

# Influência da embalagem e estocagem no conteúdo de beta-caroteno e ácido ascórbico em suco de manga “Ubá” industrializado

Daniela da Silva Oliveira<sup>1</sup>, Gardênia Márcia Silva Campos Mata<sup>1</sup>, Ceres Mattos Della Lucia<sup>1</sup>, Flávia Milagres Campos<sup>2</sup>, Sônia Machado Rocha Ribeiro<sup>1</sup> e Helena Maria Pinheiro-Sant’Ana<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: helenasantana@ufv.br

**RESUMO.** Este trabalho investigou o conteúdo e avaliou a estabilidade de dois antioxidantes naturais -  $\beta$ -caroteno e ácido ascórbico (AA) - em suco de manga “Ubá” industrializado e armazenado em diferentes tempos de estocagem e correlacionou as recomendações de vitaminas A e C com o teor encontrado nos sucos. O  $\beta$ -caroteno e o AA foram analisados nos sucos comercializados em embalagem *tetra pak*, em cinco tempos de estocagem (1 a 5 meses) e em embalagem de vidro, em três tempos de estocagem (após 3, 4 e 5 meses de armazenamento). A análise foi realizada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ( $\alpha = 5\%$ ) entre os diferentes tempos de estocagem, para ambos os componentes analisados, tanto em embalagens *tetra pak* quanto em embalagens de vidro. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre o conteúdo de  $\beta$ -caroteno dos sucos comercializados nas duas embalagens. No entanto, houve diferença significativa no teor de AA entre as diferentes embalagens, e a embalagem de vidro apresentou maior teor em relação à embalagem *tetra pak*. Assim, as perdas ocasionadas especialmente pela permeabilidade da embalagem ao oxigênio deveriam ser alvo de atenção das indústrias de alimentos.

**Palavras-chave:** estocagem, embalagem *tetra pak*, embalagem de vidro, antioxidantes.

**ABSTRACT. Influence of package and storage on the content of beta-carotene and ascorbic acid in industrialized “Ubá” mango juice.** This work investigated the content and stability of two natural antioxidants –  $\beta$ -carotene and ascorbic acid (AA) – in mango juice industrialized and stored during different storage times, correlating the recommendations of vitamins A and C with the content found in the juice.  $\beta$ -carotene and AA were analyzed in juice sold in *tetra pak* packaging, during five storage times (1 to 5 months) and in glass containers, during three storage times (after 3, 4 and 5 months of storage). The analysis was carried out using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). No statically differences ( $\alpha = 5\%$ ) were found between the different times of storage for both compounds analyzed, both in *tetra pak* package and glass container. Furthermore, no significant differences were found between the  $\beta$ -carotene content of the juices sold in both containers. However, we found statistical differences in AA levels between the different packages, with glass containers showing greater content compared to *tetra pak* packaging. Thus, losses occasioned by package permeability to oxygen should be subject of concern in the food industry.

**Key words:** storage, *tetra pak* package, glass container, antioxidants.

## Introdução

Atualmente, as frutas têm sido foco de interesse de muitos profissionais da área da saúde pelo seu valor nutricional, principalmente em seu conteúdo de antioxidantes naturais como vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, possuindo papel importante na prevenção de doenças como câncer e doenças cardiovasculares. Além disso, os carotenoides pró-vitânicos A, entre eles o  $\beta$ -caroteno, são fundamentais na prevenção da

hipovitaminose A, que constitui problema de saúde pública no mundo (GÖKMEN et al., 2000). No Brasil, os dados dos últimos 20 anos indicam que a deficiência de vitamina A (DVA) é considerada problema de saúde pública, principalmente nas regiões do Norte, Nordeste e Sudeste, sendo possível identificar a população infantil do Nordeste como a mais vulnerável ao problema (MILAGRES et al., 2007).

O clima tropical favorece a ocorrência de uma ampla variedade de frutas carotenogênicas no Brasil

(AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2004). Entre elas, a manga é considerada uma das mais interessantes, sendo contemplada por seu sabor, pelo aroma, e pela coloração característicos e atraentes. O valor vitamínico das diversas variedades de manga gira em torno de seu conteúdo de carotenoides, vitamina C e pequenas quantidades de vitaminas do complexo B (CARDELLO; CARDELLO, 1998).

A manga é, atualmente, o segundo fruto tropical mais produzido no mundo, perdendo apenas para a banana (POTT et al., 2003). O Brasil destaca-se por ser um dos maiores produtores mundiais de manga, e em seu mercado industrial há preferência por matérias-primas com características de alto rendimento em polpa, alto teor de sólidos e ausência de fibras. O mercado brasileiro de polpa de manga para a indústria de sucos e bebidas está estimado em 15.000 t ano<sup>-1</sup>, enquanto a demanda mundial para este produto está estimada em 130.000 a 160.000 t ano<sup>-1</sup> (BRUNINI et al., 2002).

