

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE COENTRO (*Coriandrum sativum* L.)¹

Enayde de Almeida MELO^{2,*}, Jorge MANCINI FILHO³, Nonete Barbosa GUERRA⁴,

Giselle Rabelo MACIEL⁵

RESUMO

A atividade antioxidante de diferentes extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.), isolados, associados entre si e com o BHT foi investigada. A ação antioxidante, exercida pelos extratos etéreo, etanólico e aquoso, obtidos por processo de extração seqüencial, foi avaliada através de sistema modelo β -caroteno/ácido linoléico e os compostos responsáveis por esta ação identificados. O efeito sinérgico entre os extratos aquoso e etéreo foi avaliado utilizando o planejamento fatorial 2^2 . Os extratos aquoso, etéreo e etanólico exibiram 69,83%, 61,89% e 40,50%, respectivamente, de proteção contra a oxidação. Compostos fenólicos foram detectados nos dois primeiros extratos e constatada a presença de carotenóides no etéreo. Ao combinar os dois extratos, em diferentes concentrações, o percentual de inibição da oxidação foi inferior ao dos extratos isolados, demonstrando não haver sinérgico entre eles. Associações de diferentes concentrações de BHT com o extrato aquoso exibiram elevada ação antioxidante, enquanto com o extrato etéreo esta ação foi levemente superior a do extrato isolado. A habilidade dos extratos aquoso e etéreo em retardar a oxidação pode ser atribuída, respectivamente, aos seus constituintes fenólicos e carotenóides. O extrato aquoso pode ser considerado como um potencial antioxidante, cuja ação pode ser intensificada ao ser empregado juntamente com BHT.

Palavras-chave: coentro; antioxidante; sinérgico.

SUMMARY

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CORIANDER EXTRACTS (*Coriandrum sativum* L.). The antioxidant activity of different extracts of coriander (*Coriandrum sativum*), isolated and/or combined with itself and BHT, was investigated. The etheric, ethanolic and aqueous extracts obtained by sequential extraction were evaluated for antioxidant action in a β -carotene/acid linoléico model system and the active compounds identified. The antioxidant synergistic effect between aqueous and etheric extracts was evaluated using factorial 2^2 plan. The antioxidant action of the extracts aqueous, etheric and ethanolic was 69.83%, 61.89% and 40.50%, respectively. Phenolic compounds were detected in two first extracts and carotenoids in the etheric. Combining different concentrations of etheric and aqueous extracts, the percentage of inhibition of the oxidation was inferior to that of the isolated ones, demonstrating that was no synergistic effect that occurred when the aqueous extract was associated with BHT. The ability of the aqueous and etheric extracts in delaying the oxidation can be attributed, respectively, to its phenolic and carotenoids constituent. The aqueous extract can be considered as an antioxidant potential, whose action can together be intensified to the employed being with BHT.

Keywords: coriander; synergism; antioxidant.

1 - INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica, uma das principais causas de deterioração de alimentos, pode ser prevenida pela adição de antioxidantes, dos quais os sintéticos, BHA (butil hidroxianisol), BHT (butil hidroxitolueno), PG (propil galato) e TBHQ (terc-butil hidroquinona) são os mais utilizados. O emprego destes compostos, entretanto, tem sido alvo de questionamentos quanto a sua inocuidade, motivando a busca de antioxidantes naturais que possam atuar, isolados ou sinérgicamente com outros aditivos, em substituição aos sintéticos [9, 13, 23, 24].

Pesquisas realizadas nos últimos anos relatam que muitos vegetais apresentam, em sua constituição, com-

postos com ação antioxidante, dentre os quais destacam-se as especiarias, ingredientes utilizados no preparo de alimentos, desde os primórdios da História, para melhorar ou ressaltar suas características organolépticas, bem como preservá-las. O efeito antioxidante de especiarias e ervas foi inicialmente evidenciado por CHIPAULT et al. [4], em 32 especiarias, das quais o alecrim e a sálvia foram consideradas as mais eficazes. Posteriormente, esta ação foi comprovada no orégano e no tomilho [14, 18, 25]; no gengibre [13]; na pimenta [15]; na mostarda [1]; na canela [16], no coentro [8, 19, 22], dentre outros.

