

# Avaliação da capacidade antioxidante do extrato de gengibre (*Gengiber officinale*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada

## Evaluation of the antioxidant capacity of ethanolic ginger extract (*Gengiber officinale*) in accelerated incubator-storage test

RIALA6/1121

Denise ANDREO, Neuza JORGE\*

\*Endereço para correspondência: UNESP, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054-000, São José do Rio Preto-SP. Tel: (17) 3221-2257. E-mail: njorge@ibilce.unesp.br.

Recebido: 02/05/2007 – Aceito para publicação: 30/08/2007

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade antioxidante do extrato etanólico de gengibre em óleo de soja, submetido ao teste de estocagem acelerada. Quatro tratamentos foram preparados e submetidos a um teste de estocagem acelerada em estufa, a 60°C durante 12 dias: óleo de soja refinado (OSR) isento de antioxidantes sintéticos – OSR (controle), óleo de soja adicionado de 2.500mg/kg de extrato etanólico de gengibre – OSR + EG, óleo de soja adicionado de 50 mg/kg do antioxidante sintético TBHQ (terc-butilhidroquinona) – OSR + TBHQ e óleo de soja adicionado de 2.500mg/kg de extrato etanólico de gengibre mais 50 mg/kg de TBHQ – OSR + M. Amostras de cada tratamento foram recolhidas nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 dias de estocagem, e analisadas quanto ao índice de peróxidos e dienos conjugados. Os resultados das determinações analíticas mostraram que a capacidade antioxidante no extrato de gengibre decresce de acordo com os tratamentos utilizados e na seguinte ordem: OSR + M = OSR + TBHQ > OSR + EG > OSR.

**Palavras-chave.** antioxidante, estocagem acelerada, estufa, gengibre, óleo de soja.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the antioxidant capacity of ginger ethanolic extract in soybean oil exposed to the accelerated incubator-storage test. Four treatments were prepared and analyzed by means of accelerated storage test in incubator at 60°C during 12 days: synthetic antioxidant substance free - refined soybean oil (RSO) (control), soybean oil supplemented with 2500 mg/kg of ethanolic ginger extract – RSO + EG, soybean oil supplemented with 50 mg/kg of synthetic antioxidant substance TBHQ (Terc-butylhydroquinone) – RSO + TBHQ, and soybean oil supplemented with 2500 mg/kg of ethanolic ginger extract and 50 mg/kg of TBHQ – RSO + M. Samples from each treatment were collected at 0, 3, 6, 9 and 12 days of storage, and peroxide index and conjugated dienes were determined. The results from this analytical determination showed that the antioxidant capacity in ethanolic ginger extract decreases according to exposed treatment in the following order: OSR + M = OSR + TBHQ > OSR + EG > OSR.

**Key words.** antioxidant, accelerated storage incubator, ginger, soybean oil.

## INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras são compostos pertencentes ao grupo dos lipídios, formados principalmente por triacilgliceróis, que são ésteres de ácidos graxos com glicerol<sup>1</sup>.

Os óleos e gorduras são importantes no processamento de alimentos, pois conferem sabor agradável, textura e aroma particulares às preparações<sup>2</sup>.

Durante o processo de aquecimento, os óleos são continuamente expostos a vários fatores que levam a uma grande diversidade de reações químicas, tais como: hidrólise, oxidação e polimerização da molécula do triacilglicerol, favorecendo a formação de radicais livres e diversas substâncias nocivas à saúde do ser humano<sup>3</sup>.

Com o objetivo de retardar os processos oxidativos, alguns compostos antioxidantes são adicionados aos alimentos. Estas substâncias com a capacidade de retardar as oxidações lipídicas podem ser naturais ou sintéticas, e atuam de diversas maneiras: interrompendo a cadeia de reações oxidativas; cedendo um hidrogênio a um radical lipídico livre e assumindo a forma de radical estável, diminuindo assim, o número de radicais livres; reduzindo a velocidade da oxidação e prolongando-se o período de indução, que consiste no tempo que o material analisado necessita para começar a apresentar sinais detectáveis de oxidação<sup>4</sup>.