Entre as variedades de manga que atendem às exigências tanto do mercado interno quanto do mercado regional mineiro na indústria e também para consumo *in natura*, destaca-se a manga “Ubá”, nome de uma das cidades mineiras localizadas na região que concentra a maior parte de sua produção (GONÇALVES, 1998).

Apesar das grandes possibilidades de industrialização que a manga apresenta, estas não são devidamente exploradas. Sua comercialização é feita quase que exclusivamente na forma do fruto *in natura*, embora possa ser transformada em diferentes produtos tais como sucos, doces, néctares, geleias, sorvetes, entre outros (SILVA et al., 2005).

Segundo Pina et al. (2003), a falta de pessoal treinado e de infraestrutura para a comercialização e conservação da manga tem gerado redução em torno de 30% da produção e, em alguns casos, podendo atingir até 50%. A viabilização do aproveitamento racional da manga, preservando ao máximo seus componentes nutricionais, seria extremamente importante para o Brasil, o qual se apresenta como grande produtor mundial dessa fruta (RIBEIRO; SABAA-SRUR, 1999).

O processamento da manga na forma de suco tem sido uma alternativa válida no sentido de diminuir as perdas observadas no auge da safra e também de aproveitar o grande potencial da fruta. Segundo a Companhia de Pesquisa de Mercado (ACNIELSEN), três das cinco categorias de produtos alimentícios que mais cresceram no mercado mundial em 2001 foram as bebidas, e essa tendência de crescimento tem se mostrado ilimitada para o segmento (BERTO, 2003). No Brasil, o

produto tem se firmado aos poucos no mercado interno, talvez pelo aumento do consumo de sucos de frutas pela população nos últimos anos (TAIPINA et al., 2004).

Pela baixa estabilidade da vitamina C e dos carotenoides à luz, ao calor, ao oxigênio e aos íons metálicos (LEE; KADER, 2000), a degradação desses nutrientes durante a estocagem, processamento e preparo dos alimentos é frequentemente observada, levando à perda de valor nutritivo dos mesmos.

O conhecimento da composição dos alimentos em compostos antioxidantes facilita a identificação da relação entre a dieta e a prevalência de enfermidades crônicas, além de viabilizar a definição da magnitude das inadequações dietéticas e oferecer subsídios para a educação alimentar e para o estabelecimento de metas e guias alimentares que promovam estilos de vida mais saudáveis.

Visando contribuir com dados sobre o valor nutritivo de sucos armazenados em condições rotineiras pelos supermercados, o presente estudo investigou o conteúdo e avaliou a estabilidade de ácido ascórbico (AA) e  $\beta$ -caroteno em suco de manga “Ubá” industrializado e armazenado em embalagens de vidro e *tetra pak* em diferentes tempos de estocagem. Além disso, buscou-se estabelecer a correlação entre as recomendações de vitaminas A e C e o teor encontrado nos sucos.

## Material e métodos

### Amostragem e processamento do suco de manga

Sucos de manga “Ubá” comercializados rotineiramente em embalagens de vidro e *tetra pak* foram fornecidos por uma indústria de sucos da região de Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, em fevereiro de 2006.

As condições para coleta e análise dos sucos de manga seguiram as formas de industrialização, embalagem, estocagem e comercialização utilizadas rotineiramente, visando refletir as condições reais de consumo e o conteúdo de AA e  $\beta$ -caroteno ingeridos pela população por meio dos sucos.

No Brasil, no segmento de mercado de sucos estáveis à temperatura ambiente, são usados tradicionalmente frascos de vidro, bem como as embalagens cartonadas de acondicionamento asséptico, além de recipientes metálicos e embalagens PET (MAGALHÃES et al., 2008). Os métodos mais utilizados pelas indústrias para a preservação de sucos de frutas tropicais consistem nos processos “hot fill” (garrafas de vidro) e asséptico (embalagens cartonadas) (FREITAS et al., 2006). Os produtos envasados por ambos os processos são armazenados à temperatura ambiente,

e os dois processos mantêm a estabilidade e a qualidade satisfatória (MAGALHÃES et al., 2008).

Segundo Maia et al. (1998), a elaboração de sucos pelo processo “hot fill” segue as etapas de seleção e a lavagem dos frutos, extração do suco, formulação, homogeneização, desaeração, pasteurização em trocador de calor, enchimento a quente da embalagem (a aproximadamente 85°C), fechamento e resfriamento. O processo asséptico segue o mesmo fluxo de operações descrito acima até a etapa de pasteurização, após a qual o suco é resfriado (a aproximadamente 25°C) e envasado em condições assépticas, em embalagens previamente esterilizadas. A Figura 1 demonstra as etapas de processamento da manga “Ubá” para obtenção do suco.

As amostras de sucos foram coletadas da seguinte forma: três diferentes lotes de suco industrializado, em embalagem *tetra pak*, caracterizando três repetições; dois diferentes lotes de suco industrializado, em embalagem de vidro, caracterizando duas repetições.

