

Impacto da estocagem sobre atividade antioxidante e teor de ácido ascórbico em sucos e refrescos de tangerina

Storage impact on the antioxidant activity and ascorbic acid level of mandarin juices and drinks

Carolina Ferraz Figueiredo MOREIRA¹
Maria Lúcia Mendes LOPES¹
Vera Lúcia VALENTE-MESQUITA¹

RESUMO

Objetivo

Objetivou-se avaliar a estabilidade do ácido ascórbico em suco *in natura* de tangerina cultivar Ponkan sob diferentes condições de armazenamento, e em 13 amostras de bebidas industrializadas de tangerina, bem como a estabilidade da atividade antioxidante no suco *in natura*.

Métodos

O suco *in natura* de tangerina foi armazenado em três temperaturas: ambiente, refrigeração e congelamento. Amostras de tangerinas foram armazenadas sob refrigeração. Treze marcas de bebidas industrializadas de tangerina foram adquiridas e mantidas sob refrigeração. Foram determinados o teor de ácido ascórbico pelo método titulométrico de Tillmans (*Association of Official Analytical Chemists*) e a atividade antioxidante por meio da capacidade sequestradora do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila.

Resultados

O suco *in natura* apresentou teor médio de ácido ascórbico de 32,40mg/100mL; a taxa de redução deste nutriente foi maior em temperatura de estocagem mais elevada. A atividade antioxidante média foi de 89,74% de inibição do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila, apresentando variações de até 4,26% durante o armazenamento. Nas bebidas industrializadas, o teor médio de ácido ascórbico variou entre 1,01 e 10,72mg/100mL, com perdas de até 82,76%. Com base na legislação brasileira, seis marcas de bebidas industrializadas apresentaram não conformidades em relação à declaração do teor de ácido ascórbico nos rótulos.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Departamento de Nutrição Básica e Experimental. Av. Carlos Chagas Filho, 373, Bloco J, 2º andar, Sala 16, 21941-902, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: VL VALENTE-MESQUITA. E-mail: <valentem@nutricao.ufrj.br>.

Conclusão

O suco de tangerina cultivar Ponkan apresenta elevada atividade antioxidante, inclusive durante o armazenamento. Observou-se superioridade nutricional do suco fresco em comparação às bebidas industrializadas, considerando o teor de ácido ascórbico e sua estabilidade. Adicionalmente, os dados obtidos apontam para a necessidade de maior fiscalização em relação à rotulagem nutricional.

Termos de indexação: Ácido ascórbico. Antioxidante. Armazenamento de alimento. *Citrus*.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to analyze the ascorbic acid stability of mandarin juice from the cultivar Ponkan under different storage conditions, and of 13 samples of processed mandarin beverages, as well as the antioxidant activity stability of fresh juice.

Methods

Fresh mandarin juice was stored under three temperatures: room temperature, refrigeration and freezing. Mandarin samples were kept under refrigeration. Thirteen brands of processed mandarin beverages were purchased and kept under refrigeration. Ascorbic acid level was determined by the Tillman's titrimetric method (Association of Official Analytical Chemists) and antioxidant activity by the radical scavenger capacity using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical.

Results

The mean ascorbic acid level in fresh juice was 32.40mg/100mL and the reduction rate of this nutrient was higher when the samples were stored under higher temperatures. The average antioxidant activity was 89.74% of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical inhibition, with variations of up to 4.26% during storage. Among the processed beverages, the mean ascorbic acid content varied from 1.01 to 10.72mg/100mL, with losses of up to 82.76%. Six brands of processed beverages were considered noncompliant with the Brazilian legislation regarding the ascorbic acid content reported in the labels.

Conclusion

Mandarin juice from the Ponkan cultivar has high antioxidant activity, even during storage. The fresh juice was nutritionally better than the processed beverages, considering ascorbic acid content and stability. Additionally, the results indicated the need of greater surveillance of nutritional labeling.

