

# AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FRUTAS E HORTALIÇAS<sup>1</sup>

## *In vitro* assessment of the antioxidant potential of fruits and vegetables

Simone Pieniz<sup>2</sup>, Elisângela Colpo<sup>3</sup>, Viviani Ruffo de Oliveira<sup>4</sup>, Valduíno Estefanel<sup>5</sup>, Robson Andreazza<sup>6</sup>

### RESUMO

O efeito protetor exercido por frutas e hortaliças tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes. Objetivou-se, neste estudo, avaliar *in vitro* a capacidade antioxidante de um grupo de frutas e hortaliças, cruas e cozidas, através da diminuição da peroxidação lipídica, induzida por ferro em fígado de ratos. Foram utilizados fígados de ratos homogeneizados, que foram submetidos à oxidação pelo ferro. As frutas e hortaliças foram utilizadas como antioxidantes, a fim de combater o estresse oxidativo induzido pelo ferro. O método utilizado neste trabalho foi a Reação ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), tendo como marcador para avaliar o estresse oxidativo o Malonaldeído (MDA). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que houve uma diminuição significativa do estresse oxidativo no grupo das frutas e das hortaliças cruas e cozidas com ferro, quando o fígado foi submetido à oxidação deste micronutriente. No grupo das frutas e das hortaliças cruas e cozidas sem ferro, ocorreu redução significativa do estresse oxidativo, apenas em determinadas frutas e hortaliças. O consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças contribui com a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos oxidativos em macromoléculas *in vitro*.

**Termos para indexação:** Antioxidantes, estresse oxidativo, peroxidação lipídica, frutas, hortaliças.

### ABSTRACT

The protector effect of fruits and vegetables has been attributed to the presence of antioxidant compounds. The objective of this study was to evaluate the *in vitro* antioxidant activity of a group of raw and cooked fruits and vegetables, through the decrease of lipid peroxidation, induced by iron in rat livers. Homogenized liver of rats that were submitted to iron oxidation were used in this experiment. The fruits and vegetables were used as antioxidants, in order to combat the oxidative stress induced by the iron. The method used in this experiment was the thiobarbituric acid reaction (TBARS), with malondialdehyde (MDA) used as a marker to evaluate the oxidative stress. In accordance with the results, a significant reduction of oxidative stress was observed in the groups of raw fruits and vegetables and fruits and vegetables cooked with iron, when the liver was submitted to the oxidation of this micronutrient. In the groups of raw fruits and vegetables and fruits and vegetables cooked without iron, a significant reduction of the oxidative stress occurred, only in certain fruits and vegetables. The consumption of a diet rich in fruits and vegetables may contribute to the antioxidant defense of the organism, inhibiting *in vitro* oxidative damages in macromolecules.

**Index terms:** Antioxidant, oxidative stress, lipid peroxidation, fruit, vegetable.

(Recebido em 22 de outubro de 2007 e aprovado em 22 de julho de 2008)

### INTRODUÇÃO

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e efeitos terapêuticos. Esses alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais possuem propriedades antioxidantes que podem estar relacionadas com o retardo do envelhecimento e com a prevenção de certas doenças como o câncer, acompanhado de doenças crônicas-inflamatórias, doenças cardíacas, pulmonares e problemas associados com o envelhecimento (SIQUEIRA et al., 1997; LIMA et al., 2002).

Antioxidantes são substâncias capazes de inibir a oxidação, diminuindo a concentração dos radicais livres no organismo e/ou quelando íons metálicos, prevenindo a peroxidação lipídica. Entre os antioxidantes não-enzimáticos que têm recebido maior atenção por sua possível ação benéfica ao organismo, estão a vitamina C (ácido ascórbico) e E (tocoferol), os carotenóides e os flavonóides (BARREIROS et al., 2006).

