

## Ácido ascórbico, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos industrializados e comercializados em diferentes embalagens

### Ascorbic acid, carotenoids, total phenolics and antioxidant activity in industrialized juices sold in different packaging

RIALA6/1519

Samanta Thomas VALDÉS<sup>1</sup>, Maria das Graças VAZ TOSTES<sup>2</sup>, Ceres Mattos DELLA LUCIA<sup>1</sup>, Fabiana Rossi HAMACEK<sup>1</sup>, Helena Maria PINHEIRO-SANT'ANA<sup>1\*</sup>

\*Endereço para correspondência: <sup>1</sup>Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário S/N, Prédio CCB II, 5º andar, Viçosa, MG, Brasil, CEP: 36570-000. Tel./Fax: (31) 3899-3731/3899-2569/3899-2541. E-mail: helenasantana@ufv.br.

<sup>2</sup>Departamento de Farmácia e Nutrição, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. Recebido: 26.10.2012 – Aceito para publicação: 28.12.2012

#### RESUMO

Objetivou-se determinar o teor de ácido ascórbico (AA), carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos de frutas comercializados em diferentes embalagens. Foram avaliados sucos industrializados dos sabores goiaba e uva de duas marcas (marca A: embalagem plástica e *tetrapak*; marca B: embalagem em lata, vidro e *tetrapak*). Os teores de AA e carotenoides foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). A atividade antioxidante foi avaliada pelo teste de DPPH e fenólicos totais foram determinados utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. O suco de goiaba da marca A em embalagem *tetrapak* apresentou maiores teores de licopeno ( $2,01 \pm 1,61$  mg/100 mL), enquanto o suco da marca B apresentou maiores teores de AA ( $22,1 \pm 2,0$  mg/100 mL) e  $\beta$ -caroteno ( $4,09 \pm 0,54$  mg/100 mL). Para ambos os sabores, os sucos da marca B obtiveram os maiores valores de atividade antioxidante e de fenólicos totais, sendo que para o sabor goiaba os maiores valores foram encontrados em embalagem de vidro, enquanto que para o sabor uva obtiveram-se maiores valores em embalagem *tetrapak*. Observou-se que diferentes marcas de sucos apresentaram diferentes conteúdos dos componentes avaliados e que a embalagem tem grande influencia no valor nutricional dos sucos, sendo a embalagem *tetrapak* a que apresentou os melhores resultados.

**Palavras-chave.** valor nutritivo, ácido ascórbico, betacaroteno, embalagem de produtos.

#### ABSTRACT

We aimed to determine the content of ascorbic acid (AA), carotenoids, total phenolics and antioxidant activity in fruit juices sold in different packaging. We evaluated industrialized juices of guava and grape flavors of two brands (brand A: *tetrapak* and plastic packaging, brand B: tin, glass and *tetrapak*). The levels of AA and carotenoids were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The antioxidant activity was evaluated by DPPH test and total phenolics were determined using Folin-Ciocalteu. Guava juice of brand A in the *tetrapak* packaging showed higher levels of lycopene ( $2.01 \pm 1.61$  mg/100 mL), while the juice of brand B showed higher levels of AA ( $22.1 \pm 2.0$  mg/100 mL) and  $\beta$ -carotene ( $4.09 \pm 0.54$  mg/100 mL). For both flavors, juice of brand B had the highest values of antioxidant activity and phenolic compounds, and for the guava flavor, the highest values were found in glass packaging, while for the grape flavor, we obtained higher values on *tetrapak* packaging. It was observed that different brands had different contents of the components evaluated and that the packaging has great influence on the nutritional value of juices, with the *tetrapak* packaging showing the best results.

**Keywords.** nutritive value, ascorbic acid, beta-carotene, product packaging

## INTRODUÇÃO

O número de consumidores que procuram por produtos seguros, frescos e com alegações funcionais tem aumentado continuamente, o que tem elevado o consumo de sucos e bebidas à base de frutas. Além disso, esses produtos também são apreciados pelas suas propriedades sensoriais e grande variedade de sabores<sup>1-3</sup>. Outros aspectos que têm contribuído para o aumento do consumo de sucos de frutas processados são a falta de tempo para preparar sucos *in natura*, a praticidade, a substituição ao consumo de bebidas carbonatadas e a preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis<sup>3</sup>. Nesse sentido, vários sucos de frutas têm conquistado a preferência dos consumidores, como o suco de goiaba e de uva.