O coentro (*Coriandrum sativum* L.), pertencente à família *Umbelliferae*, originário da Região do Mediterrâneo, é amplamente utilizado na culinária brasileira, especialmente na Região Nordeste. Suas folhas frescas temperam peixes, saladas, sopas e carnes, enquanto seus frutos, erroneamente denominados sementes, aromatizam molhos, lingüiça, salsicha e licores [7]. Sua ação antioxidante foi relatada por GUERRA [8]; SEMWAL & ARYA [21] e OZCAN & AKGUL [19], que, contudo, não identificaram o composto ativo. Esta constatação motivou a implementação deste estudo, com vistas a avaliar a atividade antioxidante de diferentes extratos do coentro, isolados e/ou combinados entre si, e com o BHT, antioxidante sintético, bem como identificar os principais compostos bioativos responsáveis por esta ação.

¹ Recebido para publicação em 07/01/2003. Aceito para publicação em 02/07/2003 (001050).

² Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Ciências Domésticas, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmão, CEP 52171-900, Recife – PE, Brasil. E-mail: eamelo@homelink.com.br

³ Universidade de São Paulo – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Av. Prof. Lineu Prestes, 580, CEP 05508-900, São Paulo – SP, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, LEAAL, R. Prof. Nelson Chaves, s/n. CEP 50670-901, Recife – PE, Brasil.

⁵ Bolsista de Iniciação Científica CNPq/PIBIC/UFPE

* A quem a correspondência deve ser enviada.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) do cultivar “verdão”, cedido pelo Departamento de Agronomia – UFRPE, Brasil, foi imediatamente transportado ao Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (LEAAL) do Departamento de Nutrição da UFPE, no qual foram realizados os experimentos. Após lavagem em água corrente, foi procedido o descarte das raízes; folhas e talos, dispostos sobre tela de nylon, foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 45°C, por 48 horas. A especiaria desidratada foi triturada e, em seguida, passada em tamis de 80mesh, para obtenção de um pó uniforme, que foi acondicionado em sacos de polietileno e mantido sob congelamento (-18°C), durante todo o desenvolvimento do trabalho.

2.1 – Obtenção dos extratos

Os extratos etéreo, etanólico e aquoso foram obtidos por processo de extração seqüencial. O coentro desidratado (10g) foi mantido, por 60 minutos, sob agitação permanente, em éter etílico (100mL), à temperatura ambiente (25°C ± 2°C) e, em seguida, centrifugado a 3000g, por 10 minutos. Após transferência do sobrenadante, o precipitado foi novamente submetido ao processo de extração e os sobrenadantes resultantes combinados, o precipitado reutilizado para a extração com etanol e, subsequente, com água destilada nas condições anteriormente explicitadas. Após clarificação dos extratos etéreo e etanólico por carvão ativo (1g), foi procedida a remoção dos solventes utilizados para a obtenção dos extratos etéreo, etanólico e aquoso, sob pressão reduzida a 40°C, 50°C e 60°C, respectivamente, com vistas a determinar, por pesagem direta, o teor da matéria seca dos mesmos. Os extratos secos foram então ressuspensos em 50mL do solvente correspondente e colocados em tubos âmbar, os quais, após aplicação de um fluxo de nitrogênio, foram fechados e mantidos sob congelamento (-18°C), até o momento das análises.

2.2 – Atividade antioxidante

Para todos os extratos, a atividade antioxidante foi determinada pela oxidação acoplada do β-caroteno e do ácido linoléico, segundo a metodologia descrita por MARCO [17] e modificada por HAMMERSCHMIDT & PRATT [10]. A atividade antioxidante, expressa como percentual de inibição da oxidação, foi calculada em relação a 100% da oxidação do controle (sem antioxidante). Como termo de comparação, foi utilizada a atividade antioxidante do BHT, determinada nas mesmas condições.