A formação de radicais livres *in vivo* ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo

<sup>1</sup>Trabalho Final de Graduação

<sup>2</sup>Nutricionista, Mestranda do programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos – Departamento Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimento/ICTA – Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS – Cx. P. 15.090 – 91501-970 – Porto Alegre, RS – nutrisimone@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Nutricionista, Mestre em Bioquímica Toxicológica – Departamento de Nutrição – Centro Universitário Franciscano/UNIFRA – 97010-032 – Santa Maria, RS – elicolpo@unifra.br

<sup>4</sup>Nutricionista, Doutora em Agronomia – Produção Vegetal – Centro Universitário Franciscano/UNIFRA – 97050023 – Santa Maria, RS – viviani@unifra.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Experimentação Estatística – Departamento de Área de Ciências Exatas e Tecnológicas – Centro Universitário Franciscano/UNIFRA – 97010-032 – Santa Maria, RS – valduino@unifra.br

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo – Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS – 91501-970 – Porto Alegre, RS – robsonandreazza@yahoo.com.br

celular e pela exposição a fatores exógenos. Contudo, na condição de pró-oxidante a concentração desses radicais pode aumentar devido à maior geração intracelular ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes. O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres tem sido chamado de estresse oxidativo (BIANCHI & ANTUNES, 1999; TAVARES, 2000; BARREIROS et al., 2006). A defesa antioxidante é constituída principalmente pelas vitaminas A, C e E, e das enzimas catalase (CAT), glutatona reduzida (GSH), glutatona peroxidase (GPx) e superóxido dismutase (SOD) (TAVARES, 2000; BARREIROS et al., 2006).

A oxidação lipídica de ácidos graxos insaturados nas membranas lipídicas é um processo conhecido como peroxidação lipídica. Esse processo promove grave alteração da membrana celular, causando perda da fluidez, alteração da função secretora e dos gradientes iônicos transmembrana, perda da seletividade na troca iônica, com liberação do conteúdo de organelas, levando à formação de produtos citotóxicos até a morte celular. A peroxidação lipídica pode ser inibida por antioxidantes que interrompem a cadeia de peroxidação reagindo com os radicais peroxila ou alcóxila e, dessa forma, gerando um hidroperóxido e um radical livre formado a partir do antioxidante. Entre esses antioxidantes está o  $\alpha$ -tocoferol, que interage com o oxigênio singlete e fornece átomos de hidrogênio para o radical peroxila dos ácidos graxos, impedindo dessa forma a reação em cadeia que se propaga nas membranas lipídicas (MAFRA et al., 1999; KOLEVA et al., 2002).

Objetivou-se, neste estudo, avaliar *in vitro* a capacidade antioxidante de um grupo de frutas e hortaliças, cruas e cozidas, através da diminuição da peroxidação lipídica, induzida por ferro em fígado de ratos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bioquímica Toxicológica do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS.

### Homogeneização do fígado de rato

Após a aprovação pelo Comitê de Ética e Bem-estar Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - RS, 32 ratos machos adultos *Wistar* (150-250 g), provenientes do Biotério Central da UFSM, compuseram a amostra do trabalho.

Os animais estavam mantidos em um habitat com temperatura controlada ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ) e com um ciclo de 12 horas luz / escuro. A dieta sólida, bem como a hídrica,

foram fornecidas *ad libitum*. Os ratos primeiramente foram anestesiados com éter etílico, posteriormente decapitados, e cuidadosamente, os seus fígados foram extraídos, e rapidamente colocados em uma placa de petri, alocada em caixa de isopor com gelo e, em seguida, adicionado Hidroximetil-amino-metano (Tris HCl) 0,1M / pH 7,4, a fim de evitar alteração do pH. Os fígados foram homogeneizados em tubo de ensaio com solução fisiológica (NaCl 0,9%), com auxílio do homogeneizador, na proporção de 1:10 ml. Posteriormente, centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos, e após o sobrenadante dessa mistura utilizado para a determinação dos níveis da Reação ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS). Os produtos da reação foram determinados por medida de absorvância em 532 nm, sendo essa leitura realizada em espectrofotômetro da marca Femto, modelo 700S.