A goiaba (*Psidium guajava*, L.) é um dos frutos de maior importância nas regiões tropicais e subtropicais, devido ao seu elevado valor nutritivo, sua excelente aceitação, sua capacidade de cultivo em condições adversas e pela grande aplicação industrial, sendo utilizada na fabricação de vários produtos, como sucos industrializados<sup>4</sup>. Esse fruto possui alto valor nutricional, sendo rico em vitamina C, licopeno e compostos fenólicos e alta atividade antioxidante<sup>5,6</sup>.

As uvas e seus produtos, por sua vez, são muito bem aceitos pelo consumidor brasileiro, sendo que o consumo de suco de uva no Brasil aumentou significativamente nos últimos anos<sup>7</sup>. O consumo de uva e seus produtos é estimulado pela *American Dietetic Association* (ADA), que considera o vinho tinto e o suco de uva como bebidas com evidências “moderadas a fortes” na prevenção da agregação plaquetária em ensaios *in vitro*, *in vivo* e em estudos epidemiológicos. Apesar de as evidências científicas ainda não permitirem consenso sobre o consumo desejável, o documento sugere como recomendação a ingestão diária de 250 a 500 mL de suco de uva<sup>8</sup>.

O consumo desses alimentos processados também é estimulado pelo alto valor nutritivo agregado, uma vez que apresentam compostos fenólicos que possuem importante atividade antioxidante<sup>9</sup>. A função antioxidante desses compostos é resultante da combinação entre propriedades quelantes e captação de radicais livres, bem como pela inibição de enzimas oxidativas<sup>10</sup>. As frutas, principalmente as de coloração vermelha/azul, são as mais importantes fontes de compostos fenólicos da dieta, os quais apresentam vários efeitos biológicos incluindo ações antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora<sup>11</sup>.

Outro grupo de compostos encontrados em muitos alimentos de origem vegetal, principalmente aqueles de coloração amarela, laranja e vermelha, são os carotenoides. Esses compostos têm sido relacionados à diminuição do risco de câncer e doenças cardiovasculares<sup>12</sup>. A vitamina C, presente em frutas e hortaliças, desempenha funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e atividade antioxidante<sup>13</sup>.

Apesar do alto conteúdo nutricional das frutas, os sucos de frutas industrializados são acondicionados em diferentes embalagens, que podem alterar seu valor nutricional. Contudo, as embalagens podem contribuir para a qualidade final do suco, uma vez que têm a função de conter o produto de forma a protegê-lo de contaminações externas, minimizar interações prejudiciais e prolongar a vida de prateleira<sup>14</sup>. No Brasil, no segmento de mercado de sucos estáveis à temperatura ambiente, são usados tradicionalmente frascos de vidro e embalagens cartonadas de acondicionamento asséptico<sup>15</sup>. Se mantidos em temperatura ambiente e embalados adequadamente, a vida de prateleira desses produtos é superior a um ano<sup>16</sup>, uma vez que os aspectos microbiológicos e enzimáticos estão devidamente controlados, evitando reações que comprometam a qualidade sensorial e nutricional do produto<sup>17</sup>.

Apesar de serem fontes de nutrientes, pouco se sabe a respeito do quanto os sucos industrializados podem conservar o seu valor nutritivo, pois a qualidade da fruta diminui rapidamente após a colheita e é afetada por todo o seu histórico ao longo do processamento até o consumo<sup>18</sup>. Embora o interesse pelo produto e o consumo de sucos industrializados tenha aumentado, são escassos os estudos que avaliaram o impacto da embalagem sobre o conteúdo de nutrientes, atividade antioxidante e fenólicos totais de sucos industrializados produzidos no Brasil.

Desta forma, o presente trabalho objetivou determinar o teor de ácido ascórbico (AA), carotenoides, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos de goiaba e uva industrializados e comercializados em diferentes embalagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Foram utilizados sucos industrializados dos sabores goiaba e uva, de duas marcas (A e B), envasados

em embalagens encontradas no comércio local. Foram selecionadas estas marcas por apresentarem mais de uma forma de envase para os mesmos sabores de sucos, o que permitiu a comparação entre diferentes marcas com os mesmos tipos de envases e sucos de mesmo sabor. Para a marca A, foram analisados os envases plástico e *tetrapak*; para a marca B, foram analisados os envases lata, vidro e *tetrapak*. As embalagens plástica e *tetrapak* continham 1 litro cada, as embalagens de lata e vidro continham 350 mL. O suco da marca A envasado na embalagem de plástico era concentrado e foi diluído conforme instruções do fabricante (7 partes de água para 1 de suco) para realizar as análises. Nas demais embalagens, o suco estava sob a forma pronta para consumo. As amostras foram transportadas em caixas de papelão até o Laboratório de Análise de Vitaminas do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, onde foram realizadas as análises.