2.3 – Caracterização dos extratos

2.3.1 – Compostos fenólicos totais

A concentração dos compostos fenólicos totais nos extratos brutos foi determinada por espectrofotometria, através do reagente Folin-Ciocalteu (Merck), segundo a metodologia descrita por WETTASINGHE &

SHAHIDI [26] e curva padrão de catequina. Os resultados foram expressos em equivalente de catequina, por grama de matéria seca.

2.3.2 – Carotenóides totais

A extração dos carotenóides presentes no extrato etéreo foi efetuada segundo a metodologia descrita por RODRIGUEZ-AMAYA [21]. O espectro de absorção UV-visível (350 – 550nm) do pigmento foi obtido utilizando espectrofotômetro Hitachi – U 3200.

2.4 – Efeito sinérgico

2.4.1 – Entre os extratos de coentro: aquoso e etéreo

A possibilidade de sinérgico entre os extratos aquoso e etéreo foi investigada através de planejamento fatorial 2², com duas variáveis independentes (fatores – extrato aquoso e etéreo), dois níveis de cada fator (duas diferentes concentrações de cada extrato) e uma variável dependente (resposta- % inibição da oxidação). A faixa de interesse experimental (níveis), limites inferior (-1) e superior (+1) de cada fator, foi determinada considerando a curva de inibição de oxidação obtida com diferentes concentrações do extrato aquoso e etéreo, com base no teor de fenólicos e carotenóides totais, respectivamente. A combinação desses fatores originou a seguinte matriz de planejamento:

Ensaio	Extrato aquoso	Extrato etéreo
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1

2.4.2 – Entre os extratos de coentro (aquoso e etéreo) e BHT

Extratos aquoso e etéreo nas concentrações que exibiram a maior ação antioxidante foram associados “de per si” a diferentes concentrações de BHT (10, 25, 50, 100 e 150ppm) e avaliados quanto a atividade antioxidante, segundo a metodologia descrita anteriormente [10, 17].

2.5 – Tratamento estatístico dos dados

Todas as determinações foram efetuadas em triplicata e os dados obtidos submetidos à análise de variância (Teste F) e Teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando o programa estatístico Minitab “for Windows”. As respostas do planejamento fatorial foram avaliadas quanto aos efeitos principais e as interações entre os fatores através dos programas Entrada e Modreg, ambos via DOS, desenvolvidos por BARROS NETO, SCARMINIO & BRUNS [2].

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo aplicado ao coentro permitiu a extração de compostos apolares, de polaridade intermediária e elevada em quantidade variada, em função do solvente utilizado, conforme demonstrado na *Tabela 1*. O extrato aquoso apresentou um rendimento significativamente superior aos demais, comprovando, portanto, a eficácia deste solvente, que certamente foi maximizada pela utilização de material previamente desidratado [12]. Este resultado, segundo JULKUNEN-TIITTO [11], é devido à predominância de compostos fenólicos em vegetais, os quais, em sua maioria, são solúveis em solventes polares. A quantidade de material extraído pode ainda ter sido influenciada pela composição química do substrato e a técnica de extração [5].

TABELA 1. Teor de matéria seca nos extratos etéreo, etanólico e aquoso de coentro

Extratos	Matéria seca (mg)
Etéreo	420
Etanólico	340
Aquoso	3500

Alíquotas de cada um dos extratos, contendo 400ppm, com base no peso seco do extrato, foram tomadas, para avaliar a atividade antioxidante dos mesmos. Nos resultados, dispostos na *Figura 1*, constata-se que os extratos aquoso e etéreo não diferiram entre si, de modo significativo, quanto à proteção contra a oxidação lipídica (69,83% e 61,89%, respectivamente), e que ambos foram superiores ao etanólico (40,50%) e significativamente inferiores ao BHT (97,22%).

