

# Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico

## *Antioxidant capacity of vegetables submitted to thermal treatment*

### ABSTRACT

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; SANTANA, A. P. M. Antioxidant capacity of vegetables submitted to thermal treatment. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 85-95, abr. 2009.

*Considering that food processing can affect the level of nutrients in relation to a fresh food, particularly the content of antioxidants and, consequently, the antioxidant activity of these compounds, this study was carried out to investigate the antioxidant capacity of vegetables submitted to cooking in steam. Methanol extracts were screened for their antioxidant activity by two tests: DPPH free radical scavenging and  $\beta$ -carotene/linoleic acid assay. Spinach, carrot, spring greens and cauliflower were found to have the highest free radical scavenging activities (>70%), similar to the synthetic antioxidant BHT. Pumpkins exhibited the lowest free radical scavenging activities, without differing from the activities of green beans, white onion, potato and cabbage (<60%), after 15 minutes of reaction. At the end of the reaction period (60 minutes), cabbage and potato increased their scavenging capacity to values between 60 and 70%, while the others maintained a low scavenging capacity (<60%). In  $\beta$ -carotene/linoleic acid assay, the antioxidant activity of broccoli and pumpkins was considered strong (> 70%) and did not statistically differ from BHT. Except for the green beans and spinach, with moderate antioxidant capacity (60 - 70%), the other vegetables presented an antioxidant activity (<60%) lower than BHT. Based on the results, it was evidenced that all cooked vegetables exhibited antioxidant property, but in different extent. Thus, it can be inferred that cooking in steam did not dramatically affect the antioxidant property of the vegetables.*

**Keywords:** Antioxidant activity.  
Vegetables cooking. Phenolic compounds.

ENAYDE DE ALMEIDA  
MELO<sup>1</sup>; MARIA INÊS  
SUCUPIRA MACIEL<sup>1</sup>;  
VERA LÚCIA ARROXELAS  
GALVÃO DE LIMA<sup>1</sup>;  
ANA PAULA MARIA DE  
SANTANA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade  
Federal Rural de  
Pernambuco/DCD.

**Endereço para  
correspondência:**

Prof<sup>ª</sup> Enayde de Almeida  
Melo, Universidade Federal  
Rural de Pernambuco –  
DCD; Av. Dom Manoel de  
Medeiros, s/n,  
CEP 52171-900,  
Recife, PE, Brasil

E-mail:

emelo@dcd.ufrpe.br

**Apoio financeiro:**

Ao CNPq - Conselho  
Nacional de  
Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico (Processo  
Nº 471364/2004-5)

**Agradecimentos:**

Ao CNPq pelo auxílio  
financeiro e a FACEPE –  
Fundação de Amparo à  
Ciência e Tecnologia do  
Estado de Pernambuco,  
pela concessão da bolsa  
de iniciação científica.

## RESUMEN

Considerando que el procesamiento de los alimentos afecta los nutrientes que contienen los alimentos frescos, particularmente los compuestos antioxidantes y la acción que ejercen, este estudio se propuso para determinar la capacidad antioxidante de hortalizas cocinadas al vapor. Con ese fin se determinó la actividad antioxidante de extractos metanólicos de las hortalizas cocidas por medio de dos ensayos: actividad secuestrante del radical DPPH y co-oxidación del  $\beta$ -caroteno / ácido linoleico. Espinaca, zanahoria, col y coliflor presentaron elevada capacidad de secuestro del radical DPPH (>70%), semejante al antioxidante sintético BHT. Calabaza presentó la más baja capacidad de captación de radical DPPH, al igual que judías verdes, cebolla blanca, papa y repollo (<60%), a los 15 minutos de reacción. Al final del tiempo de reacción (60 minutos), repollo y papa aumentaron su capacidad de captación del radical DPPH (60 - 70%), mientras que las demás hortalizas mantuvieron su actividad baja (<60%). En el experimento de la co-oxidación del  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico, brócoli y calabaza presentaron fuerte actividad antioxidante (> 70%), sin diferir estadísticamente de BHT. Con excepción de las judías verde y espinaca, con moderada capacidad antioxidante (60 - 70%), las otras hortalizas presentaron una acción débil (<60%). Los resultados obtenidos muestran que todas las hortalizas cocidas presentan acción antioxidante en diferentes rangos. De este modo, se puede deducir que la cocción a vapor, no afecta de manera radical la propiedad antioxidante de los vegetales.