Os antioxidantes podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação como primários ou secundários. Alguns antioxidantes primários com baixa atividade antioxidante podem ser combinados, atuando como sinergistas. Dessa forma, um antioxidante sintético, por exemplo, pode ser utilizado em baixas concentrações se o sinergista é simultaneamente adicionado ao alimento<sup>4</sup>.

No entanto, o emprego de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto a sua inocuidade e, devido a isso, pesquisas estão voltadas para a busca de compostos naturais que exibam esta propriedade funcional, atuando sozinhos ou sinergisticamente com outros aditivos, como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e diminuir o uso dos antioxidantes sintéticos<sup>5</sup>.

Dentre as fontes de antioxidantes naturais podem-se citar as frutas, as ervas e as especiarias, tais como o alecrim, a sálvia e o gengibre<sup>6,7,8</sup>.

O gengibre (*Gengiber officinale*) é uma especiaria, comumente utilizada devido ao seu aroma doce e sabor pungente. O rizoma de gengibre também é conhecido devido a sua atividade antioxidante<sup>9</sup>.

Em estudo realizado por Zancan et al<sup>10</sup>, concluiu-se que a atividade antioxidante da oleoresina de gengibre deve-se principalmente aos gingeróis e shogaios, substâncias que conferem ao gengibre *in natura* seu sabor característico.

Em estudos anteriores ficou comprovado que a extração dos compostos bioativos do gengibre é mais eficiente quando são utilizados solventes com polaridade intermediária, como o grupo dos álcoois, por exemplo<sup>11,12</sup>. Devido a isso, o etanol foi

selecionado para este estudo. Além disso, sabe-se também que o etanol não é um solvente tóxico e os resíduos gerados pela extração não causam agressões ao meio ambiente.

Para verificar a estabilidade de óleos adicionados de antioxidantes pode-se utilizar a sua estocagem em condições normais e aceleradas, com aumento de temperatura, e realizar análises periódicas para acompanhar as alterações químicas, físicas e sensoriais<sup>13,14</sup>.

Diante disso, este trabalho objetivou a avaliação da capacidade antioxidante do extrato etanólico de gengibre, adicionado ao óleo de soja submetido ao teste acelerado em estufa, e também o seu efeito sinérgico com o antioxidante sintético terc-butilhidroquinona (TBHQ), utilizado atualmente pelas indústrias de alimentos com o objetivo de retardar as alterações oxidativas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Óleo

Para a realização do experimento foi utilizado óleo de soja refinado (OSR), sem adição de antioxidantes sintéticos, conforme informações fornecidas pela indústria fabricante da marca utilizada. Utilizou-se embalagens contendo 900mL de óleo de soja refinado, adquiridos no comércio do município de Uberlândia-MG. As amostras de óleo adquiridas eram todas do mesmo lote e estavam dentro do prazo de validade indicado na embalagem.

### Gengibre

Neste trabalho, utilizou-se, aproximadamente, 1kg de rizomas de gengibre (*Gengiber officinale*) *in natura*, adquiridos no comércio do município de São José do Rio Preto-SP. Os rizomas de gengibre *in natura* foram fatiados, colocados em bandejas de alumínio e desidratados em estufa com circulação de ar à temperatura de 55°C durante, aproximadamente, 24 horas<sup>11</sup>. Após a desidratação, o material foi triturado em moinho de facas, até transformar-se em pó fino. O gengibre em pó foi armazenado em pote de vidro tampado, inertizado com fluxo de nitrogênio e congelado a -18°C até o momento da utilização.

### Antioxidantes

O antioxidante sintético utilizado foi o TBHQ, apresentado na forma de pó, cedido pela empresa Danisco S/A.