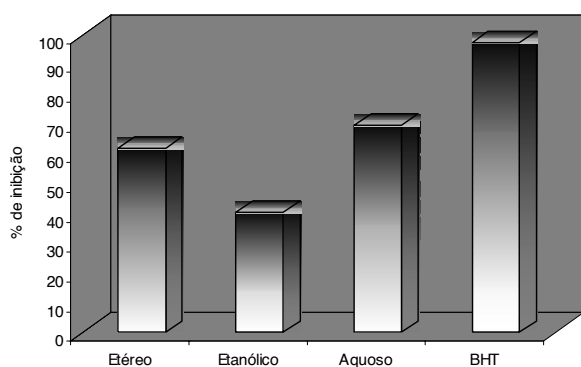


FIGURA 1. Atividade antioxidante dos extratos etéreo, etanólico e aquoso de coentro

Comparando estes resultados com os referidos por diferentes autores, contata-se que, na maioria dos casos, a intensidade deste efeito foi diferenciada. GUERRA [8], em sistema modelo liofilizado, submetido a diferentes atividades de água (0,0, 0,52 e 0,75), tendo o linoleato de metila como substrato, registrou uma maior eficácia do extrato etéreo, superior inclusive ao BHT, na aw 0,0, e ao extrato aquoso, na aw 0,75. SEMWAL &

ARYA [22] e OZCAN & AKGUL [19], usando coentro desidratado, extrato metanólico e óleo essencial de coentro, respectivamente, em óleo de girassol, constatarem um considerável efeito antioxidante. De acordo com os últimos autores, o índice de peróxido do óleo adicionado aos produtos mencionados (55,9 e 59,0 meq Kg⁻¹, respectivamente) foi levemente superior ao do óleo tratado com BHA (49,2 meq. Kg⁻¹). Estes resultados foram respaldados por WETTASINGHE & SHAHIDI [26], ao afirmarem que a ação antioxidante de um composto difere marcadamente em função das propriedades físicas e químicas do sistema modelo empregado. Este fenômeno é decorrente da afinidade do composto pela interfase óleo-ar e óleo-água do sistema lipídico e da emulsão, respectivamente, cujas propriedades são influenciadas pela natureza química do composto antioxidante envolvido [6].

Uma vez constatada a ação antioxidante dos extratos brutos, passou-se à quantificação dos compostos fenólicos neles presentes. De acordo com os resultados, foi detectada ausência destes compostos no extrato etéreo, não obstante exibir ação antioxidante similar ao aquoso, com 2734mg . 100g⁻¹ de fenólicos totais, e significativamente superior ao etanólico (128mg. 100g⁻¹). Diante destes dados, e considerando que, além dos compostos fenólicos, os vegetais contêm outros inibidores de oxidação: ácido ascórbico, ácidos hidroxicarboxílicos e carotenóides [20], e que esses últimos fitoquímicos são lipossolúveis, portanto extraíveis pelo éter, o extrato etéreo foi ensaiado quanto à presença destes compostos. O espectro de absorção do pigmento presente no extrato etéreo exibiu três picos bem definidos (*Figura 2*), característicos da maioria dos carotenóides [3, 21].

