Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP – 15025-400 – São José do Rio Preto – SP – Brasil.
***Curso de Nutrição – Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP – 15025-400 – São José do Rio Preto – SP – Brasil.
****Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – UNESP – 15054-000 – São José do Rio Preto – SP – Brasil.

ra, e a tendência pelo uso de antioxidantes naturais, faz-se necessário um estudo do potencial antioxidante do extrato de alecrim quando adicionado em óleo de soja submetido à termoxidação, assim como o efeito dessa adição, no óleo de soja sem aquecimento e termoxidado, em relação ao perfil lipídico *in vivo*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização experimental da termoxidação e do ensaio biológico foram empregados óleo de soja refinado e extrato de alecrim Guardian™ tipo 40.

Foram submetidos ao aquecimento descontínuo a 180°C por 30 horas, sendo 10 horas de aquecimento por dia, o óleo de soja refinado (OSR) e óleo de soja refinado adicionado de 600 mg/kg de extrato de alecrim (OSR + EA). As amostras de óleos com e sem termoxidação foram analisadas quanto ao valor de estabilidade oxidativa, compostos polares totais, índice de peróxidos e dienos conjugados.

A estabilidade oxidativa foi determinada pelo método proposto pela AOCS[2] Cd 12b-92, utilizando o Rancimat. A determinação foi realizada a 100ºC, com fluxo de ar de 20 L/h.

Para quantificação dos compostos polares foram utilizados o método cromatográfico proposto por Dobarganes et al.,[7] o índice de peróxidos pelo método AOCS[2] Cd 8-53 e dienos conjugados pelo método AOCS[2] Ti 1a-64.

O experimento foi realizado em um esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado.[10] As análises de variância e os testes de Tukey para as médias a 5% foram obtidos através do programa ESTAT – Sistema para Análises Estatísticas, versão 2.0.

O ensaio biológico foi realizado com 32 ratos da linhagem *Wistar*, recém desmamados com 28 dias e peso inicial médio de 57,5 g. Os animais foram provenientes do Biotério Central do Centro Universitário de Rio Preto, mantidos em ambiente com temperatura controlada de 23 ± 2ºC durante todo o período experimental e em ciclo claro/escuro de 12 horas.

Os animais foram distribuídos ao acaso em quatro grupos de oito animais e mantidos em gaiolas individuais, com água *ad libitum*, por um período de 40 dias.

Os animais receberam a dieta AIN-93G[18] (Tabela 1), diferindo apenas no tipo de óleo oferecido, proveniente do experimento de termoxidação: óleo de soja refinado (Grupo A); óleo de soja refinado adicionado de 600 mg/kg de extrato de alecrim (Grupo B); óleo de soja refinado termoxidado (Grupo C) e óleo de soja refinado adicionado de 600 mg/kg de extrato de alecrim termoxidado (Grupo D).

Tabela 1 – Dados da composição das dietas utilizadas na alimentação dos animais.

Ingredientes	(g/kg de dieta)
Amido	397,486
Caseína	200
Amido dextrinizado	132
Sacarose	100
Óleo de soja	70
Fibra	50
Mistura mineral	35
Mistura vitamínica	10
L-cistina	3
Bitartarato de colina	2,5
Tertbutilhidroquinona	0,014

A ingestão e o peso dos animais foram monitorados durante todo o experimento para controle de ganho de peso. O consumo alimentar foi estimado pela pesagem da dieta antes e após a disponibilidade para o animal, por meio da diferença entre a oferta e a sobra da ração administrada e o ganho de peso foi obtido por pesagem semanal.

No final do período estabelecido foi procedida a retirada de sangue, por pulsão cardíaca no momento do sacrifício. As amostras de sangue coletadas foram transferidas para tubo de ensaio e colocadas em centrífuga, por 10 minutos, a 3.500 rpm, obtendo-se, assim, o soro para as análises bioquímicas dos níveis de Colesterol total, HDL-Colesterol e Triglicérides, usando kits enzimáticos da Katal Biotecnológica Indústria e Comércio Ltda.