#### Reagentes e outros materiais

Para preparo das amostras, foram utilizados os seguintes reagentes com grau analítico: acetona e éter de petróleo, da Alphatec; ácido metafosfórico, da Proquimius; ácido acético, da Vetec; ácido sulfúrico 90% da Mallinckrodt Chemicals, USA; EDTA e água ultrapura tipo Milli Q<sup>®</sup>. Para filtração das amostras, foi utilizado papel de filtro livre de cinzas Inlab, tipo 50, 9 cm de diâmetro; seringas descartáveis esterilizadas de 5 mL, da Plastipack 25 x 7, parede fina 22G1; e unidades filtrantes HV Millex, em polietileno, 0,45 mm de porosidade da Millipore, Brasil. Para preparação da fase móvel para análise de carotenoides, foram utilizados metanol da Tedia, USA; acetonitrila da Tedia, USA; e acetato de etila da Tedia, todos grau HPLC. Para preparação da fase móvel para análise de AA, foram utilizados o fosfato de sódio monobásico anidro da Synth; ácido fosfórico da Proquimius; EDTA e água ultrapura tipo Milli Q<sup>®</sup>.

#### Extração e análise de carotenoides e AA

O processo de extração de carotenoides foi realizado de acordo com Rodriguez et al.<sup>19</sup>, com algumas modificações conforme segue: cerca de 5 mL das amostras foram misturados com 60 mL de acetona refrigerada (dividida em três volumes de 20 mL) e homogeneizadas em microtriturador por aproximadamente 5 min. O material foi filtrado a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel de filtro. Em seguida, o filtrado foi transferido, aos poucos, para um funil de separação, onde

foram adicionados 50 mL de éter de petróleo refrigerado, para a transferência dos pigmentos da acetona para o éter. Cada fração foi lavada com água destilada 3 vezes para retirar toda a acetona. A concentração do material foi feita por evaporação do extrato em éter de petróleo usando evaporador rotativo em temperatura de 37 °C. Os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo (25 mL) e armazenados em frascos de vidro âmbar a -5 °C até a análise dos carotenoides.

O processo de extração de AA foi baseado em metodologia proposta por Campos et al.<sup>20</sup>. Cerca de 5 mL de amostra foram misturados com 15 mL de solução extratora contendo ácido metafosfórico 3%, ácido acético 8%, ácido sulfúrico 0,3 N e EDTA 1 mM, por aproximadamente 5 min e filtrada a vácuo em funil de Büchner, utilizando papel de filtro. O filtrado foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL e o volume completado com água ultrapura. Centrifugou-se o filtrado por 15 min com velocidade de 4.000 rpm (1.789 g) e armazenou-se os extratos das amostras em 6 ± 2 °C até o momento da análise.

Tanto o AA quanto os carotenoides foram analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Para análise de carotenoides, alíquotas de 2 mL do extrato de suco de goiaba e 8 mL do extrato de suco de uva foram evaporadas sob fluxo de nitrogênio, sendo o resíduo seco redissolvido em 2 mL de metanol. Os extratos foram filtrados em unidades filtrantes com porosidade de 0,45 µm, sendo injetados 50 µL na coluna cromatográfica para análise. As análises de carotenoides seguiram as condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana et al.<sup>21</sup>, as quais incluíram: sistema CLAE acoplado a detector de arranjos de diodos e coluna RP-18 Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, 5 µm, munida de coluna de guarda Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3 mm. Utilizou-se fase móvel composta de metanol:acetato de etila:acetonitrila (70:20:10, v/v/v) com fluxo de 2,0 mL/min.

Para análise do AA, as condições cromatográficas utilizadas foram: sistema CLAE acoplado a detector de arranjos de diodo e coluna RP-18 Lichrospher 100, 250 x 4 mm, 5 µm. Utilizou-se fase móvel composta por água ultrapura contendo 1 mM de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, com fluxo de 1,0 mL/min.

A análise qualitativa foi feita a partir da comparação entre os tempos de retenção e espectros de

absorção dos picos dos padrões de AA e carotenoides com as amostras de sucos, analisados sob as mesmas condições. Para a análise quantitativa utilizou-se curvas analíticas a partir de concentrações crescentes dos padrões autênticos dos compostos analisados.

#### Determinação dos limites de detecção (LD) e quantificação (LQ)

A avaliação do limite de detecção (LD) foi realizada por diluições sucessivas dos padrões de  $\beta$ -caroteno, licopeno e AA nos sucos, seguida da determinação da menor quantidade detectável como sendo três vezes o valor da amplitude do ruído da linha de base ( $S/R \geq 3$ ). O limite de quantificação (LQ) foi considerado como sendo 10 vezes o LD<sup>22</sup>.