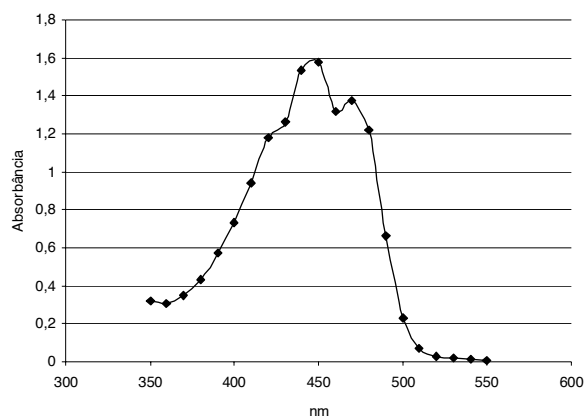


FIGURA 2. Curva espectral do pigmento isolado do extrato etéreo de coentro

Após detectar a presença de carotenóides e fenólicos nos extratos etéreo e aquoso, respectivamente, foram implementados ensaios, utilizando extratos com diferentes concentrações desses compostos, com o objetivo de estabelecer aquelas que possibilitassem obter a maior e a menor ação antioxidante. Os resultados (*Figuras 3 e 4*) evidenciaram que os extratos aquosos contendo 148µg e 30µg de fenólicos totais exibiram

a maior e a menor atividade antioxidante, respectivamente, diferindo significativamente das demais concentrações usadas. No que se refere ao extrato etéreo, embora não tenha havido diferença significativa, os extratos contendo 1,04 e 3,11µg de carotenóides totais apresentaram, numericamente, o menor e o maior percentual de inibição, respectivamente.

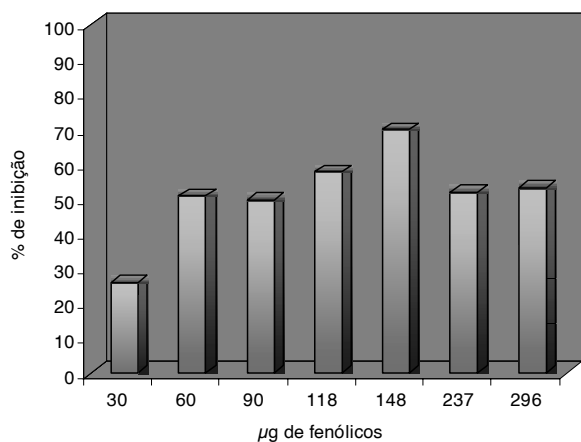


FIGURA 3. Atividade antioxidante do extrato aquoso de coentro com diferentes concentrações de fenólicos totais

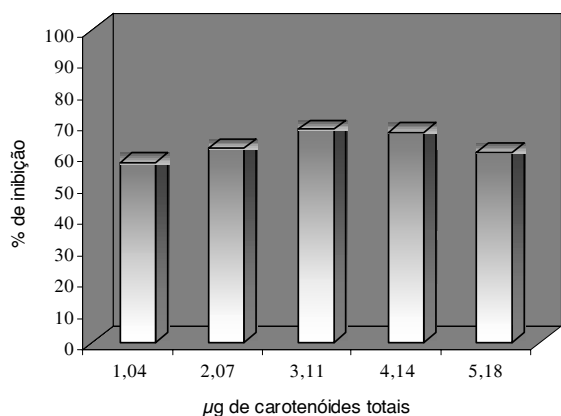


FIGURA 4. Atividade antioxidante do extrato etéreo de coentro com diferentes concentrações de carotenóides totais

A partir destes resultados e em observância à matriz de planejamento, foram implementados 4 ensaios, com diferentes combinações de extrato aquoso e etéreo, com vistas a determinar um possível sinergismo entre os extratos (Tabela 2).

A maior concentração do extrato aquoso (+1) promoveu um maior percentual de inibição, independente das concentrações do extrato etéreo utilizadas (ensaios 2 e 4). Nos ensaios 1 e 3 este comportamento foi repetido, porém de forma menos pronunciada. Assim, constata-se que o fator extrato aquoso influenciou significativamente

na inibição da oxidação (Tabela 3) e que as combinações testadas exibiram uma inibição da oxidação sempre inferior à verificada para os extratos isolados, demonstrando a inexistência de sinergismo entre os mesmos.

TABELA 2. Percentual de inibição da oxidação, exibido pelos extratos aquoso e etéreo combinados, segundo o planejamento fatorial 2²

Ensaio	Extrato aquoso*	Extrato etéreo*	% de inibição		Média
1	-1	-1	32,36	36,02	39,29
2	+1	-1	51,02	58,69	47,61
3	-1	+1	45,48	41,82	44,84
4	+1	+1	48,98	56,68	50,63

*Limite inferior (-1) e limite superior (+1) = menor e maior concentração do composto bioativo, respectivamente.