As concentrações de LDL-Colesterol foram obtidas a partir das determinações de Colesterol total, HDL-Colesterol e Triglicérides, segundo Friedewald et al.[9]

Os resultados obtidos das determinações bioquímicas foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com 8 repetições. As diferenças entre as médias foram testadas a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, através do programa ESTAT.[10]

RESULTADOS

Os efeitos principais (Óleos e Tempos de aquecimento) e a interação (Óleos x Tempos de aquecimento) foram significativos para os dados de estabilidade oxidativa, compostos polares totais e dienos conjugados. Desta forma, procedeu-se ao desdobramento da interação Óleos x Tempos de aquecimento para esses dados, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Desdobramento da interação Óleos x Tempos de aquecimento para os dados de estabilidade oxidativa, compostos polares totais e dienos conjugados.

Óleos	Tempos de aquecimento (horas)	
	0	30
Estabilidade oxidativa (horas)		
OSR	16,48^{aB}	0,75^{bA}
OSR + EA	19,39^{aA}	1,47^{bA}
Compostos polares totais (%)		
OSR	4,58^{aA}	60,7^{bA}
OSR + EA	2,13^{aB}	48,3^{bB}
Dienos conjugados (%)		
OSR	0,30^{aA}	4,19^{bA}
OSR + EA	0,28^{aA}	3,77^{bB}

(OSR) – óleo de soja refinado, (OSR + EA) – óleo de soja refinado + 600 mg/kg de extrato de alecrim.

a, b (linha) – em cada Óleo, médias de Tempos de aquecimento seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A, B (coluna) – em cada Tempo de aquecimento, médias de Óleos seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A Tabela 3 mostra a influência de cada fator, em separado, para os dados de índice de peróxido, visto que o teste F só foi significativo (P < 0,01) para o efeito de Tempo de Aquecimento.

Tabela 3 – Influência dos fatores Óleos e Tempos de aquecimento para índice de peróxidos.

Fatores	Índice de peróxidos (meq/kg)
Óleos	
OSR	4,55^{a}
OSR + EA	4,63^{a}
Tempos de aquecimento (horas)	
0	1,35^{b}
30	7,83^{a}

(OSR) – óleo de soja refinado, (OSR + EA) – óleo de soja refinado + 600 mg/kg de extrato de alecrim.

a, b (linha) – para cada fator, médias de índice de peróxidos seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os valores médios de ganho de peso corporal, ingestão alimentar e Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA) em função das diferentes dietas utilizadas estão apresentados na Tabela 4. O CEA foi obtido por meio da razão entre o ganho de peso do animal e o consumo da ração. Na Tabela 5 está detalhado o perfil lipídico obtido através dos exames bioquímicos.

Tabela 4 – Valores médios de ganho de peso corporal, ingestão alimentar e Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA) em função das diferentes dietas utilizadas.

Grupos	Ganho de peso (g)	Ingestão total da dieta (g)	CEA
A	46,10^{a}	258,42^{a}	0,17^{a}
B	45,51^{a}	271,70^{a}	0,16^{b}
C	42,43^{a}	291,26^{a}	0,15^{c}
D	47,18^{a}	296,67^{a}	0,16^{b}

a, b (coluna) – em cada análise, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 2 sobre a estabilidade oxidativa do óleo com e sem adição de extrato de alecrim demonstraram que o extrato de alecrim aumentou a estabilidade oxidativa do óleo de soja. Porém, em tempos de aquecimento elevados (30 horas) o extrato, estatisticamente, não protegeu o óleo, mantendo os valores semelhantes.

Em estudos realizados com menor tempo de termoxidação, o extrato de alecrim apresentou efeito protetor sobre a estabilidade oxidativa do óleo de soja refinado. Ramalho[17] verificou aumento em 80% na estabilidade oxidativa do óleo de soja adicionado de 1.000 mg/kg de extrato de alecrim, ao final de 10 horas de aquecimento a 180ºC.