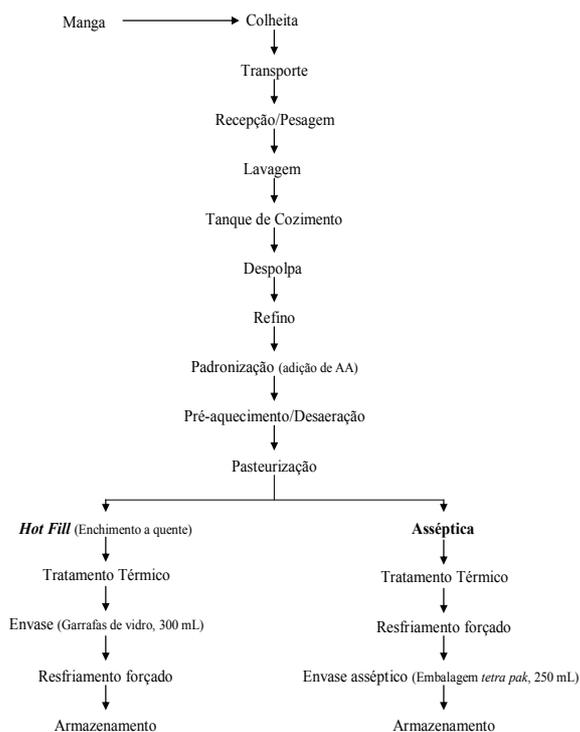


Figura 1. Fluxograma das etapas do processamento da manga “Ubá”.

### Equipamentos

Para a preparação das amostras, foram utilizados os seguintes equipamentos: microtritador, modelo MA 102, Marconi; bomba de vácuo, modelo CA Fanem e centrífuga Excelsa Baby II, com cruzeta angular 4 x 100 mL, modelo 206-R, Fanem. Para determinação do teor de sólidos solúveis totais, foi

utilizado um refratômetro LEICA, modelo AR-200 DIGITAL. A fase móvel foi degaseificada em vibrador ultrassônico Odontobrás, T-14. Para a medição do pH da fase móvel foi utilizado pHmetro UB-10, Hexis.

### Estocagem e preparo das amostras

Os sucos na embalagem de vidro e *tetra pak* foram mantidos estocados em temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e sob incidência de luz, visando simular o ambiente onde os sucos são comercializados.

As amostras foram analisadas considerando cinco tempos de estocagem (após 1, 2, 3, 4 e 5 meses de armazenamento) para os sucos comercializados em embalagem *tetra pak* e três tempos de estocagem (após 3, 4 e 5 meses de armazenamento) para os sucos em embalagem de vidro.

Para análise, duas unidades do mesmo lote foram escolhidas aleatoriamente, suas embalagens foram higienizadas e agitadas antes da abertura do lacre e seu conteúdo misturado. Posteriormente, foram pipetadas alíquotas de 2 e 6 mL (para a análise de  $\beta$ -caroteno e AA, respectivamente) e transferidas para tubos de ensaio.

### Análises químicas

A extração e análises dos compostos foram realizadas com as luzes apagadas, tomando-se o cuidado de proteger os pigmentos da luz, usando papel alumínio para cobrir as vidrarias, frascos de vidro âmbar e cortinas do tipo “black-out”.

### Extração de ácido ascórbico

As condições para extração do AA seguiram metodologia otimizada em nosso laboratório (CAMPOS et al., 2009): foram pipetados cerca de 2 mL de suco; a seguir, foram adicionados à amostra em torno de 15 mL de solução extratora contendo 3% de ácido metafosfórico (Proquimius, Brasil), 8% de ácido acético (Vetec, grau HPLC, Brasil), 0,3 N de ácido sulfúrico (Mallinckrodt Chemicals, USA) e 1 mM de EDTA (Sigma-Aldrich, USA), sendo a amostra homogeneizada em microtritador por 5 min. O material foi filtrado a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel de filtro (Melitta®) e diluído para um volume de 25 mL com água ultrapura. Posteriormente, a amostra foi centrifugada a uma velocidade de 4000 rpm durante 30 min. e acondicionada em geladeira (em torno de  $10^\circ\text{C}$ ) até o momento da análise por CLAE. Antes da injeção, o material foi novamente filtrado utilizando-se unidades filtrantes HV Millex, em polietileno, 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidade da Millipore, Brasil.