### Preparação dos vegetais

As frutas e hortaliças utilizadas tanto no experimento cru como no cozido foram: maçã gala (*Malus domestica* Borkh.) (polpa e epiderme), laranja (*Citrus sinensis* Osbeck) (polpa), morango (*Fragaria* spp), uva niagara (*Vitis* sp), mamão (*Carica papaya* L.) e melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (polpa e pericarpo), cenoura (*Daucus carota* L.), espinafre (*Spinacea oleracea* L.), couve (*Brassica oleracea* L.), cebola (*Allium cepa*) e repolho roxo (*Brassica oleracea* L.), com a finalidade de analisar diferentes cores e seus respectivos pigmentos.

As frutas e as hortaliças cruas foram selecionadas, pesadas em uma balança da marca Sartorius, com capacidade máxima de 210 g, higienizadas com água destilada, e trituradas em um liquidificador com água destilada, na proporção de 1:5 ml, por 2 minutos. Em seguida centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante foi imediatamente utilizado no ensaio.

As frutas e hortaliças cozidas foram cortadas em pedaços iguais de 2 x 2 cm, colocadas em um becker com água destilada, na proporção de 1:5 ml, fechado com papel alumínio, e colocadas em banho-maria a uma temperatura média de 80 a 90°C, por 15 minutos. Em seguida, trituradas em liquidificador por 2 minutos e, em seguida, centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante foi utilizado imediatamente no ensaio.

### Protocolo de oxidação

Foi utilizado um controle sem ferro para indicar a peroxidação lipídica que ocorre naturalmente nos tecidos, e um controle com ferro para avaliar o estresse oxidativo induzido no fígado de rato. Quatro testes em tubos foram

utilizados em cada experimento para cada fruta e hortaliça. O 1º teste foi realizado para subtrair a cor das frutas e hortaliças, no 2º avaliou-se o estresse oxidativo das frutas e hortaliças, no 3º verificou-se a atividade das frutas e hortaliças frente ao estresse oxidativo provocado pelo ferro, e o 4º foi realizado para analisar a atividade das frutas e hortaliças frente ao estresse oxidativo provocado pelo controle sem ferro.

Em cada tubo foram adicionados água destilada, Tris HCl (0,1 mM) e, 100 µl do homogeneizado do fígado de rato foi acrescentado no 1º e 3º testes, sendo que o homogeneizado do 3º teste foi submetido à oxidação por 10 µl de sulfato ferroso. No mesmo momento, 100 µl do sobrenadante dos extratos de frutas e hortaliças foram acrescentados em todos os tubos, os quais foram incubados em banho-maria a 37°C, por 2 horas.

Após 2 horas de incubação, adicionou-se aos tubos do teste, 200 µl de Lauril Sulfato de Sódio (SDS) 8,1%, 500 µl de Tampão de Ácido Acético pH 3,44 e 500 µl de Ácido Tiobarbitúrico (TBA) 0,6%. Posteriormente, foi incubado novamente em banho-maria a 100°C por 1 hora. Os níveis de TBARS foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Ohkawa et al. (1979).

A concentração de TBARS foi estimada pela curva padrão, concentrações conhecidas de 1,1,3,3-tetrametoxipropano, e os resultados expressos em nm de Malonaldeído (MDA)/g de fruta ou de hortaliça. A curva

padrão foi composta por água destilada, MDA 0,03 mM, SDS 8,1%, Tampão de ácido acético e TBA 0,6%, incubados em banho-maria a 100°C, por 1 hora.

O delineamento experimental utilizado foi fatorial 7x2x2 inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e quando significativos os efeitos, foram analisados pelo teste de comparação de médias (Teste de Tukey), tomando como base os níveis de significância  $p < 0,05$ . Utilizou-se para a análise o programa *Statistical Analysis System* (SAS). Os gráficos foram plotados com o programa gráfico SigmaPlot 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Hortaliças

As hortaliças cruas com ferro apresentaram redução da peroxidação lipídica em relação ao controle, sendo a ordem do maior para o menor efeito antioxidante espinafre, couve, cebola, cenoura, repolho e tomate (Figura 1). As hortaliças cozidas no experimento de indução, também apresentaram estatisticamente redução da peroxidação lipídica em relação ao controle, sendo a ordem decrescente do potencial antioxidante: tomate, cebola, espinafre, couve, repolho e cenoura, destacando-se o tomate ( $60,8 \pm 3,3$ ) com maior potencial antioxidante entre as hortaliças cozidas com ferro (Figura 1).