Indexing terms: Ascorbic acid. Antioxidants. Food storage. *Citrus*

INTRODUÇÃO

Os antioxidantes estão presentes em frutas e hortaliças e têm importante papel na redução do risco de ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares e neurológicas, diabetes *Mellitus*, câncer e obesidade, por promover proteção contra a presença de radicais livres no organismo. Atualmente, observa-se o aumento da incidência dessas doenças, o que pode estar associado a mudanças de hábitos alimentares^{1,2}. As frutas cítricas são conhecidas por serem fontes de compostos antioxidantes, como, por exemplo, Ácido Ascórbico (AA), compostos fenólicos e carotenoides³.

As tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco) constituem o segundo grupo de frutas cítricas mais importantes na citricultura mundial, sendo o Brasil o quarto maior produtor⁴. Uma das principais características dessa fruta é o elevado teor de AA, uma das formas ativas de vitamina C. O AA não é sintetizado pelo organismo humano e está presente, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças folhosas⁵. Comparada a outros nutrientes, essa vitamina é mais sensível à degradação durante o processamento e a estocagem, podendo, portanto, ser utilizada como indicador da qualidade nutricional de produtos derivados de frutas e hortaliças⁶.

MÉTODOS

As tangerinas agradam ao paladar e são de fácil consumo: no Brasil, 58% da tangerina comercializada correspondem ao cultivar Ponkan. Entre 2005 e 2010, a produção de tangerinas manteve-se estável. Esse cultivar é originário da Índia e apresenta coloração laranja acentuada, sabor doce, casca pouco aderida aos gomos e maior tamanho, quando comparado aos demais cultivares^{4,7-9}.

Com o ritmo de vida acelerado, principalmente nos grandes centros urbanos, é crescente a demanda por produtos industrializados que sejam seguros e funcionais, o que contribui para o aumento do consumo de sucos e refrescos industrializados de frutas. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas, em 2010, o consumo nacional *per capita* de bebidas para preparo e de bebidas prontas para beber foi de 30,1 e 43,7L, respectivamente. Entre 2005 e 2010, o consumo de sucos concentrados, de preparados sólidos para refresco e de sucos e néctares prontos para o consumo aumentaram 0,5, 1,9, e 10,6%, respectivamente. Os sucos concentrados, normalmente comercializados sob a forma congelada, e os preparados sólidos para refresco são facilmente elaborados e, assim como os sucos prontos para o consumo, podem ser estocados e têm boa aceitação entre os consumidores de todas as idades¹⁰⁻¹².

Embora a tangerina seja produzida em grande quantidade no Brasil, e o consumo de bebidas industrializadas venha crescendo nos últimos anos, são escassos estudos sobre os produtos obtidos a partir dessa fruta. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade do ácido ascórbico em suco *in natura* de tangerina cultivar Ponkan, sob diferentes condições de armazenamento, e em suco de frutas que permaneceram inteiras e estocadas sob refrigeração, bem como em bebidas industrializadas sabor tangerina. A estabilidade da atividade antioxidante do suco *in natura* também foi determinada.

As tangerinas e as bebidas industrializadas foram selecionadas por amostragem não probabilística a esmo¹³. Foram adquiridos 36kg de tangerinas cultivar Ponkan, em estágio de maturação comercial, em um fornecedor atacadista da cidade do Rio de Janeiro (Brasil).

As frutas foram divididas em dois lotes. Em um deles, o suco das frutas foi obtido em extrator (Samsom, EUA) e subdividido em três alíquotas, que foram mantidas nas seguintes condições: em temperatura ambiente (Média - M=25, Desvio-Padrão-DP=3°C) por 8 horas, sob refrigeração (M=4, DP=3°C) por quatro dias e sob congelamento (M=-22, DP=1°C) por 120 dias. Amostras de cada uma dessas alíquotas foram coletadas para análise em diferentes intervalos de tempo: a cada 2 horas, diariamente e a cada 30 dias, respectivamente. No outro lote, as tangerinas foram armazenadas sob refrigeração por 28 dias, e, semanalmente, 20 unidades de frutas desse lote tiveram o suco extraído e analisado.