TABELA 3. Efeitos dos fatores principais e de suas interações sobre o percentual de inibição da oxidação

Fator	Efeito (% médio de inibição)
(1) Extrato Aquoso	12,3*
(2) Extrato Etéreo	3,9
1 e 2	- 4,25

*efeito significativo

Possibilidades de sinergismo entre os extratos aquoso e etéreo (148µg de fenólicos totais e 3,11µg de carotenóides totais, respectivamente) foram testadas, combinando-os, isoladamente, com diferentes concentrações de BHT, todas inferiores à máxima recomendada pela legislação bromatológica [24]. Com relação ao extrato aquoso, na Figura 5 verifica-se que, com exceção da primeira associação, as demais promoveram satisfatórios percentuais de inibição da oxidação (90,25% a 98,34%). A análise estatística dos dados revelou que a ação antioxidante do extrato aquoso combinado com 25 e 50ppm e com 50, 100 e 150ppm de BHT são semelhantes entre si. Desta forma, considerando que o extrato aquoso isolado exibiu 69,83% de inibição da oxidação (Figura 1), evidencia-se que sua combinação com o BHT maximizou a ação antioxidante, minimizando a quantidade do antioxidante sintético a níveis inferiores aos recomendados pela legislação bromatológica, demonstrando um forte sinergismo entre eles. O potencial antioxidante do extrato aquoso associado ao BHT (25 ou 50ppm), faz vislumbrar a possibilidade de redução da quantidade dos antioxidantes sintéticos utilizados em alimentos.

No que diz respeito ao extrato etéreo, as combinações exibiram atividade antioxidante levemente superior à do extrato etéreo isolado, sem contudo apresentar diferença significativa, demonstrando um fraco sinergismo. Os valores determinados foram inferiores aos obtidos com o extrato aquoso.

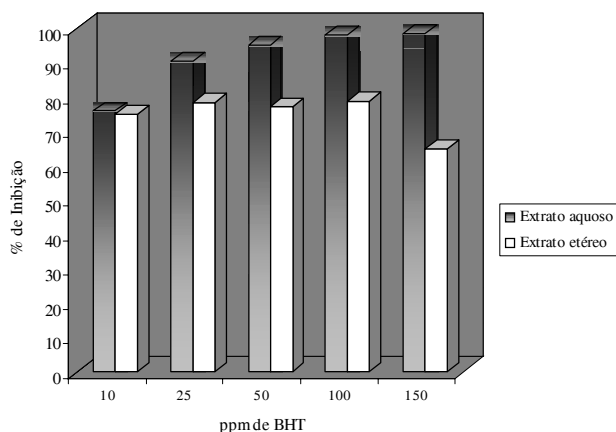


FIGURA 5: Atividade antioxidante dos extratos aquoso e etéreo de coentro com 148 μ g de fenólicos totais e 3,11 μ g de carotenóides totais, respectivamente, combinados com diferentes concentrações do BHT