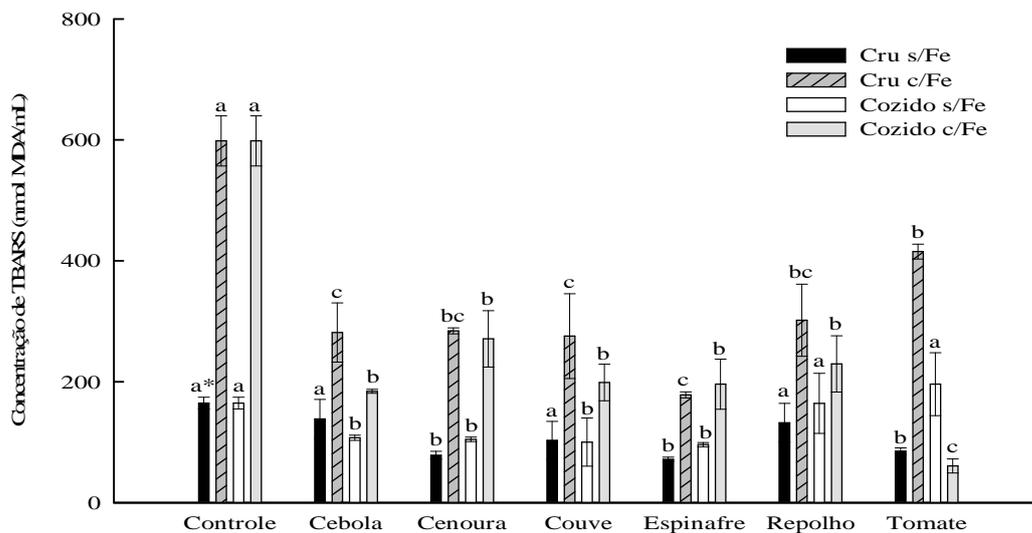


Figura 1 – Níveis de TBARS em fígado de ratos, *in vitro*, induzidos com ferro, indicando o efeito antioxidante de hortaliças cruas e cozidas. Os dados estão expressos em média  $\pm$  Erro Padrão. \*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a  $p < 0,05$ .

Para as hortaliças cruas sem ferro, a ordem decrescente da ação antioxidante é espinafre, cenoura, tomate, couve, repolho e cebola, onde o espinafre ( $71,8 \pm 3,56$ ) e a cenoura ( $78,5 \pm 6,40$ ) se destacaram por possuírem a maior atividade antioxidante, e nas hortaliças cozidas sem ferro, a ordem do maior para o menor efeito antioxidante foi espinafre, couve, cenoura, cebola, no qual destaca-se o espinafre ( $96,0 \pm 3,43$ ), que apresentou redução estatística significativa da peroxidação lipídica, em relação ao controle. O repolho e o tomate nessa variável apresentaram a média de absorbância maior que o controle, não demonstrando dessa forma efeito antioxidante (Figura 1).

Estatisticamente, o espinafre e a couve reduziram a peroxidação lipídica *in vitro* (Figura 1). O espinafre, assim como a couve, além de possuir o pigmento clorofila que confere à hortaliças a coloração verde, ele contém o carotenóide luteína. Estudo realizado por Heo & Lee (2006), relata que várias cultivares de couve apresentaram alta concentração de compostos fenólicos totais, sendo essa hortaliça fonte de antioxidantes. Nesse trabalho, ao avaliar as hortaliças cruas e cozidas percebeu-se que não houve diferença significativa entre as mesmas, concordando com os resultados encontrados por Yu et al. (2005), que relatam, em experimento realizado com brócolis e espinafre cozidos, que a atividade antioxidante não foi alterada quando relacionada com as mesmas hortaliças cruas, sugerindo que esse resultado se deva às diferentes formas de extração e métodos de cocção.