Foram adquiridos em mercados varejistas do estado do Rio de Janeiro, três lotes de 13 diferentes marcas de bebidas industrializadas, sendo 11 de Preparados Sólidos para Refresco (PSR), sabor tangerina, uma de Suco de Pronto para o Consumo (SPC) de tangerina e uma de suco de tangerina concentrado congelado, totalizando 39 amostras. A amostra correspondente a cada lote de bebidas industrializadas foi composta pelo conteúdo homogeneizado de três embalagens. As amostras de SPC foram armazenadas em sua própria embalagem e mantidas sob refrigeração (M=4, DP=3°C) por aproximadamente 60 horas. Os PSR e as amostras de suco concentrado congelado foram diluídos com água filtrada na proporção recomendada pelo fabricante, conforme especificado nas embalagens dos produtos, acondicionados em recipientes plásticos opacos, tampados e mantidos sob refrigeração pelo mesmo período.

Imediatamente após a extração do suco *in natura* e da obtenção das bebidas industrializadas, foram determinados em triplicata: Acidez

Total Titulável (ATT), por titulação com NaOH 0,1 N; pH em potenciômetro digital (Micronal, Brasil); e teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) em refratômetro¹⁴ (Atago, Japão). Logo após a obtenção do suco *in natura* e das bebidas industrializadas, e, periodicamente, durante a estocagem, foi determinado o teor de AA, em triplicata, pelo método titulométrico de Tillmans (*Association of Official Analytical Chemists*)¹⁵, modificado por Benassi & Antunes¹⁶, que utilizaram solução de ácido oxálico como solvente, em substituição ao ácido metafosfórico. A uma alíquota de 20mL de amostra foram adicionados 80mL de ácido oxálico 1% e 10mL dessa solução foram titulados com reagente de Tillmans, preparado com a utilização de 2,6 diclorofenolindofenol. Os resultados foram calculados com base em uma solução padrão de AA e expressos em mg de AA por 100mL de suco ou de refresco. Com base nos padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 360 de 2003¹⁷, foi avaliada a adequação dos teores de AA declarados nos rótulos em relação aos obtidos a partir da análise das bebidas industrializadas.

Paralelamente, para os mesmos períodos de estocagem, determinou-se a atividade antioxidante do suco de tangerina *in natura*, em duplicata, por meio da capacidade sequestradora do radical 2,2-Difenil-1-Picril-Hidrazila (DPPH) por compostos antioxidantes presentes na matriz alimentar, conforme descrito por Kuskoski *et al.*¹⁸. Em ausência de luz, uma alíquota de 100µL de amostra foi adicionada a 3,9mL de solução de DPPH 100µM, sendo a mistura incubada em temperatura ambiente por 60 minutos. A absorbância foi lida a 517nm e a atividade foi calculada como porcentagem de inibição do radical DPPH conforme fórmula % inibição radical DPPH = $(A_0 - A_t/A_0) \times 100$, onde A_0 representa a absorbância da solução de DPPH medida no tempo zero, e A_t , a absorbância após 60 minutos de reação da solução de DPPH com a amostra. O valor de A_0 é considerado 100%.

Os dados de teor de ácido ascórbico das bebidas industrializadas foram submetidos à Aná-

lise de Variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados obtidos ao longo do período de estocagem de todas as amostras foram submetidos à análise de regressão linear simples. Foi utilizado o *software* estatístico *Microsoft® Excel 2000* (*Microsoft Corporation, Redmond, USA*).

RESULTADOS

O suco de tangerina cultivar Ponkan apresentou os seguintes valores médios para os parâmetros físico-químicos: ATT, 0,50g% de ácido cítrico, pH, 4,07, SST, 9,5° Brix e *Ratio* (SST/ATT), 19. O teor médio de AA do suco foi de 32,40mg/100mL. Dessa forma, o consumo de 200mL (1 copo) de suco de tangerina cultivar Ponkan ultrapassa a ingestão dietética de referência (IDR) de AA para adultos¹⁹, sendo considerado fonte desse nutriente.