Em relação aos compostos polares totais e dienos conjugados (Tabela 2), a adição do extrato de alecrim reduziu a formação no óleo de soja refinado quando comparados ao óleo sem alecrim. Ao final da termoxidação essa redução foi de 20% para compostos polares e 10% para o índice de dienos conjugados.

Mesmo com o alecrim apresentando efeito antioxidante, após 30 horas de aquecimento, o óleo de soja apresentou-se impróprio para o uso, já que ultrapassou o limite de 25% de compostos polares totais, sugerido pela legislação de alguns países.[8]

Em estudo realizado para avaliar o comportamento do óleo de soja refinado em fritura de imersão intermitente, em restaurante universitário, sob temperatura controlada entre 170 e 180ºC, por um período de 30 horas, Cella et al.[4] encontraram valores de compostos polares totais entre 18 e 21%. Porém o óleo de soja foi constantemente reposto para manter o nível da fritadeira sempre constante.

Jorge & Janiere,[12] em estudo realizado para avaliar o estado de degradação do óleo de soja utilizado em frituras descontínuas, encontraram um aumento significante nos

Tabela 5 – Parâmetros bioquímicos séricos em ratos.

Determinações bioquímicas	Grupos			
	A	B	C	D
Colesterol total (mg/dL)	76,5[b]	78,13[b]	179,88[a]	169,25[a]
HDL-Colesterol (mg/dL)	37,38[bc]	25,88[c]	55,88[ab]	58,38[a]
LDL-Colesterol (mg/dL)	30,95[b]	40,60[b]	110,25[a]	98,73[a]
Triglicérides (mg/dL)	39,63[b]	58,25[ab]	68,75[a]	60,75[ab]
LDL-Colesterol/Colesterol total	0,40	0,52	0,61	0,58

a, b (linha) – em cada análise, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

valores de dienos com o tempo de aquecimento, valores iniciais de 0,42 e 0,60%, que após 15 e 22,5 horas atingiram valores de 1,87 e 1,76%, respectivamente.

Uma alternativa para diminuir a perda de efeito antioxidante do alecrim seria a constante reposição do óleo, já que esse efeito ajuda a reduzir o processo degradativo do mesmo.

Quanto ao índice de peróxidos, verificou-se que esse antioxidante não ofereceu nenhum efeito protetor, já que tanto o óleo de soja refinado quanto o óleo de soja refinado adicionado de extrato de alecrim não apresentaram diferenças significativas nas médias de índice de peróxidos. Entretanto, os valores de índice de peróxidos encontrados mesmo após 30 horas de aquecimento não ultrapassaram o limite adotado para o descarte de óleo de girassol em fritura (15 meq/kg).[15]

Em outros estudos, realizados com tempos de aquecimento menores, o extrato de alecrim adicionado ao óleo de soja conferiu efeito antioxidante. Ramalho[17] verificou que a adição de 1.000 mg/kg de extrato de alecrim ao óleo de soja purificado diminuiu em 63% a formação de peróxidos depois de um tempo de aquecimento de 10 horas.

Segundo De Luca et al.,[6] a faixa de ingestão média de ração para rato situa-se entre 12 a 15 g por dia. Observou-se nos quatro grupos estudados, no ensaio biológico, uma quantidade média de ingestão de 7 g por dia, sendo assim inferior ao relatado na literatura.

Como pode ser visto na Tabela 4, as diferentes composições lipídicas das dietas experimentais não interferiram no desenvolvimento dos animais, pois os grupos experimentais apresentaram ganho de peso semelhante, uma vez que a média de ganho de peso dos animais variou de 72 a 83%.

Observou-se que o CEA foi maior no Grupo A, indicando que mesmo com um consumo alimentar menor, o ganho de peso não diferiu dos demais grupos. Desta forma, os efeitos do óleo de soja refinado adicionado de extrato de alecrim termoxidado ou não, podem estar relacionados com uma diminuição na eficiência alimentar (ganho de peso/consumo alimentar).