O extrato etanólico de gengibre foi obtido de acordo com a metodologia descrita por Rehman, Salariya e Habib<sup>11</sup>. O gengibre desidratado (10g) foi mantido sob agitação permanente, em etanol (100mL), à temperatura ambiente (25 ± 2°C) durante 12 horas e, em seguida, centrifugado a 3.000rpm, por 10 minutos. Após a transferência do sobrenadante, o precipitado foi novamente submetido ao processo de extração nas mesmas condições anteriormente explicitadas, e os sobrenadantes resultantes de cada extração foram combinados. Em seguida, procedeu-se a remoção do

solvente, em evaporador rotativo sob pressão reduzida a 40°C. O extrato seco foi pesado e ressuspenso em etanol, obtendo-se uma solução-estoque contendo um grama de extrato etanólico para cada dez gramas de solvente etanol (1:10g/g), utilizada para aplicação direta no óleo de soja refinado.

### Ensaio experimental

Quatro tratamentos foram submetidos ao teste de oxidação acelerada em estufa a 60°C:

- Óleo de soja refinado, sem adição de antioxidantes – controle (OSR);
- Óleo de soja refinado, com adição de 2.500mg/kg de extrato de gengibre (OSR + EG);
- Óleo de soja refinado, com adição de 50mg/kg de TBHQ (OSR + TBHQ);
- Óleo de soja refinado, com adição da mistura de antioxidantes, ou seja, 2.500 mg/kg de extrato etanólico de gengibre e 50mg/kg de TBHQ (OSR + M).

Os tratamentos foram realizados em estufa aquecida, utilizando-se béqueres de 50mL contendo 40mL de óleo. A temperatura utilizada foi 60°C, normalmente utilizada em testes de estocagem acelerada<sup>15,16</sup>. O aquecimento foi conduzido de modo contínuo por 12 dias e amostras foram recolhidas a cada três dias (0, 3, 6, 9 e 12 dias).

O ensaio foi conduzido em duas repetições e as amostras foram analisadas quanto ao índice de peróxidos e dienos conjugados.

### Métodos

Com o objetivo de avaliar as alterações oxidativas primárias, utilizou-se as análises físico-químicas de peróxidos e dienos conjugados para a avaliação dos resultados obtidos após o teste de estocagem acelerada.

### Índice de peróxidos

Denomina-se índice de peróxidos a quantidade de oxigênio ativo, calculada em miliequivalentes, contida em um quilograma de óleo medida a partir do iodo liberado do iodeto de potássio pelos peróxidos presentes no óleo. Foi determinado segundo a norma da AOCS Cd 8-53<sup>17</sup>.

### Dienos conjugados

Este método determina dienos conjugados de ligações insaturadas, expressos como porcentagens de ácidos dienóicos conjugados. A determinação de dienos conjugados foi efetuada por meio do método oficial AOCS Ti 1a-64<sup>17</sup>.

### Análise dos dados

Foram considerados os seguintes fatores: tratamentos (OSR, OSR + EG, OSR + TBHQ, OSR + M) e tempos de aquecimento (0, 3, 6, 9 e 12 dias).

Os resultados obtidos de índice de peróxidos e dienos conjugados, em duas repetições, foram submetidos às análises de variância para determinar a influência dos fatores, sobre a alteração dos óleos submetidos ao teste acelerado em estufa. O experimento foi realizado em esquema fatorial 4 x 5, no delineamento inteiramente casualizado<sup>18</sup>. Foi aplicado o teste de Tukey, e as análises de variância foram obtidas pelo programa ESTAT, versão 2.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações oxidativas primárias podem ser avaliadas por meio da determinação de hidroperóxidos e dienos conjugados, formados pela perda de ácidos graxos insaturados, devido à presença de oxigênio. Já as alterações secundárias são acompanhadas pela formação de compostos carbonila, malonaldeído e outros aldeídos, hidrocarbonetos e produtos fluorescentes<sup>19,20</sup>.

### Índice de peróxidos

O índice de peróxidos pode ser utilizado para quantificar os hidroperóxidos formados no alimento durante um período de estocagem. Com isso, é possível também verificar o efeito do antioxidante na estabilidade do óleo.