A cenoura, além de ser boa fonte de vitamina C, contém o pigmento carotenóide, responsável pela coloração amarela da mesma. O efeito protetor dos carotenóides, em especial do  $\beta$ -caroteno, demonstrado em diferentes modelos experimentais *in vitro* e *in vivo*, tem sido atribuído mais a uma ação do próprio pigmento do que dos retinóides produzidos a partir do seu metabolismo endógeno (SILVA & NAVES, 2001; STEŠKOVÁ et al., 2006). Segundo Rao & Rao (2007), as frutas e hortaliças constituem a maior fonte de carotenóides da dieta humana. Os carotenóides são responsáveis por propriedades benéficas das frutas e hortaliças na prevenção de doenças humanas incluindo doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas.

A cebola, por possuir o pigmento antoxantina, possui alta atividade antioxidante em função do flavonóide quercitina, que se encontra amplamente distribuída em frutas e hortaliças, sendo conhecida por sua capacidade antioxidante e terapêutica em diversas patologias (GARCÍA-ALONSO et al., 2004; CHANG et al., 2005; MELO et al., 2006).

Estudos epidemiológicos mostraram relação entre o consumo de frutas e hortaliças e a proteção contra vários tipos de câncer, doenças isquêmicas e diabetes. Embora outros estudos sejam necessários, principalmente acerca do mecanismo de ação, absorção, metabolização, excreção e toxicidade, os dados obtidos neste trabalho reforçam a importância dos flavonóides como antioxidantes, tanto em dietas como em terapias de suplementação antioxidante (SOARES et al., 2005; MELO et al., 2006).

O tomate é considerado um fruto de alto potencial antioxidante por possuir em sua composição o carotenóide licopeno (MARTINEZ-VALVERDE et al., 2002). Estudos demonstram que esse carotenóide, presente em várias frutas e hortaliças, principalmente no tomate e na melancia, somente é liberado sob altas temperaturas (MICHAUD et al., 2000).

Este estudo corrobora com o trabalho de Shami & Moreira (2004) os quais relataram que em relação à biodisponibilidade, o consumo de molho de tomate cozido aumenta as concentrações séricas de licopeno em taxas maiores do que o consumo de tomates *in natura* ou suco de tomate fresco, aumentando conseqüentemente, a ação antioxidante do mesmo, corroborando com os resultados deste experimento.

No entanto Giovannucci (1999), em experimento realizado pelo método de TBARS, observou que a atividade antioxidante da polpa do tomate cozido, não era significativamente diferente das amostras frescas, contrariando a literatura e os resultados encontrados neste trabalho.

## Frutas

As frutas cruas com ferro que apresentaram redução estatisticamente significativa da peroxidação lipídica foram o mamão ( $71,5 \pm 10,52$ ) a maçã ( $156,2 \pm 10,84$ ), a uva ( $158,5 \pm 6,06$ ), o morango ( $187,2 \pm 21,06$ ) e a laranja ( $194,0 \pm 20,84$ ), e para as frutas cozidas com ferro, todas apresentaram redução estatisticamente significativa da peroxidação lipídica em relação ao controle, com exceção da melancia que neste caso agiu como substância oxidante. A ordem decrescente da atividade antioxidante para este grupo foi a seguinte: uva, laranja, maçã, morango, mamão (Figura 2).

Nas frutas cruas sem ferro, houve redução estatística significativa da peroxidação lipídica em relação ao controle ( $148,375 \pm 11,25$ ) tendo destaque por possuir maior atividade antioxidante respectivamente a uva ( $57,0 \pm 28,69$ ) a laranja ( $63,8 \pm 5,97$ ), o morango ( $72,2 \pm 8,95$ ) e a maçã ( $79,5 \pm 6,43$ ), já o mamão e a melancia não apresentaram redução da atividade antioxidante. As frutas cozidas sem

ferro, que apresentaram redução significativa da peroxidação lipídica em relação ao controle foram laranja, uva, maçã, mamão, morango e, a melancia apresentou novamente atividade oxidante (Figura 2).

García-Alonso et al. (2004), em estudo realizado por método de TBARS observaram que os maiores efeitos antioxidantes encontrados em frutas foram no morango, na framboesa, na cereja e na amora e os menores foram na banana, na uva branca, no kiwi e no abacate. As frutas que demonstraram maior atividade antioxidante são ricas em antocianinas, sugerindo que estes pigmentos contribuem para atividade antioxidante.