#### Análise de fenólicos totais e atividade antioxidante

Para obtenção do extrato utilizado na análise da atividade antioxidante e de fenólicos totais, tomou-se 0,2 mL da amostra e adicionou-se 10 mL de solução de metanol 60%. O extrato foi colocado em *shaker* por 30 min e posteriormente foi centrifugado por 10 min. O sobrenadante foi, então, transferido para um tubo de 10 mL que foi completado com metanol 60%.

Para avaliação da atividade antioxidante utilizou-se o teste de 1,1 Diphenyl-2-terylhydrazyl radical (DPPH), conforme descrito a seguir: pipetou-se 100  $\mu$ L do extrato, adicionou-se 1,5 mL de solução metabólica de DPPH 0,1mM e agitou-se em vórtex por 1 min. Posteriormente, o extrato foi colocado em repouso para leitura da absorvância em espectrofotômetro a 517 nm<sup>23</sup>. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Para a análise de fenólicos totais, pipetou-se 500  $\mu$ L do extrato, adicionou-se 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e 0,5 mL de solução de carbonato de sódio 7,5%, com posterior agitação em vórtex. Em seguida, o extrato foi incubado por 30 min para posterior leitura da absorvância a 765 nm<sup>24</sup>. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico em 100 g de amostra.

#### Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha = 5\%$ ) para testar a homogeneidade das variâncias, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Duncan ( $\alpha = 5\%$ ) para comparar as médias entre as variáveis analisadas. O software *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.4 (2008), licenciado para a UFV, foi utilizado para as análises estatísticas.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os teores de carotenoides e AA dos sucos de goiaba e uva industrializados.

Pode-se observar a presença de licopeno em todas as amostras de sucos de goiaba, enquanto o  $\beta$ -caroteno não foi encontrado apenas no suco envasado na embalagem *tetrapak* da marca A. Nos sucos da marca B, foram detectados conteúdos de  $\beta$ -caroteno significativamente maiores em todas as embalagens quando comparados aos sucos da marca A. Para o licopeno, os sucos da marca A apresentaram as maiores concentrações ( $p < 0,05$ ) na embalagem *tetrapak*, contudo, quando avaliado o

**Tabela 1.** Conteúdo de carotenoides e ácido ascórbico (AA) em sucos de goiaba e uva de duas marcas, envasados em diferentes embalagens

Marca	Suco de Goiaba			Suco de Uva		
	$\beta$ -caroteno (mg/100 mL)	Licopeno (mg/100 mL)	AA (mg/100 mL)	$\beta$ -caroteno (mg/100 mL)	Licopeno (mg/100 mL)	AA (mg/100 mL)
Marca A						
Tetrapak	ND	2,01 $\pm$ 1,61 <sup>a</sup>	10,3 $\pm$ 7,9b <sup>c</sup>	ND	ND	ND
Plástico	0,97 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,02 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	1,77 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	ND	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	ND
Marca B						
Tetrapak	4,90 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	0,44 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	22,1 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>	0,12 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	8,1 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Lata	4,25 $\pm$ 1,26 <sup>a</sup>	0,59 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	17,8 $\pm$ 8,0 <sup>ab</sup>	ND	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	7,8 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
Vidro	5,79 $\pm$ 3,00 <sup>a</sup>	0,53 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	9,2 $\pm$ 0,7 <sup>bc</sup>	ND	ND	10,1 $\pm$ 4,2 <sup>a</sup>

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Médias nas colunas com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

ND: Não detectado.

Limites de detecção para  $\beta$ -caroteno, licopeno e AA: 6,42; 5,31 e 12,32  $\mu$ g/mL, respectivamente.

Limites de quantificação para  $\beta$ -caroteno, licopeno e AA: 64,22; 53,12 e 123,21  $\mu$ g/mL, respectivamente.



conteúdo dos dois carotenoides estudados (licopeno e  $\beta$ -caroteno), os sucos da marca B obtiveram as maiores concentrações. Corroborando com os achados do presente trabalho, Oliveira et al.<sup>25</sup>, em trabalho similar, não observaram diferenças significativas entre o conteúdo de  $\beta$ -caroteno de sucos de manga comercializados em embalagens de vidro e *tetrapak*.