A Tabela 1 apresenta os resultados médios de índice de peróxidos para os tratamentos OSR, OSR + EG, OSR + TBHQ e OSR + M, submetidos ao teste acelerado em estufa a 60°C por 12 dias. Em cada tempo, a atividade antioxidante dos tratamentos é maior quanto menor o índice de peróxidos em relação ao controle.

**Tabela 1.** Valores médios de índice de peróxidos (meq/kg) para os tratamentos submetidos ao teste acelerado em estufa a 60°C.

Tratamentos	Tempos de aquecimento (dias)				
	0	3	6	9	12
OSR	0,79 <sup>eA</sup>	2,11 <sup>dA</sup>	21,93 <sup>eA</sup>	46,28 <sup>bA</sup>	61,56 <sup>aA</sup>
OSR + EG	0,54 <sup>eA</sup>	1,78 <sup>dA</sup>	4,53 <sup>cB</sup>	14,46 <sup>bB</sup>	26,63 <sup>aB</sup>
OSR + TBHQ	0,89 <sup>dA</sup>	1,64 <sup>dA</sup>	3,03 <sup>cC</sup>	5,09 <sup>bC</sup>	6,08 <sup>aC</sup>
OSR + M	0,54 <sup>eA</sup>	1,43 <sup>eA</sup>	2,77 <sup>bC</sup>	4,27 <sup>aC</sup>	5,21 <sup>aC</sup>

(OSR): óleo de soja refinado, TBHQ: antioxidante sintético terc-butilhidroquinona, (OSR + EG) – OSR + 2.500 mg/kg de extrato de gengibre, (OSR + TBHQ) – OSR + 50 mg/kg de TBHQ, (OSR + M) – OSR + 2.500 mg/kg de extrato de gengibre + 50 mg/kg de TBHQ.

a, b ... (linha) – em cada Tratamento, 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 Tratamentos seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Pode-se verificar pela análise na Tabela 1, um acréscimo no índice de peróxidos, em todos os tratamentos, com o tempo de aquecimento dos óleos na estufa, o que indica o desenvolvimento de produtos primários da oxidação lipídica. Nos óleos de soja adicionados do antioxidante sintético TBHQ e da mistura, observa-se um aumento menos drástico ao longo dos tempos de aquecimento.

Com relação aos tratamentos dentro de cada tempo de aquecimento, nota-se que em até 3 dias de aquecimento não foi observada diferença significativa entre as médias dos índices de peróxidos para os tratamentos estudados. Os tratamentos OSR + EG, OSR + TBHQ e OSR + M demonstraram um desempenho estatisticamente diferente do controle (OSR) somente a partir de 6 dias de aquecimento na estufa. O TBHQ e a mistura de antioxidantes adicionados ao óleo de soja apresentaram comportamento semelhante quanto à formação de peróxidos em todos os tempos de aquecimento. Além disso, ao final do experimento, as atividades antioxidantes do TBHQ e da mistura foram superiores à atividade do extrato de gengibre na concentração de 2.500mg/kg.

Os tratamentos OSR + EG, OSR + TBHQ e OSR + M foram eficientes na proteção do óleo, com relação à formação de peróxidos; o extrato de gengibre reduziu em 57%, o TBHQ reduziu em 90% e a mistura do antioxidante sintético TBHQ com o extrato etanólico de gengibre reduziu em 92% a formação de peróxidos do óleo após 12 dias de estocagem acelerada a 60°C. Nota-se que a adição do extrato de gengibre ao óleo de soja não foi tão eficiente quanto o antioxidante sintético TBHQ e a mistura de antioxidantes, contra a formação de peróxidos.

Com relação à eficiência contra a formação de peróxidos durante este período de estocagem acelerada, podem-se classificar os tratamentos da seguinte maneira: OSR + M = OSR + TBHQ > OSR + EG > OSR.