A uva destacou-se com maior potencial antioxidante, nas frutas cruas sem ferro, bem como nas frutas cozida com ferro (Figura 2). Essa vantagem considera a possível influência da atividade das antocianinas, principalmente, a malvidina e o ácido gálico. Isso também sustenta o aumento da função do poder antioxidante das uvas analisadas neste trabalho (LIMA et al., 2000; GARCÍA-ALONSO et al., 2004).

Este fato pode também estar relacionado com o composto resveratrol presente nas uvas, principalmente nas de coloração vermelho-arroxeadas. É um composto fenólico, classificado como fitoalexina, produzido pelas uvas em resposta à agressão de fungos e também à irradiação solar, o que protege a fruta aos danos do DNA, encontrado em maior proporção na casca de uvas tintas, e

o seu índice aumentado no vinho está relacionado ao tempo de exposição, de maceração, ou seja, tempo em que a casca permanece em contato com o mosto durante a vinificação. No entanto, sabe-se que o suco de uva, que não é uma bebida fermentada, apresenta menor concentração de resveratrol, quando comparado ao vinho tinto (CASTRO et al., 2004; SAUTTER et al., 2005).

Turkmen et al. (2005) encontraram correlações positivas entre o índice de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante nas frutas, e relataram que a maçã é uma fruta considerada de elevado potencial antioxidante por ser rica em flavonóides corroborando com Shahidi et al. (1992); Hunter & Fletcher (2002), que, em estudo realizado com extrato de chá de maçã, verificaram um aumento na atividade antioxidante, que foi atribuída à formação dos compostos fenólicos durante o tratamento de calor.

A laranja, rica em vitamina C,  $\beta$ -caroteno e outros componentes, tem papel importante na prevenção de doenças (STEŠKOVÁ et al., 2006). Em estudo realizado por Tavares et al. (2000), os autores verificaram que a redução do ácido ascórbico da laranja nos processos de fervura e pasteurização, não foi significativa quando comparada com a fruta *in natura*, concordando com os resultados encontrados neste trabalho, o qual verificou-se que a fruta crua e cozida, tanto com ferro como sem ferro, não teve variação significativa.

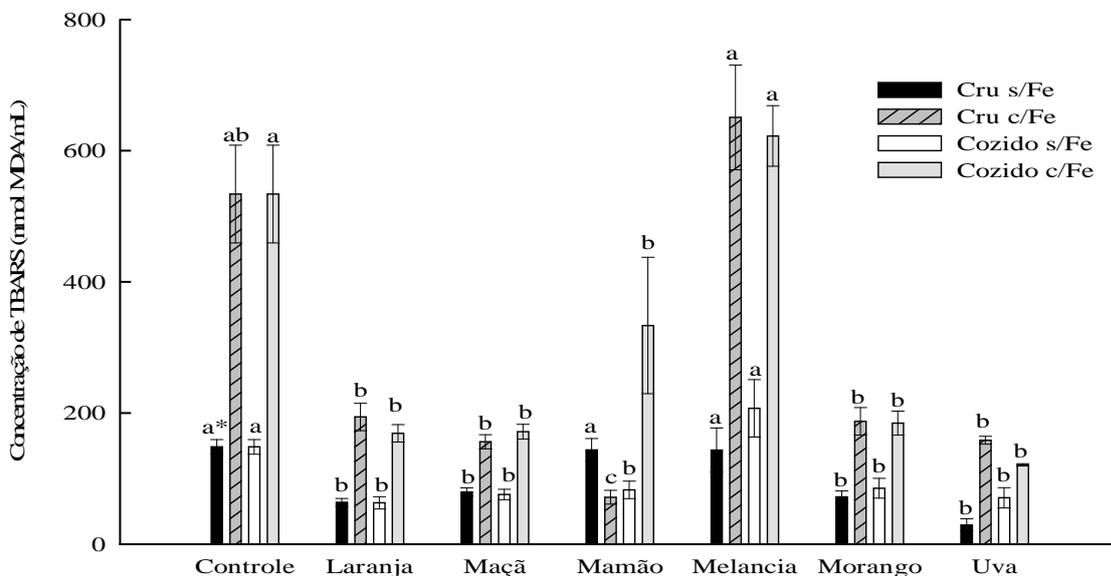


Figura 2 – Níveis de TBARS em fígado de ratos, *in vitro*, induzidos com ferro, indicando o efeito antioxidante de frutas cruas e cozidas. Os dados estão expressos em média  $\pm$  Erro Padrão. \*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a  $p < 0,05$ .