**Palabras clave:** Actividad antioxidante.  
Hortalizas cocidas. Compuestos fenólicos.

## RESUMO

Considerando que o processamento de alimentos pode exercer efeitos sobre o nível de nutrientes, particularmente no que tange ao teor de compostos antioxidantes e sua atividade antioxidante, este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade antioxidante de hortalizas submetidas à cocção em vapor. Extratos metanólicos de hortalizas cozidas foram submetidos à determinação da atividade antioxidante por dois métodos: sequestro do radical estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) e sistema de cooxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico. A capacidade de sequestro do radical DPPH exibida pelo extrato de espinafre, cenoura, couve-folha e couve-flor (>70%) foi semelhante a do antioxidante sintético BHT. A menor capacidade de sequestro foi exibida pelo extrato de jerimum sem, contudo, diferir da vagem, cebola branca, batata inglesa e repolho (<60%), aos 15 minutos da reação. Ao final do tempo de reação (60 minutos), o repolho e a batata-inglesa elevaram sua capacidade de sequestro para valores entre 60 e 70%, enquanto que as demais mantiveram capacidade de sequestro inferior a 60%. A ação antioxidante do brócolis e jerimum determinada em sistema de cooxidação  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico foi superior 70%, não diferindo estatisticamente do BHT. Com exceção da vagem e espinafre, com capacidade antioxidante moderada (60 - 70%), as demais hortalizas apresentaram ação antioxidante (<60%) inferior a do BHT. Com base nos resultados obtidos, evidencia-se que todas as hortalizas cozidas exibiram propriedade antioxidante, entretanto a ação foi diferenciada entre elas. Assim, pode-se inferir que o calor aplicado não afetou de forma drástica a propriedade antioxidante das hortalizas.

**Palavras-chave:** Atividade antioxidante.  
Hortalizas cozidas. Compostos fenólicos.

## INTRODUÇÃO

É crescente, nos últimos anos, a atenção que tem sido dada ao papel da alimentação na saúde humana, uma vez que evidências epidemiológicas apontam para a associação entre uma dieta rica em vegetais e a baixa incidência de doenças crônicas não transmissíveis (NICOLI; ANESE; PARPINEL, 1999). O efeito protetor e preventivo exercido por estes alimentos tem sido atribuído aos compostos bioativos, amplamente distribuídos nos vegetais, dentre os quais se destacam os compostos fenólico, além do  $\beta$ -caroteno, vitamina C e vitamina E (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). Estas substâncias por possuírem propriedade antioxidante, atuam retardando a velocidade da reação de oxidação, por ação sinérgica ou não, protegendo o organismo, contra as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio.

Muitos estudos têm demonstrado de forma conclusiva que a propriedade antioxidante exibida por muitos vegetais se deve, principalmente, aos compostos fenólicos (BRAVO, 1998; KAUR; KAPOOR, 2002; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). Estas substâncias, integrantes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas. Em função de sua diversidade química estão reunidos em classes, segundo a sua estrutura, e dentro destas em subclasses de acordo com o número e posição de grupos hidroxilas e de outros grupos substituintes existentes na molécula, com destaque para os ácidos fenólicos e os flavonoides, classes dos polifenóis que se encontram largamente distribuídos na natureza.

A eficácia da ação antioxidante dos componentes bioativos depende de sua estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento, cujo teor é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade da planta, entre outros. Além disso, o processamento dos alimentos pode afetar o teor, a atividade e a biodisponibilidade destes compostos (NICOLI; ANESE; PARPINEL, 1999; ROBARDS et al., 1999), uma vez que podem ser degradados ou lixiviados para a água de cocção. Assim, considerando que algumas hortaliças, a exemplo do espinafre, couve, couve-flor, entre outras, são usualmente consumidas após serem submetidas ao processo de cocção, este trabalho teve como objetivo averiguar a capacidade antioxidante das hortaliças cozidas em vapor.