O TBHQ tem se mostrado mais eficiente que os antioxidantes naturais, quando adicionado na dosagem máxima de 200mg/kg. Gámez-Mesa et al.<sup>21</sup> verificaram que o TBHQ obteve melhor resultado que o extrato de bagaço de uvas, contra a formação de peróxidos, em óleo de soja, durante estocagem a 60°C.

Almeida-Doria e Regitano-D'Arce<sup>15</sup> verificaram que o TBHQ, aplicado na concentração de 200mg/kg foi mais eficiente na proteção contra a formação de peróxidos em óleo de soja, do que extratos etanólicos de alecrim e orégano, a partir de 5 e 7 dias em teste de estocagem acelerada a 63°C.

### Dienos conjugados

A medida quantitativa dos dienos conjugados tem sido largamente utilizada para a determinação da oxidação de óleos e gorduras. A peroxidação dos ácidos graxos insaturados acompanha a mudança da dupla ligação na formação dos hidroperóxidos conjugados. Essa estrutura conjugada absorve fortemente a luz ultravioleta no comprimento de onda entre 232 e 234 nm<sup>22,23</sup>.

O acompanhamento dos espectros de absorção na faixa do ultravioleta das amostras de óleo fornece uma boa indicação das alterações que ocorrem durante o processo oxidativo, visto que o índice de peróxidos não reflete o aumento da degradação do óleo com o tempo de aquecimento. Por serem instáveis, os peróxidos são rapidamente formados e quebrados em compostos menores, porém, os dienos conjugados que se formam concomitantemente, permanecem no óleo aquecido<sup>24</sup>.

A Tabela 2 apresenta os resultados médios de dienos conjugados para os tratamentos OSR, OSR + EG, OSR + TBHQ e OSR + M, submetidos ao teste acelerado em estufa a 60°C por 12 dias. Em cada tempo, a atividade antioxidante dos tratamentos é maior quanto menor o valor de dienos conjugados em relação ao controle.

Pode-se observar, pela análise dos resultados que até o tempo de aquecimento de 3 dias não houve formação significativa de dienos conjugados nos tratamentos utilizados. Esta formação começou a ser detectada estatisticamente apenas a partir do tempo de aquecimento de 6 dias em estufa. A partir daí, observa-se que os tratamentos OSR + EG, OSR + TBHQ e OSR + M foram eficientes contra a formação de dienos conjugados, pois diferiram do controle. A maior formação de dienos no óleo indica formação de compostos primários de oxidação lipídica mais acentuada nesse óleo do que nos demais tratamentos.

**Tabela 2.** Valores médios de dienos conjugados (%) para os tratamentos submetidos ao teste acelerado em estufa a 60°C.

Tratamentos	Tempos de aquecimento (dias)				
	0	3	6	9	12
OSR	0,23 <sup>dA</sup>	0,27 <sup>dA</sup>	0,45 <sup>eA</sup>	0,65 <sup>bA</sup>	0,89 <sup>aA</sup>
OSR + EG	0,26 <sup>eA</sup>	0,28 <sup>eA</sup>	0,29 <sup>eB</sup>	0,37 <sup>bB</sup>	0,50 <sup>aB</sup>
OSR + TBHQ	0,25 <sup>bA</sup>	0,22 <sup>bA</sup>	0,22 <sup>bC</sup>	0,27 <sup>abC</sup>	0,31 <sup>aC</sup>
OSR + M	0,27 <sup>aA</sup>	0,27 <sup>aA</sup>	0,30 <sup>aB</sup>	0,27 <sup>aC</sup>	0,29 <sup>aC</sup>

(OSR): óleo de soja refinado, TBHQ: antioxidante sintético terc-butilhidroquinona, (OSR + EG) – OSR + 2.500 mg/kg de extrato de gengibre, (OSR + TBHQ) – OSR + 50 mg/kg de TBHQ, (OSR + M) – OSR + 2.500 mg/kg de extrato de gengibre + 50 mg/kg de TBHQ.