A melancia, assim como o tomate, possui o carotenóide licopeno considerado um excelente antioxidante e eficiente inibidor da proliferação celular (AKASHI et al., 2004). O licopeno é tido como o carotenóide que possui a maior capacidade de seqüestrar o oxigênio singlete, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (SHAMI & MOREIRA, 2004).

No entanto, apesar da melancia ser considerada uma fruta com potencial antioxidante, neste trabalho apresentou ação oxidante tanto crua com ferro como cozida com e sem ferro, contrariando a literatura encontrada. Essa ocorrência pode se dar pela grande quantidade de água presente em sua composição, tendo esse fato interferido no experimento, pois essa água presente naturalmente na melancia, diluiu a concentração da amostra.

Preconiza-se na literatura que as frutas e hortaliças são excelentes fontes de antioxidante, o que se comprovou neste estudo.

Para uma melhor análise deste trabalho realizou-se também a estatística entre os grupos das hortaliças e das frutas (Tabela 1), com o intuito de verificar entre eles, a fruta ou hortaliça com melhor atividade antioxidante.

No grupo das hortaliças (Tabela 1) verificou-se que todas demonstraram redução significativa da peroxidação lipídica ( $p < 0,05$ ), em relação ao controle ( $381,56 \pm 41,3$ ). Salienta-se, que o espinafre ( $135,50 \pm 13,7$ ) destacou-se entre as hortaliças por possuir a melhor atividade antioxidante, seguido da couve, da cebola, da cenoura, do tomate e do repolho.

No grupo das frutas (Tabela 1) observou-se que, com a exceção da melancia, todas as frutas demonstraram uma diminuição da peroxidação lipídica em relação ao controle ( $340,94 \pm 42,73$ ), dando ênfase por possuir a maior atividade antioxidante a uva ( $101,81 \pm 12,82$ ) seguida da maçã, da laranja, do morango e do mamão.

Tabela 1 – Médias de Absorbância  $\pm$  Erro Padrão obtidos por meio da Reação ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) entre o grupo das hortaliças e das frutas, realizada em Santa Maria/ RS – 2006.

| Hortaliças/ Frutas | Média  | Erro Padrão | *Tukey |
|--------------------|--------|-------------|--------|
| Espinafre          | 135,50 | 13,70       | b      |
| Couve              | 169,37 | 27,85       | b      |
| Cebola             | 172,31 | 23,49       | b      |
| Cenoura            | 184,62 | 25,05       | b      |
| Tomate             | 189,31 | 38,11       | b      |
| Repolho            | 206,94 | 27,25       | b      |
| Controle           | 381,56 | 41,30       | a      |
| -----              |        |             |        |
| Uva                | 101,81 | 12,82       | b      |
| Maçã               | 120,75 | 11,97       | b      |
| Laranja            | 122,44 | 30,60       | b      |
| Morango            | 132,31 | 15,71       | b      |
| Mamão              | 157,87 | 30,19       | b      |
| Controle           | 340,94 | 42,73       | a      |
| Melancia           | 406,00 | 64,54       | c      |