Em relação aos carotenoides presentes no suco de uva, foi detectada pequena quantidade de  $\beta$ -caroteno nos sucos envasados na embalagem *tetrapak* da marca B. O licopeno também foi encontrado em reduzidas concentrações nos sucos envasados nas embalagens plásticas da marca A e nas embalagens *tetrapak* e lata da marca B.

No suco de goiaba foi encontrado AA em todas as embalagens estudadas, sendo que, tanto para a marca A quanto para a B, os sucos envasados nas embalagens *tetrapak* apresentaram as maiores concentrações desse nutriente ( $10,3 \pm 7,9$  e  $22,1 \pm 2,0$  mg/100 mL de suco, respectivamente). Em estudo que comparou três marcas comerciais de sucos de caju industrializados prontos para beber, foram verificadas concentrações de AA iguais a  $43,1 \pm 0,7$  mg/100 mL para a marca 1;  $37,3 \pm 0,7$  mg/100 mL para a marca 2; e  $46,3 \pm 0,7$  mg/100 mL para a marca 3<sup>26</sup>. O mesmo estudo relata que, nas marcas concentradas e diluídas conforme recomendações do fabricante, foram encontrados teores de AA variando entre  $75,7 \pm 0,68$  e  $152,0 \pm 0,68$  mg/100 mL<sup>26</sup>.

AA não foi encontrado nos sucos de uva da marca A, em nenhuma das embalagens avaliadas. Na marca B, esse nutriente esteve presente, mas o conteúdo encontrado pode ser também resultante da adição de AA pelo fabricante, conforme declarado no rótulo do produto. Em estudo no qual o conteúdo de vitamina C foi avaliado em três marcas de sucos de uva industrializados, foram verificados valores mais elevados de vitamina C, em relação aos observados no presente estudo, com concentrações de 16,79; 21,33 e 24,29 mg/mL de AA nas marcas A, B e C, respectivamente, indicando que existe grande variação desse nutriente, de acordo com as marcas analisadas<sup>27</sup>. Essa variabilidade pode ocorrer devido às diferentes condições de processamento adotadas por cada fabricante, ao grau de maturação das frutas utilizadas e fatores como temperatura e exposição à luz no transporte e armazenamento dos sucos<sup>5</sup>.

A comparação do teor de nutrientes entre diferentes embalagens utilizadas no armazenamento de sucos é importante, uma vez que, dependendo do tipo de envase utilizado e das condições utilizadas no

processamento, o conteúdo nutricional do suco pode suprir as recomendações nutricionais do indivíduo em uma única porção do produto. É o que se verifica no suco de goiaba da marca B, envasado em embalagem de vidro, em que o consumo de apenas uma porção de 150 mL do mesmo ultrapassa as recomendações de vitamina A para todas as faixas etárias, atingindo 361,8%; 187,9%; 160,8% e 206,7% das recomendações diárias para crianças, gestantes, homens e mulheres adultos, respectivamente. A deficiência de vitamina A e seus precursores, muito prevalente em países em desenvolvimento<sup>28</sup> devido à baixa ingestão de frutas e vegetais que contenham esses nutrientes<sup>29</sup>, poderia ser amenizada com o consumo diário de 1 copo de suco de goiaba, garantindo inclusive aporte nutricional acima do preconizado para uma dieta balanceada.

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do Institute of Medicine<sup>30</sup>, em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) equivale a 1  $\mu$ g de retinol; 6  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno; 12  $\mu$ g de outros carotenoides pró-vitamínicos.

Para o AA, a maior contribuição para as necessidades desse nutriente foi observada nas embalagens *tetrapak* de ambas as marcas, sendo que uma porção de 150 mL do suco de goiaba da marca B pode contribuir com 132,6%; 39,0%; 36,8% e 44,2% das recomendações nutricionais para crianças, gestantes, homens e mulheres adultos, respectivamente. Verifica-se que o mesmo tipo de embalagem (*tetrapak*) e sabor da marca A contribuiu com apenas 61,80% das recomendações para crianças, 18,18% para gestantes, 17,16% para homens e 20,59% para mulheres. Sendo assim, os sucos de mesmo sabor e envasados nos mesmos tipos de embalagem, mas de diferentes marcas, podem apresentar grandes variações em relação à adequação nutricional de determinado nutriente. Apenas o suco de uva da marca B continha AA, uma vez que os fabricantes adicionaram esse nutriente ao seu produto, tendo maior contribuição para a adequação nutricional o suco envasado na embalagem de vidro, o qual contribuiu com 60,6%; 17,8%; 16,83% e 20,2% das recomendações nutricionais para crianças, gestantes, homens e mulheres adultos, respectivamente. Apesar da elevada variabilidade desse nutriente nos sucos de uva e goiaba nas embalagens analisadas, a deficiência de vitamina C não é considerada um problema de saúde pública, uma vez que esse nutriente é bem distribuído entre os alimentos<sup>13</sup> e a necessidade nutricional diária é pequena<sup>16</sup>. Entretanto, sua ingestão em níveis

adequados protege o DNA, o LDL e as proteínas do dano oxidativo<sup>25</sup>. Os dados referentes ao conteúdo de fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante dos sucos analisados no presente estudo podem ser observados na Tabela 2.