## MATERIAL E MÉTODOS

### MATERIAL

Batata inglesa (*Solanum tuberosum*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), cebola branca (*Allium cepa*), cenoura (*Daucus carota*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), couve-folha (*Brassica oleracea*), espinafre (*Spinacia oleracea*), jerimum (*Curcubita pepo* L.), repolho verde (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e vagem (*Phaseolus vulgaris*) foram adquiridos no comércio local, respeitando o calendário da CEASA-PE, no qual é indicado o período de alta oferta dos produtos no mercado. Em seguida, as hortaliças

foram transportadas para o Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da UFRPE para serem analisadas quanto ao teor de fenólicos totais e a capacidade antioxidante. Cada hortaliça foi adquirida em três diferentes meses, do período de uma mesma safra, para constituir três amostras independentes. As determinações analíticas de cada amostra foram realizadas em duplicata.

## METODOLOGIA

### Preparo das amostras

As hortaliças (300g), após serem higienizadas e descascadas (conforme a necessidade), foram cortadas em cubos (aproximadamente 2 x 2 x 2cm) e submetidas à cocção em calor úmido - vapor sem pressão (PHILIPP, 2003), em panela de inox tampada, por tempo suficiente para obter o abrandamento do tecido vegetal. Após a cocção, as hortaliças foram secas com o auxílio de toalha de papel, colocadas em estufa de secagem (Marconi) até atingir percentual de umidade inferior a 10%, trituradas em Moinho (Marconi) para obtenção de um pó homogêneo. O teor de fenólicos totais das hortaliças desidratadas foi determinada utilizando o reagente Folin Ciocalteau (Merck), segundo metodologia descrita por Wettasinghe e Shahidi (1999) e curva padrão de catequina. Os resultados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de catequina por 100g de hortaliça desidratada. Considerando o teor destes constituintes nas hortaliças em estudo, alíquota de 1 a 25g (Tabela 1) foi mantida sob agitação permanente em 30mL de metanol a 80% a temperatura ambiente ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e, em seguida, filtrada em papel (papel filtro quantitativo). O resíduo foi novamente submetido ao processo de extração, acima descrito, por mais dois períodos de 20 minutos, totalizando um tempo de extração de 60 minutos. Os filtrados resultantes foram combinados, concentrados sob pressão reduzida a  $40^\circ\text{C}$  e os volumes finais aferidos para 50mL (MELO et al., 2006).

**Tabela 1 – Quantidade de hortaliça desidratada utilizada para obtenção do extrato metanólico**

Hortaliças	Quantidade (g)*	Hortaliças	Quantidade (g)*
Batata inglesa	25	Couve folha	6
Brócolis	1	Espinafre	2
Cebola branca	3	Jerimum	8
Cenoura	15	Repolho	2
Couve-flor	20	vagem	4

\*Quantidade definida em função do teor de fenólicos totais das hortaliças.

## Fenólicos totais

O extrato obtido foi utilizado para determinação dos teores de fenólicos totais, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (Merck), segundo metodologia descrita por Wettasinghe e Shahidi (1999) e curva padrão de catequina. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de fenólicos totais em equivalente de catequina por mL do extrato.