### Extração de $\beta$ -caroteno

O processo de extração do  $\beta$ -caroteno realizou-se de acordo com Rodriguez et al. (1976), com algumas modificações conforme descrito a seguir: foram pipetados 6 mL de suco; logo após, foram adicionados em torno de 60 mL de acetona (Isolar, Brasil) resfriada à amostra, dividida em três volumes de 20 mL, que foi homogeneizada em microtritador por 5 min. O material foi filtrado a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel de filtro (Inlab, tipo 50). A extração foi repetida até o resíduo se tornar descolorido. Em seguida, o filtrado foi transferido, aos poucos, para um funil de separação, onde foram adicionados 50 mL de éter de petróleo (Isolar, Brasil) resfriado, para que ocorresse a transferência dos pigmentos da acetona para o éter. Cada fração foi lavada com água destilada três vezes, para retirar toda a acetona. O material foi concentrado da seguinte maneira: acrescentou-se sulfato de sódio anidro (Vetec, Brasil) ao éter de petróleo para retirar qualquer resíduo de água que, porventura, tivesse restado e que pudesse prejudicar a evaporação do material; a evaporação do extrato em éter de petróleo foi feita em evaporador rotativo na temperatura de 35°C; os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo (balão volumétrico de 25 mL) e armazenados em frascos de vidro âmbar em congelador (em torno de -5°C), até a análise dos carotenoides (aproximadamente 24h).

Para análise, uma alíquota (2 mL) do extrato armazenado em éter de petróleo foi evaporada sob fluxo de nitrogênio e, em seguida, recuperada na mesma quantidade de acetona e filtrada novamente em unidade filtrante.

### Análise cromatográfica

O AA e  $\beta$ -caroteno foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). A análise de  $\beta$ -caroteno baseou-se nas condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998), as quais incluíram: coluna cromatográfica Phenomenex C18, 250 x 4,6 mm; fase móvel – constituída dos seguintes reagentes grau HPLC adquiridos da Vetec, (Brasil): metanol: acetato de etila: acetonitrila (50:40:10); fluxo da fase móvel: 1,5 mL min.<sup>-1</sup>; tempo de corrida: 7,5 min. A detecção foi realizada utilizando detector de arranjos de diodos e os cromatogramas lidos em comprimento de onda de 450 nm.

As condições para análise de AA foram: coluna cromatográfica RP-18 Lichrospher 100, 250 x 4 mm, 5  $\mu$ m; fase móvel – água ultrapura, contendo 1 mM de fosfato monobásico de sódio (Synth, Brasil), 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com ácido

fosfórico (Proquimius, Brasil); fluxo da fase móvel: 1,0 mL min.<sup>-1</sup>; tempo de corrida: 5 min. A detecção foi realizada em detector de arranjos de diodos, sendo os cromatogramas lidos em comprimento de onda de 245 nm (CAMPOS et al., 2009).

A identificação do AA e do  $\beta$ -caroteno nas amostras foi realizada comparando-se os tempos de retenção obtidos para os padrões (ácido L-ascórbico e  $\beta$ -caroteno, respectivamente) e para as amostras, analisados nas mesmas condições. Além disso, foram comparados os espectros de absorção do padrão e dos picos de interesse nas amostras, utilizando-se o detector de arranjos de diodos. Também foi utilizada a comparação dos resultados quantitativos obtidos com a literatura para verificar a coerência dos dados.

A quantificação dos componentes nas amostras de sucos foi obtida utilizando-se curvas de padronização externa. Para construção da curva padrão de  $\beta$ -caroteno utilizou-se injeção, em duplicata, de cinco volumes crescentes de solução padrão, entre 5 e 50  $\mu$ L de uma solução de 10  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>. Para a curva padrão de AA, utilizou-se injeção, em duplicata, de quatro volumes crescentes (entre 5 e 50  $\mu$ L) de solução padrão, com concentrações entre 50 e 200  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>. Os dados obtidos para áreas dos picos na concentração usada para cada composto estudado foram utilizados para análise de regressão linear e obtenção da equação utilizada para cálculo dos componentes nas amostras.

### Cálculo do valor de vitamina A

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do Institute of Medicine (IOM, 2000), em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) equivale a 1  $\mu$ g de retinol ou 12  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno ou 24  $\mu$ g de outros carotenoides provitamínicos.

### Cálculo da adequação do valor de vitamina A e vitamina C

Os cálculos da adequação do valor de vitamina A e de vitamina C foram realizados comparando-se os valores recomendados segundo a Necessidade Média Estimada (EAR) para valor de vitamina A (625  $\mu$ g dia<sup>-1</sup> para homens e 500  $\mu$ g dia<sup>-1</sup> para mulheres) e vitamina C (75 mg dia<sup>-1</sup> para homens e 60 mg dia<sup>-1</sup> para mulheres) com a média do valor de vitamina A e valor médio de vitamina C encontrados nos sucos analisados nos últimos três tempos de armazenamento.

### Delineamento experimental e análise dos dados

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com cinco tempos de armazenamento e três repetições para os sucos comercializados em embalagem *tetra pak* e três tempos de armazenamento e três repetições para os sucos em embalagem de vidro.