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

Após o final do processo, pode-se verificar que o extrato etanólico de gengibre demonstrou efeito antioxidante durante todo o aquecimento, embora tenha apresentado o menor nível de proteção, com 44% de redução da formação de dienos conjugados após 12 dias de estocagem acelerada. A aplicação do antioxidante sintético TBHQ e da mistura de TBHQ e extrato etanólico de gengibre foram mais efetivas entre os tratamentos testados, embora não tenham apresentado diferença significativa entre si na proteção do óleo de soja refinado estocado a 60°C com relação à formação de dienos conjugados. O óleo adicionado de TBHQ apresentou redução de 65%, e a mistura de TBHQ e extrato de gengibre apresentou 67% de redução na formação desses compostos no final do processo.

Ruth, Shaker e Morrissey<sup>25</sup> observaram redução de 23% no valor de dienos conjugados em óleo de linhaça, com a adição de 4% de extrato metanólico de semente de soja.

O extrato etanólico de manjeriço retardou a formação de dienos conjugados durante a estocagem de carne de porco, evidenciando a utilização de extratos naturais com características polares contra a oxidação lipídica<sup>26</sup>.

A comparação entre antioxidantes sintéticos e naturais quanto à capacidade antioxidante depende do tipo do composto analisado e da concentração utilizada. Os valores de dienos conjugados em óleo de milho com adição de 20% de extrato etanólico de germe de trigo torrado foram inferiores ao do óleo contendo 0,02% de BHA, em estudo realizado por Krings et al.<sup>27</sup>.

Iqbal e Bhanger<sup>28</sup> estudaram a formação de dienos conjugados em óleo de girassol adicionado de extrato metanólico de alho, em estocagem acelerada. As concentrações de 250, 500 e 1.000mg/kg foram comparadas com os antioxidantes sintéticos BHA e BHT (200mg/kg). Após 80 minutos de aquecimento a 185°C, concluíram que o óleo de girassol adicionado de 200mg/kg de BHT foi o mais eficiente na inibição da formação de dienos conjugados, seguido da amostra contendo 1.000 mg/kg de extrato metanólico de alho.

Em estudo realizado por Zandi e Gordon<sup>29</sup>, extrato metanólico de folhas de chá verde (0,25%) foi capaz de retardar a formação de dienos conjugados em óleo de canola, durante 20 dias de estocagem acelerada.

Os resultados encontrados neste estudo podem ser considerados satisfatórios, porém as seguintes considerações devem ser ressaltadas: a espécie de gengibre, as condições de plantio, bem como o processamento e o armazenamento do óleo utilizado para o estudo, podem interferir no resultado final, com relação à atividade antioxidante.

## CONCLUSÃO

Apesar de o antioxidante sintético TBHQ ter apresentado proteção superior ao óleo, nas concentrações utilizadas neste estudo, deve-se ressaltar a vantagem de se optar pelo uso do extrato etanólico de gengibre como antioxidante

natural, pois após a avaliação dos resultados, foi possível concluir que o extrato etanólico de gengibre foi capaz de prevenir a oxidação lipídica à temperatura de 60°C e, portanto, poderia ser indicado como antioxidante natural em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. Vale ressaltar, porém, que estudos mais específicos envolvendo o extrato etanólico de gengibre devem ser realizados para avaliar os componentes responsáveis pela ação antioxidante apresentada pelo extrato.

Concluiu-se também que o sinergismo entre o antioxidante natural e o TBHQ, nas mesmas concentrações em que foram adicionadas separadamente, não melhorou a eficiência em retardar a oxidação lipídica do óleo de soja no teste acelerado em estufa.