## Atividade antioxidante

A atividade antioxidante do extrato foi determinada, isoladamente, em dois ensaios, a saber:

1) Capacidade de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrihidrazil (DPPH), segundo método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), modificado por Miliauskas, Venskutonis e Van Beek (2004), como segue: alíquotas (0,3mL) do extrato metanólico das hortaliças, com concentrações de fenólicos totais de 337,87 a 1124,50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ , foram colocadas em diferentes tubos de ensaio. Em sequência, 3,9mL da solução de DPPH em metanol ( $5 \times 10^{-5} \text{ M}$ ) foram adicionados e, após agitação, os tubos foram deixados em repouso ao abrigo da luz. Ao final de 15, 30, 45 e 60 minutos a absorbância foi medida a 515nm e a capacidade de sequestrar o radical, expressa em percentual, calculada em relação ao controle (sem antioxidante), segundo a expressão abaixo:

$$\% \text{ de sequestro} = \frac{\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância do extrato}}{\text{Absorbância do controle}} \times 100$$

2) Sistema de cooxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico, segundo a metodologia descrita por Marco (1968), modificada por Hammerschmidt e Pratt (1978). A solução de  $\beta$ -caroteno (1mL), preparada pela diluição de 1mg de  $\beta$ -caroteno em 10mL de clorofórmio, foi colocada em um balão de fundo redondo, contendo 20mg de ácido linoleico e 200mg do emulsificante Tween 20. Após a remoção do clorofórmio, em evaporador rotatório a 50°C, 50mL de água destilada oxigenada foram adicionados sob agitação vigorosa. Alíquotas (5mL) desta emulsão foram transferidas para uma série de tubos de ensaios contendo 0,3mL do extrato metanólico das hortaliças, com concentração de fenólicos totais de 337,87 a 1124,50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Em seguida, os tubos foram colocados em banho-maria a 50°C, durante 105 min, em seguida a absorbância foi lida a 470nm. A atividade antioxidante foi expressa como percentual de inibição da oxidação, calculada em relação a 100% da oxidação do controle (sem antioxidante), conforme expressão abaixo:

$$\% \text{ de inibição} = \frac{\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}} \times 100$$

Como termo de comparação foi utilizada a atividade antioxidante da solução de BHT (100ppm), determinada nas mesmas condições dos dois ensaios acima descritos.

## Análise estatística

Todas as determinações foram efetuadas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa “Statistic for Windows”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### FENÓLICOS TOTAIS

As hortaliças foram submetidas à cocção em vapor por tempo suficiente para abrandar o tecido vegetal e torná-las palatáveis. Dentre as hortaliças estudadas, o brócolis destacou-se por apresentar maior teor de fenólicos totais, seguido do espinafre e do repolho (Tabela 2). Por sua vez, a batata-inglesa exibiu o menor teor destes constituintes, sem diferir estatisticamente da cenoura e couve-flor. A cebola branca apresentou teor de fenólicos totais estatisticamente semelhante ao do repolho.

**Tabela 2 – Tempo de cocção e teor de fenólicos totais de hortaliças cozidas em vapor**

Hortaliças	Tempo de cocção (minutos)	Fenólicos totais (mg. 100g <sup>-1</sup> )*
Batata-inglesa	15	67,59 <sup>f</sup>
Brócolis	15	3.867,30 <sup>a</sup>
Cebola branca	15	821,54 <sup>cd</sup>
Cenoura	21	127,45 <sup>f</sup>
Couve flor	15	154,45 <sup>ef</sup>
Couve folha	15	536,00 <sup>de</sup>
Espinafre	10	2.811,00 <sup>b</sup>
Jerimum	14	278,83 <sup>e</sup>
Repolho	15	1.277,00 <sup>c</sup>
Vagem	15	658,08 <sup>de</sup>

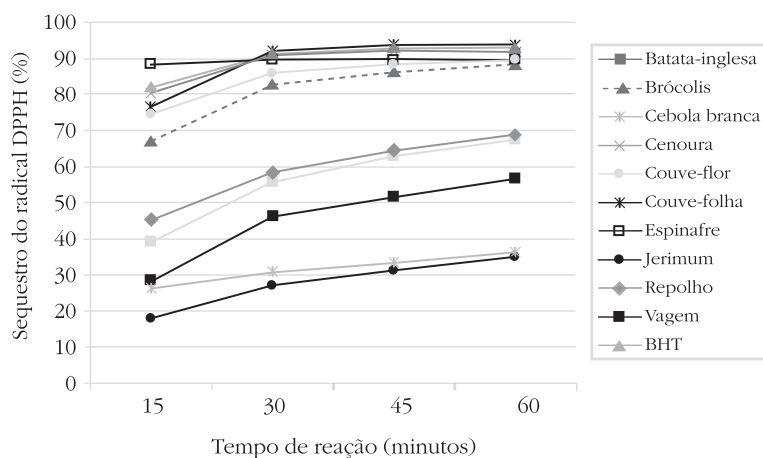
\*mg em equivalente de catequina por 100g da amostra seca.