O teor de fenólicos totais do suco de goiaba foi semelhante entre as amostras das diferentes marcas e embalagens. No entanto, os teores encontrados foram inferiores aos relatados por Kuskoski et al.<sup>31</sup>, em estudo que avaliou o conteúdo de fenólicos totais em polpa de goiaba congelada, a qual apresentou  $83,0 \pm 1,3$  mg de ácido gálico/100 g. Outros trabalhos que também avaliaram o teor de fenólicos totais na goiaba fresca relataram conteúdos de 72,2 mg de ácido gálico/100 g<sup>32</sup>, 148 mg/100 g<sup>33</sup>, 138 mg/100 g<sup>34</sup> e 159,8 mg/100 g<sup>5</sup>, valores também superiores aos do presente trabalho. Esses valores superiores são justificados pela avaliação da polpa pura ou fruta fresca, diferente do que acontece com os sucos industrializados, que passam pelo processamento térmico e diluição.

Não foram encontrados estudos que avaliaram o teor de fenólicos totais em suco de goiaba industrializado. Entretanto, outros trabalhos que avaliaram o teor de fenólicos totais em sucos processados de outros sabores revelaram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Por exemplo, Kelebek et al.<sup>35</sup> reportaram teores de fenólicos totais iguais a 31,73 mg/100 mL em suco de laranja processado.

Verifica-se que o suco de uva envasado em embalagem de vidro da marca B foi o que apresentou as maiores concentrações de fenólicos totais ( $29,2 \pm 1,7$  mg/100 mL). Em um experimento realizado com polpas de frutas *in natura* foram identificados valores de fenólicos totais superiores aos encontrados no presente estudo, demonstrando o impacto do processamento industrial e diluição com água sobre os teores destes compostos nos sucos<sup>36</sup>.

Para a atividade antioxidante no suco de goiaba (Tabela 2), os sucos da marca B apresentaram maior percentual de inibição (27,9 a 30,0%) da oxidação quando comparados aos da marca A (5,9 a 17,6%). A atividade antioxidante dos sucos de goiaba não foi comparada a outros estudos que analisaram sucos industrializados devido às diferenças de métodos utilizados, inviabilizando a comparação. Um estudo recente, que analisou a goiaba fresca em condições similares às do presente estudo<sup>5</sup>, verificou a retirada de radicais livres de 49,1%, valores duas vezes maiores aos encontrados nos sucos de goiaba industrializados.

**Tabela 2.** Conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos de goiaba e uva de duas marcas, envasados em diferentes embalagens.

Marca A	Suco de Goiaba		Suco de Uva	
	DPPH <sup>1</sup>	Fenólicos totais <sup>2</sup>	DPPH <sup>1</sup>	Fenólicos totais <sup>2</sup>
Tetrapak	$17,6 \pm 2,7^b$	$21,8 \pm 1,3^b$	$24,8 \pm 4,7^a$	$22,1 \pm 3,3^c$
Plástico	$5,9 \pm 2,7^c$	$23,5 \pm 1,4^{ab}$	$7,7 \pm 4,5^b$	$16,2 \pm 3,3^d$
Marca B	Suco de Goiaba		Suco de Uva	
	DPPH <sup>1</sup>	Fenólicos totais <sup>2</sup>	DPPH <sup>1</sup>	Fenólicos totais <sup>2</sup>
Tetrapak	$27,9 \pm 0,6^a$	$25,0 \pm 1,7^{ab}$	$27,3 \pm 1,1^a$	$27,7 \pm 0,6^{ab}$
Lata	$28,8 \pm 2,6^a$	$24,0 \pm 1,0^{ab}$	$26,7 \pm 2,1^a$	$24,0 \pm 1,7^{bc}$
Vidro	$30,0 \pm 3,9^a$	$26,3 \pm 3,2^a$	$37,2 \pm 1,7^a$	$29,2 \pm 1,7^a$

Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Médias nas colunas com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

ND: Não detectado.

<sup>1</sup> Atividade antioxidante determinada através do método de DPPH, expresso em %; <sup>2</sup> Fenólicos totais expresso, em mg de ácido gálico/100 mL.