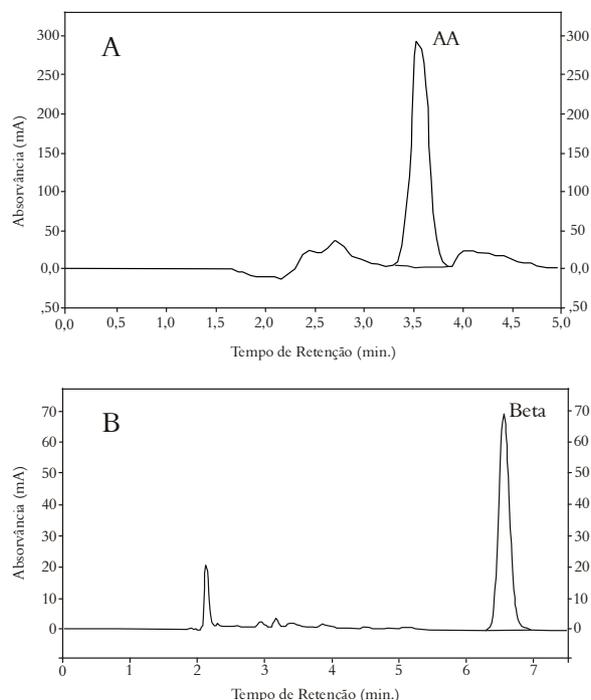
As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 1994), licenciado para a UFV em 2007. A análise de variância foi utilizada para verificar a existência de diferenças significativas entre os teores dos componentes nos diferentes tempos de estocagem e embalagens utilizadas. O teste de Duncan foi empregado para analisar diferenças existentes entre as médias que apresentaram diferenças significativas pela análise de variância. Em ambas as análises utilizaram-se o nível de significância de 5%.

### Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta o perfil cromatográfico típico de duas amostras analisadas neste trabalho. Observa-se que os métodos de extração resultaram em extratos com quantidades reduzidas de compostos interferentes, facilitando a separação dos componentes de interesse. As condições cromatográficas utilizadas permitiram boa resolução do AA e  $\beta$ -caroteno, o que assegurou sua quantificação adequada nas amostras.

Os teores de AA e  $\beta$ -caroteno obtidos para os sucos da manga “Ubá” são apresentados na Tabela 1. Embora em números absolutos, os conteúdos dos componentes tenham se diferenciado, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tempos de estocagem em ambos os tipos de embalagem. Ressalta-se que não foi possível padronizar as unidades experimentais porque se pretendeu avaliar os nutrientes em condições reais de consumo dos sucos.

Uma vez que não houve diferença estatística no conteúdo dos componentes analisados entre os meses de armazenamento para o suco em embalagem *tetra pak*, e que não foi possível observar nenhuma tendência de redução ou aumento do conteúdo desses componentes, em números absolutos, sugere-se a estabilidade de AA e  $\beta$ -caroteno nos sucos comercializados em embalagem *tetra pak*. Isso se deve ao fato de que a embalagem cartonada, utilizada para envase asséptico após o processo de ultrapasteurização, é composta de várias camadas de material - papel duplex (75%), polietileno de baixa densidade (20%) e alumínio (5%). Esses materiais em camadas criam barreira que impede a entrada de luz, ar, água, micro-organismos e odores externos e, ao mesmo tempo, preserva o aroma dos alimentos dentro da embalagem. Além disso, a embalagem cartonada dispensa o uso de conservantes e não necessita de refrigeração (VON ZUBEN; NEVES, 2000).



**Figura 2.** A) Análise por CLAE de AA em suco de manga “Ubá” comercializado em embalagem *tetra pak*. (Condições cromatográficas - Fase móvel: água ultrapura contendo 1 mM de fosfato monobásico de sódio, 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com ácido fosfórico; coluna RP18; vazão 1 mL min.<sup>-1</sup>; volume de injeção 30  $\mu$ L; detector de arranjos de fotodiodos UV-Visível (detecção a 245 nm). AA: ácido ascórbico). B) Análise por CLAE de  $\beta$ -caroteno em suco de manga “Ubá” comercializado em embalagem de vidro. (Condições cromatográficas - Fase móvel: metanol: acetato de etila: acetonitrila (50:40:10); coluna RP18; vazão 1,5 mL min.<sup>-1</sup>; volume de injeção 30  $\mu$ L; detector de arranjos de fotodiodos UV-Visível (detecção a 450 nm). Beta:  $\beta$ -caroteno).

**Tabela 1.** Teores de AA e  $\beta$ -caroteno em suco de manga “Ubá” comercializado em diferentes embalagens e tempos de estocagem.