Média seguida da mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

### ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O espinafre, cenoura, couve-folha, couve-flor cozida em vapor exibiram elevada capacidade de sequestro do radical DPPH, semelhante a do antioxidante sintético

BHT (81,96%), atingindo nos primeiros 15 minutos da reação valores superiores a 70% (Figura 1). Ao longo do tempo de reação (30, 45 e 60 minutos) estas hortaliças mantiveram sua superioridade, não diferindo estatisticamente do BHT (91,21, 92,76 e 93,07%, respectivamente). A capacidade de sequestro do extrato do brócolis situou entre 60 e 70%, no início da reação, atingindo valores superiores a 70% a partir dos 30 minutos da reação. O extrato do jerimum exibiu a mais baixa capacidade de sequestro, sem contudo, diferir da vagem, cebola branca, batata inglesa e repolho (<60%), aos 15 minutos da reação. Ao final do tempo de reação, o repolho e a batata-inglesa elevaram sua capacidade de sequestro para valores entre 60 e 70%, enquanto que as demais mantiveram a capacidade de sequestro inferior a 60%.



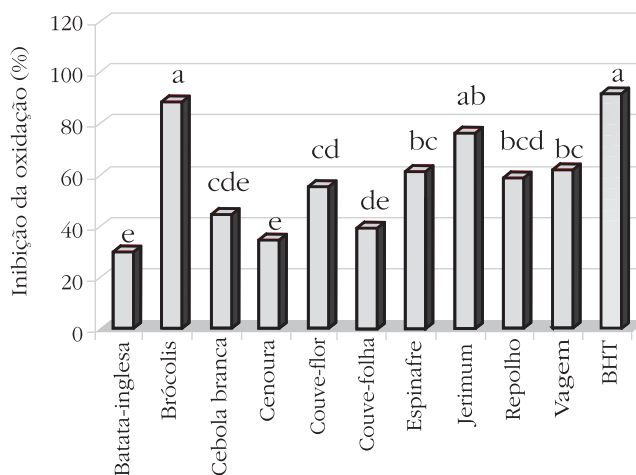
**Figura 1 – Capacidade de sequestro do radical DPPH de extrato metanólico de hortaliças cozidas em vapor, contendo 338 a 1124µg de fenólicos totais/mL (batata-inglesa 337,87µg/mL; brócolis 773,5µg/mL; cebola 527,20µg/mL; cenoura 407,83µg/mL; couve-flor 617,83µg/mL; couve folha 643,20µg/mL; espinafre 1124,50µg/mL; jerimum 446,13µg/mL; repolho 510,9µg/mL; vagem 526,47µg/mL)**

Em estudo anterior desenvolvido por Melo et al. (2006), extratos metanólicos da couve-flor, couve-folha, espinafre e batata inglesa exibiram elevada capacidade de sequestro (>70%), enquanto que a cebola branca, cenoura, repolho e a vagem apresentaram capacidade inferior a 60%. Ao comparar esses resultados com os deste estudo, evidencia-se que houve redução da capacidade de sequestro do radical DPPH na batata inglesa cozida e um aumento desta capacidade na cenoura cozida, enquanto que as demais se mantiveram praticamente inalteradas. Considerando que estas hortaliças provêm da mesma região, as diferenças detectadas possivelmente são decorrentes do processo de cocção.