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## CONCLUSÃO

Todas as hortaliças estudadas apresentaram atividade antioxidante, no entanto, a intensidade dessa ação foi diferenciada entre elas. Destacou-se com o maior potencial antioxidante *in vitro*, o espinafre, o tomate e a cebola. Nas frutas, com exceção da melancia, todas apresentaram atividade antioxidante, sendo destacadas com maior potencial o mamão, a uva e a laranja. Portanto, neste estudo observou-se a existência de um amplo potencial antioxidante de algumas frutas e todas as hortaliças sobre a peroxidação lipídica, em fígado de ratos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKASHI, K.; NISHIMURA, N.; ISHIDA, Y.; YOKOTA, A. Potent hydroxyl radical-scavenging activity of drought-induced type-2 metallothionein in wild watermelon. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Japan, v. 323, p. 72–78, 2004.
- BARREIROS, L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, 2006.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, 1999.
- CASTRO, L. C. V.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; PELÚZIO, M. C. G. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 3, 2004.
- CHANG, H. S.; YAMATO, O.; YAMASAKI, M.; KO, M.; MAEDE, Y. Growth inhibitory effect of alk(en)yl thiosulfates derived from onion and garlic in human immortalized and tumor cell lines. **Cancer Letters**, Japan, v. 223, p. 47–55, 2005.
- GARCÍA-ALONSO, M.; PASCUAL-TERESA, S.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J. C. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. **Food Chemistry**, Salamanca, n. 84, p.13-18, 2004.
- GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. **Journal of the National Cancer Institute**, Boston, v. 91, n. 4, p. 317-331, 1999.
- HEO, H. J.; LEE, C. Y. Phenolic phytochemicals in cabbage inhibit amyloid  $\beta$  protein-induced neurotoxicity. **LWT**, USA, v. 39, p. 330–336, 2006.
- HUNTER, K. J.; FLETCHER, J. M. The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Bedfordshire, v. 3, n. 4, p. 399–406, 2002.
- KOLEVA, I. I.; VAN BEEK, T. A.; LINSSEN, J. P. H.; GROOT A.; EVSTATIEVA, L. N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. **Phytochemistry Analytic**, USA, v. 13, p. 8-17, 2002.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. Caracterização físico-química e sensorial de pitanga roxa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 22, p. 382-385, 2000.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.3, 2002.
- MAFRA, D.; ABDALLA, D. S. P.; COZZOLINO, S. M. F. Peroxidação lipídica em pacientes com insuficiência renal crônica. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 3, 1999.
- MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; PROVAN, G.; CHESSON, A. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Journal of the Science Food and Agriculture**, Great Britain, v. 82, p. 323-330, 2002.
- 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. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, 2006.
- MICHAUD, D. S.; FESKANICH, D.; RIMM, E. B.; COLDITZ, G. A.; SPEIZER, F. E.; WILLETT, W. C.; GIOVANNUCCI, E. Intake of specific carotenoids and risk of lung cancer in 2 prospective US cohorts. **American Journal of Clinical Nutrition**, Boston, v. 72, n. 4, p. 990-997, 2000.

- OHKAWA, H.; OHISHI, H.; YAGI, K. Assay for lipid peroxyde in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Analytical Biochemistry**, Japão, v. 95, p. 351-358, 1979.
- RAO, A.V.; RAO, L.G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, Japão, v. 55, p. 207-216, 2007.
- SAUTTER, C. K.; DENARDIN, S.; ALVES, A. O.; MALLMANN, C. A.; PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 437-442, 2005.
- SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.
- SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, 2004.
- SILVA, C.R. M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 2, 2001.
- SIQUEIRA, F. M.; OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. B. Nutrientes antioxidantes. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 192-199, 1997.
- SOARES, D.G.; ANDREAZZA, A. C.; SALVADOR, M. Avaliação de compostos com atividade antioxidante em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Brasileira de Ciência e Farmacologia**, São Paulo, v. 41, n. 1, 2005.
- STEŠKOVÁ, A.; MOROCHOVIÈOVÁ, M.; LEŠKOVÁ, E. Vitamin C degradation during storage of fortified foods. **Journal of Food and Nutrition Research**, Bratislava, v. 45, n. 2, p. 55-61, 2006.
- TAVARES, J. T. Q. SILVA, C. L.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. **Magistra**, Bahia, v. 12, n. 1/2, 2000.
- TURKMEN, N.; SARI, F.; VELIOGLU, Y. S. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. **Food Chemistry**, Ankara, n. 93, p. 713-718, 2005.
- YU, L.L., ZHOU, K. K., PARRY, J. Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. **Food Chemistry**, USA, v. 91, p. 723-729, 2005.