Em relação ao suco de uva, os valores da atividade antioxidante foram, em média, semelhantes (24,8 a 37,2%), exceto para os sucos envasados na embalagem de plástico da marca A, que apresentaram valores bem inferiores aos demais (7,7%) (Tabela 2). Mesmo assim, todos os percentuais de atividade antioxidante foram considerados baixos. Esses resultados para o suco de uva não eram esperados, visto que as uvas e seus produtos são considerados ricos em compostos fenólicos e estudos têm demonstrado que essas substâncias possuem uma considerável atividade antioxidante<sup>37</sup>. Assim, pode ser que durante o processamento tenham ocorrido grandes perdas, sugerindo que as características originais da fruta não são preservadas. De forma similar, em suco de uva diluído a 5% foi verificada a retirada de 6,3% dos radicais livres, indicando pequena atividade antioxidante<sup>38</sup>.

De acordo com Kuskoski et al.<sup>36</sup>, amostras ricas em fenólicos apresentam elevada atividade antioxidante, porém essa atividade depende da concentração, da qualidade e da interação desses compostos, além do método utilizado para determinar a atividade antioxidante.

Deve-se considerar também que o teor de AA e carotenoides nos sucos contribuem para a atividade antioxidante. Para o suco de goiaba da marca A, a embalagem *tetrapak* apresentou maior concentração de AA e licopeno e também uma alta atividade antioxidante, quando comparada à embalagem de plástico. Para o suco de uva da marca A, a mesma relação não foi encontrada, apesar de maior atividade antioxidante ter sido encontrada na embalagem *tetrapak*. A atividade antioxidante não foi

diferente nos sucos da marca B e o teor dos carotenoides e AA também foram semelhantes entre as embalagens.

Os cuidados a nível industrial são cruciais para a manutenção do valor nutricional dos sucos, por isso recomenda-se que o processamento das frutas seja o mais breve possível, bem como maiores estudos para verificar qual tipo de embalagem e processamentos industriais são mais adequados para preservar as características nutricionais dos sucos.

## CONCLUSÃO

Verificou-se que diferentes marcas comerciais de suco podem ter valor nutricional diferenciado. Foi observado que o tipo de embalagem pode interferir na qualidade de sucos industrializados, de maneira que o consumidor pode atingir maiores níveis de ingestão de micronutrientes, dependendo da escolha da embalagem que armazena o produto. A embalagem *tetrapak* mostrou ser mais efetiva na preservação do conteúdo nutricional dos sucos analisados. Apesar de atrativa, a embalagem de vidro pode ter levado a perdas dos componentes analisados, especialmente pela incidência de luz através da embalagem transparente. A embalagem de lata também não se mostrou capaz de preservar os componentes analisados, principalmente para o suco de uva. Portanto, a escolha do melhor tipo de embalagem deveria ser alvo das indústrias de alimentos, visando a preservação da qualidade nutricional de seus produtos.