4 – CONCLUSÕES

Os resultados permitem considerar os extratos aquoso e etéreo de coentro como antioxidantes em potencial. A habilidade destes extratos em retardar a oxidação pode ser atribuída, respectivamente, a seus constituintes fenólicos e aos carotenóides. O extrato aquoso, por exibir maior atividade antioxidante, forte sinergismo com o BHT, além da não utilização de solventes tóxicos para a sua obtenção, apresenta-se como uma alternativa para ser usado em alimentos. No entanto, estudos adicionais são necessários, para testar sua ação antioxidante em outras condições experimentais.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAROWICZ, R.; WANASUNDARA, U.N.; KARAMAC, M.; SHAHIDI, F. Antioxidant activity of ethanolic extract of mustard seed. *Nahrung*, v. 5, p. 261-268, 1996.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. Planejamento e otimização de experimento. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995, 299 p.
- BRITTON, G. Carotenoids. In: Hendry GAF., Houghton JD, editors. Natural food colorants. New York: Blackie. p. 142-182, 1992.
- CHIPAULT, J.R.; MIZUN, G.K.; HAWKINS, J.M.; LUNDBERG, W.O. The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, v. 17, p. 46-55, 1952.
- DEPKEVICIUS, A.; VENSKUTONIS, R.; BEEK, T.A.V.; LINSSEN, JPH. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J. Sci. Food Agric.*, v. 77, p. 140-146, 1998.
- FRANKEL, E.N.; MEYER, A.S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J. Sci. Food Agric.*, v. 80, n. 13, p. 1925-1941, 2000.
- GIACOMETTI, D.C. Ervas condimentares e especiarias. São Paulo: Nobel, 1989. 158 p.
- GUERRA, N.B. **Ação antioxidante de algumas especiarias em diferentes atividades de água**, 1975, 62p. Mestrado. Faculdade de Farmácia, Universidade de São Paulo (USP), Brasil.
- HAMEDA, H.M.; KLEIN, B.P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. *J. Food Sci.*, v. 55, p. 184-185, 1990.
- HAMMERSCHMIDT, P.A.; PRATT, D.E. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.*, v. 43, p. 556-59, 1978.
- JULKUNEN-TIITTO, R. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *J. Agric. Food Chem.*, v. 33, n. 2, p. 213-217, 1985.
- KEINÄNEN, M. Comparison of methods for the extraction of flavonoids from birch leaves (*Betula pendula* Roth.) carried out using high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, v. 41, p. 1986-1990, 1993.
- KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Antioxidant effects of some ginger constituents. *J. Food Sci.*, v. 58, p. 1407-1410, 1993.
- KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Structure of a new antioxidant phenolic acid from oregano (*Origanum vulgare* L.). *Agric. Biol. Chem.*, v. 53, p. 519-522, 1989.
- LEE, Y.; HOWARD, L.R.; VILLALON, B. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J. Food Sci.*, v. 60, p. 473-476, 1995.
- MANCINI FILHO, J.; VAN-VOIJJ, A.; MANCINI, D.A.P.; COZZOLINO, F.F.; TORRES, R.P. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun zeylanicum*, Breyne) extracts. *Boll. Chim. Farmac.*, v. 137, p. 443-447, 1998.
- MARCO, G.J. A rapid method for evaluation of antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v. 45, p. 594-598, 1968.
- MIURA, K.; NAKATANI, N. Antioxidative activity of biphenyl compounds from thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Chem. Exp.*, v. 4, p. 237-239, 1989.
- OZCAN, M.; AKGUL, A. Antioxidant activity of extracts and essential oils from Turkish spices on sunflower oil. *Acta-Alim.*, v. 24, p. 81-90, 1995.
- POKORNÝ, J. Natural antioxidants for food use. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 2, n. 9, p. 223-227, 1991.
- RODRIGUEZ-AMAYA D.B. A guide to carotenoids analysis in food. Washington: ILSI Press, 1999, 64p.
- SEMWAL, A.D.; ARYA, S.S. Effect of spices and salt on the storage stability of pre-cooked dehydrated rice. *J Food Sci. Technol.*, v. 29, p. 210-213, 1992.
- SEMWAL, A.D.; SHARMA, G.K.; ARYA, S.S. Antioxygenic activity of turmeric (*Curcuma longa*) in sunflower oil and ghee. *J. Food Sci. Technol.*, v. 34, p. 67-69, 1997.
- SHAHIDI, F. Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, v. 44, p. 158-163, 2000.
- VEKIARI, S.A.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C.; THOMOPOULOS, C.D. Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v. 70, p. 483-487, 1993.
- WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. *J. Agric. Food Chem.*, v. 47, p. 1801-1812, 1999.