Alteração da capacidade de sequestrar o radical DPPH de hortaliças submetidas a tratamento térmico tem sido relatada na literatura. Turkmen, Sari e Velioğlu (2005)

evidenciaram que a capacidade de sequestrar o radical DPPH do pimentão, vagem, brócolis e espinafre aumentou de forma significativa em decorrência do processo de cocção, enquanto que a abóbora e o alho-poró mantiveram inalterada sua capacidade quando comparados com os vegetais crus. Lin e Chang (2005) relatam que a capacidade de sequestro do radical DPPH do extrato metanólico de brócolis submetido a tratamento térmico (50°C/ 10 minutos e 100°C/ 8 minutos) não foi afetada de forma profunda pelo efeito do calor. Espinafre submetido a tratamento térmico (75°C/ 10 e 30 minutos e 100°C/ 10 e 30 minutos) exibiu redução de 45 e 42% e de 40 e 45% de sua capacidade de sequestro, enquanto que o repolho manteve sua ação praticamente estável (ROY et al., 2007).

A atividade antioxidante dos extratos metanólicos de brócolis e jerimum determinada em sistema de co-oxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico foi superior a 70%, não diferindo estatisticamente do BHT (92,06%). Com exceção da vagem e espinafre, com percentual de inibição da oxidação entre 60 e 70%, o extrato das demais hortaliças apresentou a ação antioxidante inferior a 60% (Figura 2). Espinafre tratado termicamente exibiu ação antioxidante em sistema de co-oxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico semelhante à determinada neste estudo (61,9%) (ISMAIL; MARJAN; FOONG, 2004). No ensaio desenvolvido por Melo et al. (2006), usando a mesma metodologia, a couve folha exibiu elevada ação antioxidante (>70%), enquanto que a cebola branca e couve-flor crua foram consideradas vegetais com moderada ação antioxidante (60-70%), estando os demais vegetais reunidos no grupo dos vegetais com fraca capacidade antioxidante (<60%). O processo de cocção possivelmente exerceu algum efeito sobre os compostos bioativos de modo a justificar as diferenças encontradas entre estes dois estudos.



**Figura 2 – Capacidade antioxidante de extrato metanólico de hortaliças cozidas em vapor, contendo 337,87 a 1125,50 $\mu$ g de fenólicos totais/mL (batata-inglesa 337,87 $\mu$ g/mL; brócolis 773,5 $\mu$ g/mL; cebola 527,20 $\mu$ g/mL; cenoura 407,83 $\mu$ g/mL; couve-flor 617,83 $\mu$ g/mL; couve folha 643,20 $\mu$ g/mL; espinafre 1124,50 $\mu$ g/mL; jerimum 446,13 $\mu$ g/mL; repolho 510,9 $\mu$ g/mL; vagem 526,47 $\mu$ g/mL) determinada pelo sistema de cooxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico**



Alguns eventos que ocorrem durante a cocção de hortaliças podem justificar a alteração de sua ação antioxidante. Segundo Turkmen, Sari e Velioglu (2005), o calor empregado no processo de cocção é suficiente para inativar peroxidases que atuam como pró-oxidantes. Por outro lado, o processo de cocção pode favorecer a formação de novos compostos, como os produtos da reação de Maillard (redutonas), que têm ação antioxidante. Nicoli, Anese e Parpinel (1999) corroboram com os autores acima e acrescentam que produtos desta reação podem, também, atuar como pró-oxidantes, pois radicais livres bastante reativos são formados no estágio inicial da reação de Maillard, principalmente ao utilizar tratamento térmico de baixa intensidade e duração.

O método de cocção empregado, especialmente no que diz respeito ao tempo e temperatura, bem como, tipo de calor, também podem alterar a ação antioxidante de hortaliças. Sultana, Anwar e Iqbal (2008) relatam que a cocção em calor úmido (água em ebulição) e em calor seco (fritura), salvo poucas exceções, aumentou a ação antioxidante de hortaliças quando comparada com a ação daquelas submetidas à cocção em micro-ondas. Estes autores ressaltam que o método de cocção empregado, além de propiciar a formação de novos compostos com ação antioxidante, pode, também, favorecer a extração ou a destruição de compostos bioativos.