Tipo de Embalagem	Tempos de Estocagem (meses)	Teor de AA* (mg 200 mL <sup>-1</sup> ) $\pm$ DP	Teor de $\beta$ -caroteno* ( $\mu$ g 200 mL <sup>-1</sup> ) $\pm$ DP
<i>Tetra Pak</i>	1	76,8 $\pm$ 41,8 a	2857,6 $\pm$ 357,2 a
	2	56,58 $\pm$ 46,7 a	3105,0 $\pm$ 202,8 a
	3	81,0 $\pm$ 37,6 a	2294,4 $\pm$ 1156,6 a
	4	54,1 $\pm$ 6,8 a	2887,2 $\pm$ 232,4 a
	5	74,2 $\pm$ 21,0 a	3266,4 $\pm$ 279,6 a
Vidro	3	111,8 $\pm$ 58,3 a	3625,6 $\pm$ 891,8 a
	4	86,0 $\pm$ 23,9 a	2984,4 $\pm$ 2161,6 a
	5	83,4 $\pm$ 25,2 a	2737,4 $\pm$ 1517,0 a

\*Média de três repetições  $\pm$  desvio-padrão (DP). Médias nas colunas para cada tipo de embalagem não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Com relação aos teores de AA e  $\beta$ -caroteno, encontrados nos sucos comercializados em embalagem de vidro, também não foram observadas diferenças estatísticas entre os três tempos de estocagem. Entretanto, apesar de os valores de conteúdo encontrados serem maiores no suco em embalagem de vidro em relação à embalagem *tetra pak*, foi possível observar redução, em números

absolutos, no conteúdo dos componentes com o aumento do tempo de estocagem (15 a 25%). Essa redução deve-se, principalmente, à incidência de luz pela embalagem transparente e pela permanência em temperatura ambiente, uma vez que os sucos foram armazenados em condições semelhantes às de comercialização. A ação da luz também leva à rápida destruição do AA e do  $\beta$ -caroteno, enquanto a estabilidade dos mesmos aumenta com a diminuição da temperatura (FREITAS et al., 2006).

A degradação da vitamina C, em sucos de frutas, pode ocorrer em condições aeróbicas ou anaeróbicas, o que pode levar à formação de pigmentos escuros (PEREIRA; BALDWIN, 2001). De acordo com Lee e Kader, (2000), frutas e hortaliças demonstram decréscimo gradual no conteúdo de AA, dependendo da temperatura e tempo de estocagem, sendo o controle da temperatura a mais importante ferramenta para estender a vida-de-prateleira e manter a qualidade das frutas e seus produtos.

Os carotenoides, em sua grande maioria, são termolábeis, o que pode promover a sua oxidação, sendo esta acelerada pela luz, temperatura e presença de catalisadores metálicos, levando à perda da cor dos sucos durante o período de estocagem (SARANTÓPOULOS et al., 2001). A natureza não-saturada dos carotenoides torna-os susceptíveis à isomerização e oxidação (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Yamashita et al. (2003), ao avaliarem a estabilidade da vitamina C em sucos de acerola pasteurizados, engarrafados e mantidos em temperatura ambiente ao longo de quatro meses de estocagem, observaram decréscimo linear de vitamina C em função do tempo de estocagem, sendo verificada perda de 32% no conteúdo de vitamina C.

Freitas et al. (2006) avaliaram a estabilidade dos carotenoides totais e vitamina C do suco de acerola adoçado, envasado em garrafas de vidro e em embalagens cartonadas durante 350 dias de armazenamento em condições similares às de comercialização ( $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Os autores observaram que após o fim do experimento, não houve alteração nos valores de carotenoides totais nas amostras em embalagens cartonadas, enquanto houve redução de 12,5% nas amostras em embalagem de vidro. Entretanto, constatou-se redução nos teores de vitamina C da ordem de 23,61% para amostras em embalagem de vidro e 35,95% para as amostras em embalagens cartonadas. Os autores atribuíram tais achados à temperatura elevada e à incidência de luz.

Sabe-se que o material da embalagem pode influenciar a qualidade de alimentos líquidos

durante o período de estocagem, pela absorção de componentes do *flavor* pelo próprio material ou penetração pela mesma, além da degradação do *flavor*, cor e nutrientes por transmissão de oxigênio através da embalagem (AYHAN et al., 2001).

A Tabela 2 apresenta a comparação dos teores de AA e  $\beta$ -caroteno nos sucos comercializados nas duas embalagens, considerando os três últimos meses de estocagem, visto que o experimento com a embalagem de vidro teve início apenas a partir do terceiro mês de estocagem dos sucos. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as embalagens para o  $\beta$ -caroteno. Ao analisar o teor de AA entre as embalagens, foi observado que os sucos em embalagem de vidro apresentaram teores estatisticamente superiores em relação aos sucos em embalagem de vidro.

**Tabela 2.** Comparação entre os teores de AA e  $\beta$ -caroteno em sucos de manga "Ubá" industrializado em embalagens *tetra pak* e de vidro.