## REFERÊNCIAS

- Campos DCP, Santos AS, Wolkoff DB, Matta VM, Cabral LMC, Couri S. Cashew apple juice stabilization by microfiltration. *Desalination*. 2002;148(1-3):61-5.
- Kabasakalis V, Siopidou D, Moshato E. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food Chem*. 2000;70(3):325-8.
- Matsuura FCAU, Rolim RB. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. *Rev Bras Fruticult*. 2002;24(1):138-41.
- Silva DS, Maia GA, Sousa PHM, Figueiredo RW, Costa JMC, Fonseca AVV. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. *Ciênc Tecnol Alim*. 2010;30(1):237-43.
- Oliveira SO, Aquino PP, Ribeiro SMR, Proença RPC, Pinheiro-Sant'ana HM. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta S Health Sci*. 2011;33(1):89-98.
- Oliveira DS, Lobato AL, Ribeiro SMR, Santana AMC, Chaves JBP, Pinheiro-Sant'ana HM. Carotenoids and vitamin C during handling and distribution of Guava (*Psidium guajava* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), and Papaya (*Carica papaya* L.) at commercial restaurants. *J Agric Food Chem*. 2010;58:6166-72.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial [Internet]. 2010. Disponível em: <http://www.cnpqv.embrapa.br/publica/artigos8 ADA>. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *J Am Diet Assoc*. 2004;104(1):814-26.
- Nijveldt RJ, Nood E, Hoorn DE, Boelens PG, Norren K, Leeuwen PAM. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am Soc Clin Nutr*. 2001;74:418-25.
- Alonso MG, Teresa SP, Buelga CS, Gonzalo JCR. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chem*. 2004;84:13-8.
- Sellappan S, Akoh CC, Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem*. 2002;50(8):24328.
- Matioli G, Rodriguez-Amaya DB. Microencapsulação do licopeno com ciclodextrinas. *Ciênc Tecnol Alim*. 2003;23:102-5.
- Vannuchi H, Jordão JAA. Vitaminas hidrossolúveis. In: Oliveira JED, Marchini JS, organizadores. *Ciências Nutricionais*. São Paulo: Sarvier; 1998.
- Freitas CAS, Maia GA, Costa JMC, Figueiredo RW, Rodrigues MCP, Sousa PHM. Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. *Ciênc Tecnol Alim*. 2006;26(3):544-9.
- Beserra FJ, Guimarães ACL. Embalagens para Sucos e Polpas. In: Beserra F, Guimarães ACL. *Curso de Tecnologia em Processamento de Sucos e Polpas Tropicais – Curso de especialização por tutoria à distância*. Brasília (DF): ABEAS/UFC; 1998.
- Baruffaldi R, Oliveira MN. Conservação de Alimentos por Tratamento Térmico/Operações e Processos Unitários. In: Baruffaldi R, Oliveira MN. *Fundamentos de Tecnologia de Alimentos*. São Paulo: Atheneu; 1998.
- Alves RMV, Garcia EEC. Embalagem para sucos de frutas. In: Colet. ITAL. 1993;23(2):105-22.
- Johnson PD. Acerola (*Malpighia glabra* L., *M. puniceifolia* L., *M. emarginata* D. C.): agriculture, production and nutrition. *W Rev Nutr Diet*. 2003;91:67-75.
- Rodriguez DB, Raymundo LC, Lee T, Simpson KL, Chichester CO. Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. *Annual Botanic*. 1976;40:615-24.
- Campos FM, Della Lucia CM, Pinheiro-Sant'ana HM. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. *Quim Nova*. 2009;32:87-91.
- Pinheiro-Sant'ana HM, Stringheta PC, Brandão SCC, Azeredo RMC. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Food Chem*. 1998;61:145-51.
- Catharino RR, Godoy HT, Lima-Pallone JÁ. Metodologia analítica para determinação de folatos e ácido fólico em alimentos. *Quim Nova*. 2006;29:972-6.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1958;181:1199-200.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants

- by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol*. 1999;299:152-77.
24. Oliveira DS, Mata GMSC, Della Lucia CM, Campos FM, Ribeiro SMR, Pinheiro-Sant'ana HM. Influência da embalagem e estocagem no conteúdo de betacaroteno e ácido ascórbico em suco de manga "Uba" industrializado. *Acta S Health Sci*. 2010;32(2):191-8.
25. Pereira CQ, Lavinhas FC, Lopes MLM, Valente-Mesquita VL. Sucos de caju industrializados: variação no teor de ácido ascórbico e em outros parâmetros físico-químicos. *Ciênc Tecnol Alim*. 2008;28:266-70.
26. Santana MTA, Siqueira HH, Reis KC, Lima LCO, Silva RJL. Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva comercializados em duas regiões do Brasil. *Ciênc Agrotec*. 2008;32(3):882-6.
27. Bermudez OI, Tucker KL. Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cad Saúde Pública*. 2003;19:S87-S99.
28. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev*. 2012;70(1):3-21.
29. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board [Internet]. 2011. Disponível em: <http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/New%20Material/5DRI%20Values%20SummaryTables%2014.pdf>31 Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc Tecnol Alim*. 2005;25:726-32.
30. Luximon-Ramma A, Bahorun T, Crozier A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. *J Sci Food Agric*. 2003;83(5):496-502.
31. Patthamakanokporn O, Pwastien P, Nitithamyong A, Sirichakwal PP. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J Food Comp Anal*. 2008;21(3):241-8.
32. Lim YY, Lim TT, Tee JJ. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chem*. 2007;103(3):1003-8.
33. Kelebek H, Selli S, Canbas A, Cabaroğlu T. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microch J*. 2009;91:187-92.
34. Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciênc Rural*. 2006;4(36):1283-7.
35. Gollucke APB, Souza JC, Tavares DQ. Sensory stability of concord and Isabel concentrated grape juices during storage. *J Sens Stud*. 2008;23(1):340-53.
36. Bramorski A, Cherem AR, Marmentini CP, Torresani J, Mezadri T, Costa AAS. Total polyphenol content and antioxidant activity of commercial Noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and its components. *Braz J Pharm Sci*. 2010;46(4):652-6.