Em relação ao perfil lipídico, Tabela 5, os grupos que receberam dietas com óleos termoxidados, Grupos C e D, apresentaram um aumento em todas as análises bioquímicas realizadas, reforçando que as substâncias formadas durante a termoxidação são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV).

Ratos *Wistar* são bastante resistentes em desenvolver hipercolesterolemia e aterosclerose em razão, possivelmente, do aumento na conversão de colesterol em ácidos biliares no fígado,[14] resistência esta não confirmada neste estudo, onde observou-se um elevado aumento do Colesterol total e frações com a ingestão de óleo termicamente alterados.

Piedade & Canniatti-Brazaca,[16] em estudo sobre o efeito do resíduo de abacaxizeiro e pectina cítrica no nível de colesterol de ratos *Wistar*, verificaram a efetiva redução nas concentrações do Colesterol total e LDL-Colesterol.

A administração do extrato de alecrim não alterou significativamente os valores de Colesterol total, tanto nos grupos não termoxidados (Grupos A e B), como nos grupos termoxidados (Grupos C e D), não produzindo efeito protetor.

Avaliando as frações HDL-Colesterol e LDL-Colesterol, observou-se que o Grupo A apresenta valor de HDL-Colesterol em média de 19,8% maior que o LDL-Colesterol. Já no Grupo C, esta relação é inversa, sendo o HDL-Colesterol em média 50,6% menor que o LDL-Colesterol, perdendo, portanto sua função protetora.

Além disso, o índice aterogênico, obtido pela relação LDL-Colesterol/Colesterol total,[5] foi maior nos grupos termoxidados, reforçando que o consumo de alimentos fritos representa risco, visto que o aumento da LDL-Colesterol tem um papel essencial na patogênese da aterosclerose.

As DCV representam uma relevante causa de mortalidade nas populações. As alterações causadoras de DCV ocorrem lentamente nos organismos e o estudo de compostos que diminuem o aparecimento de fatores de risco clássicos são de grande interesse. Os indicadores de risco para as DCV mais importantes são a elevação de LDL-Colesterol e a diminuição de HDL-Colesterol.[1]

Rodrigues et al.[19] encontraram valores semelhantes para a relação LDL-Colesterol/Colesterol total para animais com dietas controle (0,39) e para animais tratados com suplementação nutricional de antioxidantes (0,30), em estudo do efeito da flavonóide rutina (quercetina-3-ramnosilglicosídeo) na concentração de HDL-Colesterol.

O consumo de óleo de soja termoxidado também apresentou-se negativo em relação aos índices de triglicérides.

CONCLUSÃO

A adição de extrato de alecrim ao óleo de soja refinado submetido à termoxidação reduziu consideravelmente a formação de polímeros e produtos de decomposição, como também a formação dos produtos primários de oxidação. O uso de extrato de alecrim como antioxidante para o óleo de soja pode ser recomendado como uma boa alternativa, porém essa eficácia é diminuída quando o óleo é submetido a tempo de aquecimento alto, como 30 horas.

O consumo de óleo de soja refinado termoxidado aumentou significativante o perfil lipídico dos animais (Colesterol total e frações, Triglicérides), comprovando que as substâncias formadas durante a termoxidação são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

AGRADECIMENTOS

À Cargil Agrícola S/A e à Danisco S/A por cederem os materiais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, pelo apoio ao projeto CC PI n° 130/IC.

Ao apoio técnico das veterinárias Camila Montanari Ruiz, Karina Ferreira de Castro, Carla Daniele Dan De Nardo, e do biólogo Fabiano Martinez Rossi, do Hospital Veterinário do Centro Universitário de Rio Preto.

COIMBRA, M.C.; BRUNO, F.; GALLO, F.; CARRETA, R.; COSTA, R.B.; DEL RE, P.V.; JORGE, N. Rosemary extract in soybean oil applying and its relationship with the lipidic profile *in vivo*. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n.3, p. 309-314, 2007.