A Figura 1 apresenta a estabilidade do AA em suco de tangerina cultivar Ponkan em diferentes condições de estocagem. A redução no teor médio dessa vitamina foi de, no máximo, 8,05% no suco das frutas que permaneceram inteiras e estocadas sob refrigeração.

Durante o período de estocagem, a taxa de redução do AA foi de 2,869; 0,380; e 0,008mg/dia para os sucos armazenados em temperatura ambiente, sob refrigeração e sob congelamento, respectivamente. Observou-se que quanto maior a temperatura de estocagem, maior a taxa de redução de AA. Para o suco extraído das tangerinas armazenadas inteiras sob refrigeração, a taxa de redução de AA foi de 0,038mg/dia. Essa taxa corresponde a 10% daquela obtida para o suco armazenado nas mesmas condições.

A atividade antioxidante média do suco de tangerina cultivar Ponkan imediatamente após sua extração foi de 89,74% de inibição do radical DPPH. Ao longo do período de armazenamento, foi observada variação de 4,26% na atividade antioxidante do suco estocado sob congelamento (Figura 2).

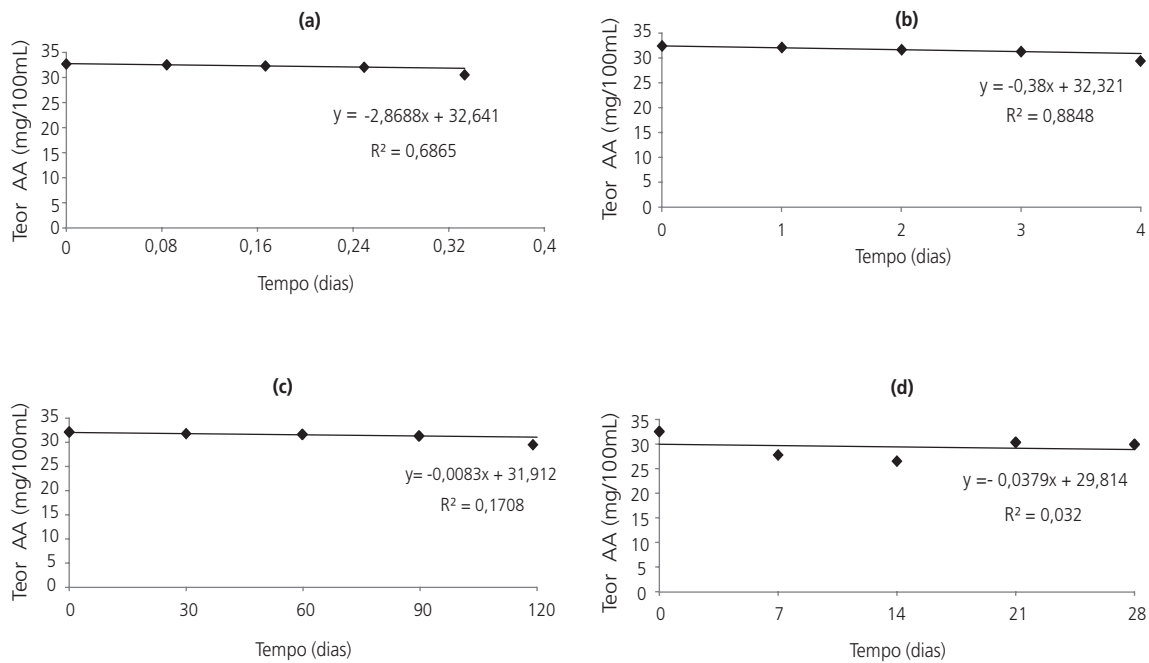


Figura 1. Estabilidade do Ácido Ascórbico (AA) em suco de tangerina cultivar Ponkan mantido em diferentes condições de estocagem: (a) temperatura ambiente (M=25, DP=3°C); (b) refrigeração (M=4, DP=3°C); (c) congelamento (M=-22, DP=1°C); e (d) tangerinas mantidas inteiras sob refrigeração (M=4, DP=3°C). Rio de Janeiro (RJ), 2009.