A atividade antioxidante dos diversos tratamentos testados neste estudo decresceu na seqüência: OSR + M = OSR + TBHQ > OSR + EG > OSR.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS

1. Turatti JM, Gomes RAR, Athié I. Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências. Campinas: ITAL; 2002.
2. Salinas RD. Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia. 3<sup>th</sup> ed., Porto Alegre: Artmed, 2002; p. 99-131.
3. Takeoka GR, Full GH, Dao LT. Effect of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oils and fats. *J Am Oil Chem Soc.* 1997; 45:3244-9.
4. Ordóñez JA et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. vol I. Porto Alegre: Artmed, 2005; p. 33-49.
5. Melo EA, Guerra NB. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. *Bol SBCTA* 2002;36:1-11.
6. Soong Y-Y, Barlow PJ. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chem.* 2004;88:411-417.
7. Jaswir I, Che-Man YB, Kitts DD. Use of natural antioxidants in refined palm olein during repeated deep-fat frying. *Food Res Intern.* 2000;33:501-8.
8. Shobana S, Naidu KA. Antioxidant activity of selected Indian spices. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2000;62:107-10.
9. Jitoe A, Masuda T, Tengah IGP, Suprpta DN, Gara IW, Nakatani N. Antioxidant activity of tropical ginger extract and analysis of the contained curcuminoids. *J Agric Food Chem.* 1992; 40:1337-40.

10. Zancan KC, Marques MOM, Petenate AJ, Meireles MAA. Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO<sub>2</sub> and co-solvents: a study of the antioxidant action of the extracts. *J Supercrit Fluids*. 2002;24:57-76.
11. Rehman ZU, Salariya AM, Habib F. Antioxidant activity of ginger extract in sunflower oil. *J Sci Food Agric*. 2003;83:624-9.
12. Kaur C, Kapoor HC. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Intern J Food Sci Technol*. 2002; 37:153-61.
13. Dutton HJ. Analysis of fats and oils. *J Am Oil Chem Soc*. 1978; 55:806-8.
14. Faria JAF. Antioxidantes e estabilidade de óleos comestíveis. *Óleos e Grãos* 1994; 20:32-4.
15. Almeida-Doria RF, Regitano-D'Arce AB. Antioxidant activity of rosemary and oregano ethanol extracts in soybean oil under thermal oxidation. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2000; 20: 197-203.
16. Kim SY, Jeong SM, Park WP, Nam KC, Ahn DU, Lee SC. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grapes seed extracts. *Food Chem*. 2005;97:472-9.
17. AOCS. American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign; 1993.
18. Banzatto DA,; Kronka SN. Experimentação agrícola. 4<sup>th</sup> ed. Jaboticabal: Funep, 2006.
19. Gray JJ. Measurement of lipid oxidation: a review. *J Am Oil Chem Soc*. 1978;55:538-46.
20. Shaidi F. Natural antioxidants: an overview. In: Shaidi F. Natural antioxidants: chemistry, health, effects and applications. Champaign: AOAC, 1996; p. 1-11.
21. Gámez-Meza N, Noriega-Rodriguez JA, Medina-Juarez LA, Ortega-Garcia J, Cazarez-Casanova R, Angulo-Guerrero O. Antioxidant activity in soybean oil of extract from Thompson grape bagasse. *J Am Oil Chem Soc* 1999;76:1445-7.
22. Kulas E, Ackman R. Different tocopherols and the relationship between two methods for determination of primary oxidation products in fish oil. *J Am Oil Chem Soc*. 2001; 49:1724-9.
23. Wheatley RA. Some trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation. *Tr Anal Chem*. 2000; 19:617-28.
24. Cella RCF, Regitano-D'Arce MAB, Spoto MHF. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2002;22:111-16.
25. Ruth SMV, Shaker ES, Monrresse P.A. Influence of methanolic extracts of soybean seeds and soybean oil on lipid oxidation in linseed oil. *Food Chem*. 2001; 75:177-84.
26. Juntachote T, Berghofer E, Siebenhandl S, Bauer F. Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. *Food Chem*. 2007; 100:129-35.
27. Krings U, El-Saharty YS, El-Zeany BA, Pabel B, Berger RG. Antioxidant activity of extracts from roasted wheat germ. *Food Chem*. 2000;71: 91-5.
28. Iqbal S, Bhanger MI. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chem*. 2007;100:246-54.
29. Zandi P, Gordon MH. Antioxidant activity of extracts from old teas leaves. *Food Chem*. 1999;64:285-8.