■ABSTRACT: The objective of this work was to analyze, in thermoxidation conditions, the rosemary extract antioxidant effect on soybean oil and its impact on the lipidic profile *in vivo*. The refined soybean oils added to rosemary extract were submitted to thermoxidation (180°C for 30 hours) and analysed as for their oxidative stability, total polar compounds, peroxide index and conjugated dienes. The biological trial was carried out with 32 *Wistar* rats, recently weaned, 40 days, in four groups. The animals were given the AIN-93G diet, differing only on the type of oil referred to. Total cholesterol, HDL-Cholesterol, LDL-Cholesterol, and Triglycerides biochemical analyses were performed. The rosemary extract showed an antioxidant effect on the refined soybean oil, decreasing in 20% the polymers and the decomposing products buildup and in 10%.the primary oxidation products buildup. The consumption of thermoxidized oil increased significantly the lipidic profile, once the supplement of refined soybean oil with rosemary extract on the diet, was not efficient as a protective agent.

■KEYWORDS: Rosemary; soybean oil; antioxidants; cholesterol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MAGANIJAN, D.; BATLOUNI, M. Impacto dos fatores de risco tradicionais. **Rev. Soc. Cardiol.,** São Paulo, v.10, p.686-693, 2000.
2. AMERICAN OIL CHEMISTRY SOCIETY. **Official methods and recommended practices.** Champaign, 1993. 60p.
3. ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos:** teoria e prática. 2.ed. Viçosa: UFV, 1989. 60p.
4. CELLA, R. C. F. et al. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v.22, n.2, p.111-116, 2002.
5. DE LA CRUZ, J. et al. Lipid peroxidation, glutathione system in hyperlipidemic rabbits: influence of olive oil. **Biochim. Biophys. Acta,** Amsterdam, v.1485, p.36-44, 2000.
6. DE LUCCA, R. R. et al. **Manual para técnicos em bioterismo**. São Paulo: Winner Graph, 1996. 60p.
7. DOBARGANES, M.C. et al. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats. **Pure Appl. Chem.,** Oxford, v. 72, n.8, p. 1563-1575, 2000.
8. FIRESTONE, D. et al. Regulation of frying fats and oils. **Food Technol**., Chicago, v.45, n.2, p.90-94, 1991.
9. FRIEDEWALD, W.T. et al. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin. Chem.,** Washington, v.18, n.6, p.499-503, 1972.
10. GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477p.
11. GUERRA, N. B.; LAJOLO, F. M. Ação antioxidante de especiarias face diferentes atividades de água. **Ciênc. Tecnol. Alim.,** Campinas, v.25, n.1, p.45-50, 2007
12. JORGE, N.; JANIERE, C. Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 29, n.5, p.1001-1007, 2005.
13. LANGSETH, L. Antioxidant and their effect on health. In: SCMIDL, M.K.; LABUZA, TP. **Essential of functional food**. Maryland: Aspen, 2000. 60p.
14. MACHADO, D. F. et al. Efeito de probiótico na modulação dos níveis de colesterol sérico e no peso do fígado de ratos alimentados com dieta rica em colesterol e ácido cólico. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 23, n. 2, p.270-275, 2003.
15. MONFERRER, A.; VILLALTA, J. La fritura desde un punto de vista práctico (II). **Alim. Equipos Tecnol**., v. 21, n.4, p.87-91, 1993.

16. PIEDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sangüíneo em ratos. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 149-156, 2003.
17. RAMALHO, V. C. **Ação antioxidante de a-tocoferol e extrato de alecrim em óleo de soja submetido à termoxidação.** 2005. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2005.
18. REEVS, P. G. et al. AIN-93 purified diets for laboratoy rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodend diet. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.123, n. 11, p.1939-1951, 1993.
19. RODRIGUES, H. G. et al. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL **Rev. Nutr**., Campinas, v.16, n.3, p.315-320, 2003.
20. SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingred. South Am**., Campinas, v.18, p.64-71, 2002.
21. SHAHID, F. Antioxidants in food and food antioxidants. **Narshung,** v.44, p.158-163, 2000.
22. SILVA, F. A. M. et al. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Quim. Nova**, São Paulo, v.22, n.1, p.94-103, 1999.