Tipo de Embalagem	Teor de AA* (mg 200 mL <sup>-1</sup> )	Teor de $\beta$ -caroteno* ( $\mu\text{g}$ 200 mL <sup>-1</sup> )
<i>Tetra Pak</i>	69,8 $\pm$ 30,8 b	2816,0 $\pm$ 445,8 a
Vidro	93,7 $\pm$ 35,8 a	3115,8 $\pm$ 1523,4 a

\*Média de três tempos de estocagem (3, 4 e 5 meses de estocagem). Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan, para cada tipo de embalagem.

Os menores teores tanto de AA quanto de  $\beta$ -caroteno encontrados para o suco comercializado em embalagem *tetra pak* em relação à embalagem de vidro podem ser, especialmente, pela influência da temperatura, pela permeabilidade da embalagem ao oxigênio e pela suposta ação de possíveis resíduos de peróxido de hidrogênio, usado para a esterilização das embalagens cartonadas durante o processamento que também podem contribuir para o aumento das perdas (SILVA et al., 2005). No entanto, não pode ser descartada a possível utilização de matéria-prima com diferentes graus de amadurecimento, o que certamente influenciaria no conteúdo de AA e  $\beta$ -caroteno (HERNÁNDEZ et al., 2005; MERCADANTE; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Considerando a ingestão de uma porção de suco (200 mL), verifica-se que é possível atender à Necessidade Média Estimada (EAR) de AA em 124,93% para homens adultos e 155,16% para mulheres adultas, de acordo com o preconizado pelo IOM (2000), em relação ao suco em embalagem de vidro. Por outro lado, o suco armazenado em embalagem *tetra pak* foi o que menos contribuiu para atingir as recomendações em relação à essa vitamina (Figura 3).

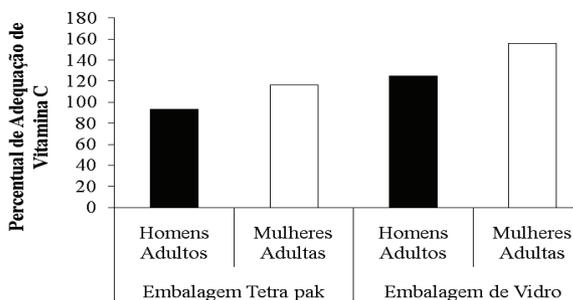


Figura 3. Percentual de adequação de vitamina C nos sucos envasados em embalagens *tetra pak* e de vidro.

Em relação ao valor de vitamina A, observa-se que o percentual de adequação (porção de 200 mL de sucos) foi igual a 37,54% (sucos em embalagem *tetra pak*) e a 41,54% (sucos em embalagem de vidro) para homens adultos. Para mulheres, verifica-se que o percentual de adequação variou de 46,93% (sucos em embalagem *tetra pak*) a 51,93% (sucos em embalagem de vidro) (Figura 4).

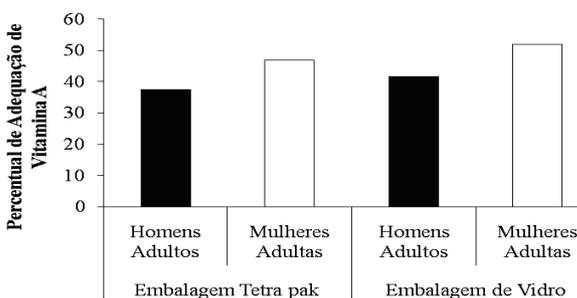


Figura 4. Percentual de adequação de vitamina A nos sucos envasados em embalagens *tetra pak* e de vidro.

De acordo com a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), para que alimentos líquidos e prontos para consumo sejam considerados fontes de determinado nutriente, eles devem atingir 7,5% da IDR (Ingestão Dietética de Referência). Para serem denominados com alto teor em determinado nutriente, os mesmos devem atender a 15% da IDR (BRASIL, 1998). Neste caso, verifica-se que os sucos analisados podem ser considerados ótimas fontes de vitamina C e A e, portanto, seu consumo deve ser estimulado.

Ressalta-se que, embora haja grande disponibilidade de frutas e hortaliças fontes de vitamina C e carotenoides no Brasil, existe, em contradição, um elevado número de indivíduos com deficiência de vitaminas, especialmente a vitamina A. Falta de informação da população acerca das fontes alimentares, além dos fatores que interferem na biodisponibilidade desses componentes, são possíveis fatores associados a essa contradição (BATISTA et al., 2006).

## Conclusão

Os resultados obtidos indicaram que houve manutenção da estabilidade do AA e  $\beta$ -caroteno durante o armazenamento dos sucos em ambas as embalagens. Entretanto, foram detectadas diferenças significativas entre os conteúdos desses componentes nas embalagens de vidro e *tetra pak* avaliadas no presente estudo.

As perdas de 15 a 25% observadas nos sucos comercializados em embalagem de vidro indicam que apesar de atrativa, e de o suco na embalagem de vidro apresentar maior conteúdo dos componentes analisados, a mesma não manteve o conteúdo inicial dos dois componentes. Assim, as perdas ocasionadas especialmente pela incidência de luz através da embalagem transparente deveriam ser alvo de preocupação das indústrias de alimentos.