Desta forma, evidencia-se que o processo de cocção pode não alterar, pode aumentar ou reduzir a ação antioxidante do alimento. No primeiro caso, o processamento não altera a concentração do antioxidante ou a perda do composto bioativo é compensada pela formação simultânea de novos compostos. Na situação em que se observa aumento da ação antioxidante no alimento, o processamento propicia a oxidação parcial do composto bioativo que exibe maior habilidade em doar o átomo de hidrogênio ao radical a partir do grupo hidroxil e/ou a estrutura aromática do polifenol apresenta maior capacidade em suportar o deslocamento do elétron desemparelhado em volta do anel. Além disso, pode ocorrer a formação de novos produtos antioxidantes, como os da reação de Maillard. A redução da ação antioxidante pode ocorrer quando o processamento promove a destruição do composto bioativo e/ou a formação de novos compostos com ação pró-oxidante (NICOLI; ANESE; PARPINEL, 1999).

Além dos efeitos do processo de cocção sobre a ação antioxidante, outros fatores podem influenciar esta ação, justificando as diferenças de potencial antioxidante de hortaliças relatado por diferentes estudos. No caso de comparação da ação antioxidante de hortaliças cruas e cozidas deve-se levar em consideração que o teor dos compostos bioativos em vegetais, em termos quantitativos e qualitativos, varia em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) (BRAVO, 1998). Assim, a retenção destes constituintes em hortaliças cozidas pode estar relacionada com o seu teor inicial.

## CONCLUSÕES

As hortaliças submetidas à cocção em vapor exibiram propriedade antioxidante, cuja ação foi diferenciada entre elas. Em sistema de co-oxidação do  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico,

o brócolis seguido do jerimum exibiram ação antioxidante superior a 70%, enquanto que a mais elevada capacidade de sequestro do radical DPPH foi exibida pelo couve-flor, couve-folha, cenoura e espinafre, não diferindo da ação do antioxidante sintético BHT. Assim, pode-se inferir que o calor aplicado não afetou de forma drástica a propriedade antioxidante das hortaliças nestes sistemas e modelos.

## REFERÊNCIAS/REFERENCES

- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss.U- Technol.*, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- HAMMERSCHMIDT, P. A.; PRATT, D. E. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.*, v. 43, n. 2, p. 556-559, 1978.
- ISMAIL, A.; MARJAN, Z. M.; FOONG, W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem.*, v. 87, n. 4, p. 581-586, 2004.
- KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 37, n. 2, p. 153-161, 2002.
- LIN, C-H.; CHANG, C-Y. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. *Food Chem.*, v. 90, n. 1-2, p. 9-15, 2005.
- MARCO, G. J. A rapid method for evaluation of antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v. 45, n. 9, p. 594-598, 1968.
- MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.
- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.
- MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; VAN BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem.*, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.
- NICOLI, M. C.; ANESE, M.; PARPINEL, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 10, n. 3, p. 94-100, 1999.
- PHILIPPI, S. T. *Nutrição e técnica dietética*. São Paulo: Manole, 2003. 390 p.
- RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acid. *Free Radic. Biol. Med.*, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.*, v. 66, n. 4, p. 401-436, 1999.
- ROY, M. K.; TAKENAKA, M.; ISOBE, S.; TSUSHIDA, T. Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: effects of thermal treatment. *Food Chem.*, v. 103, n. 1, p. 106-114, 2007.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; IQBAL, S. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. *Inter.J. Food Sci. Technol.*, v. 43, n. 3, p. 560-567, 2008.

TURKMEN, N.; SARI, F.; VELIOGLU, Y. S. The effect of cooking methods on phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem.*, v. 93, n. 4, p. 713-718, 2005.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agri. Food Chem.*, v. 44, n. 3, p. 701-705, 1996.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. *J. Agri. Food Chem.*, v. 47, n. 5, p. 1801-1812, 1999.

Recebido para publicação em 08/05/08.

Aprovado em 23/01/09.