Independente do tipo de embalagem e do período de armazenamento, os sucos analisados foram considerados alimentos fontes de vitaminas A e C e deve ser estimulado seu consumo pela população.

## Referências

- AYHAN, Z.; YEOM, H. W.; ZHANG, Q. H.; MIN, D. B. Flavor, color, and vitamin C retention of pulsed electric field processed orange juice in different packaging materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, n. 2, p. 669–674, 2001.
- AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 17, n. 3-4, p. 385-396, 2004.
- BATISTA, M. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P.; MORAES, F. A. Carotenos e provitamina A em bortalha e ervas aromáticas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais, durante as quatro estações do ano. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, v. 28, n. 1, p. 93-100, 2006.
- BERTO, D. Panorama do Mercado de bebidas. *Food Ingredients*, n. 23, p. 32-33, 2003.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Revista de Nutrição*, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: Poder Executivo, 1998. (nº 11-E, p. 1-3, 16 jan. Seção 1, pt. 1).
- BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga "Tommy-Atkins" congeladas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 3, 651-653, dez, 2002.
- CAMPOS, F. M.; RIBEIRO, S. M. R.; DELLA LUCIA, C. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P.

- S. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 87-91, 2009.
- CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina c, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.
- FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; FERNANDES, A. G. Estabilidade dos carotenóides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adoçado, envasado pelos processos *hot-fill* e asséptico. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 942-949, 2006.
- GÖKMEN, V.; KAHRAMN, N.; DEMIR, N.; ACAR, J. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. **Journal of Chromatography A**, v. 881, n. 1, p. 309-316, 2000.
- GONÇALVES, N. B. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, n. 1, p. 72-78, 1998.
- HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2005.
- IOM-Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. **Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes**. Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- MAGALHÃES, E. F.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; LIMA, A. S.; BRITO, K. M. A. Estabilidade do suco tropical de manga (*Mangifera indica* L.) envasado pelos processos *hot fill* e asséptico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 77-84, 2008.
- MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; GUIMARAES, A. C. L. Processamento Industrial. In: MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; GUIMARAES, A. C. L. (Ed.). **Curso de Tecnologia em Processamento de Sucos e Polpas Tropicais** - Curso de especialização por tutoria à distância. Brasília: Abeas/UFC, 1998. (Módulo 8).
- MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 1, p. 128-130, 1998.
- MILAGRES, R. C. R. M.; NUNES, L. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. A. Deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 5, p. 1253-1266, 2007.
- PEREIRA, C. O.; BALDWIN, E. A. Biochemistry of fruits and its implication on processing. In: ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. (Ed.). **Fruit processing: nutrition, products and quality management**. 2. ed. Garthersburg: Aspen, 2001. p. 19-33.
- PINA, M. G. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 63-66, 2003.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1-2, p. 145-151, 1998.
- POTT, I.; BREITHAUPT, D. E.; CARLE, R. Detection of unusual carotenoid esters in fresh mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Kent'). **Phytochemistry**, v. 64, n. 4, p. 825-829, 2003.
- RIBEIRO, M. S.; SABAA-SRUR, A. U. O. Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 118-122, 1999.
- RODRIGUEZ, D. B.; RAYMUNDO, L. C.; LEE, T.; SIMPSON, K. L.; CHICHESTER, C. O. Carotenoid pigment changes in ripening Momordica charantia fruits. **Annals of Botany**, v. 40, n. 3, p. 615-624, 1994.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Alterações de alimentos que resultam em perda de qualidade. In: SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. (Ed.). **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: Cetea/ITA, 2001, p. 1-22.
- SAS Institute Inc. **User's Guide**. Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary: SAS Institute Inc., 1994.
- SILVA, R. A.; OLIVEIRA, A. B.; FELIPE, E. M. F.; NERES, F. P. T. G.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de manga de diferentes marcas comercializadas em Fortaleza/CE. **UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 11, n. 3, p. 21-26, 2005.
- TAIPINA, M. S.; COHEN, V. H.; DEL MASTRO, N. L.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M. Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (*Musa* sp.) verde / Sensory acceptance of mango juice added with green banana (*Musa* sp.) pulp. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, n. 1, p. 49-55, 2004.
- VON ZUBEN, F.; NEVES, F. **Reciclagem do alumínio e polietileno presentes nas embalagens cartonadas Tetra Pak**. Brasil, [ca. 2000]. 14 p. Disponível em: <<http://www.culturaambientalnascascolas.com.br/multimidia/documentos/artigos/reciclagem-do-aluminio-e-polietileno-presentes-nas-embalagens-cartonadas-tetra-pak>> Acesso em: 1º abr. 2008.
- YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudos da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

Received on February 24, 2009.

Accepted on December 17, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.