Nota: M: Média; DP: Desvio-Padrão.

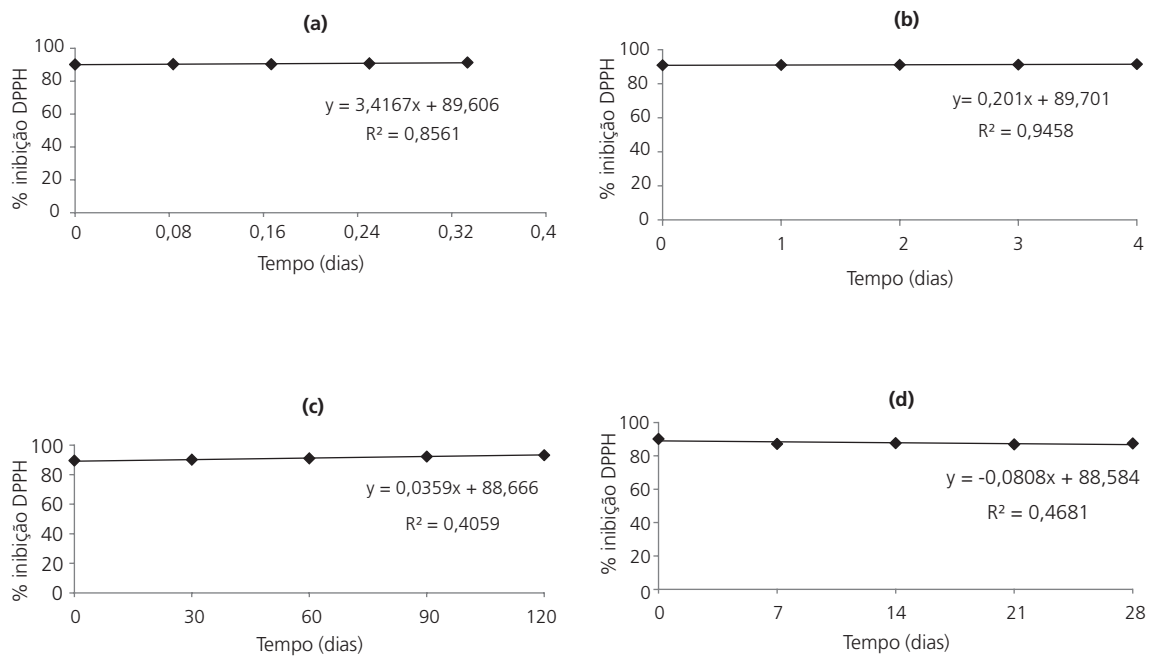


Figura 2. Atividade antioxidante de suco de tangerina cultivar Ponkan mantido em diferentes condições de estocagem: (a) temperatura ambiente (M=25, DP=3°C); (b) refrigeração (M=4, DP=3°C); (c) congelamento (M=-22, DP=1°C); e (d) tangerinas mantidas inteiras sob refrigeração (M=4, DP=3°C). Rio de Janeiro (RJ), 2009.

Nota: M: Média; DP: Desvio-Padrão.

Os valores médios de ATT, de pH e, principalmente, de SST variaram entre as amostras de bebidas industrializadas, sendo essa variação entre 0,21 e 0,85g% de ácido cítrico, 2,44 e 3,52 e 1,00 e 10,47°Brix, respectivamente (Tabela 1).

Como esperado, os maiores valores obtidos para esses parâmetros correspondem à única amostra de SPC (amostra 12).

A Tabela 2 apresenta o teor médio de AA, a taxa de redução e a porcentagem de perda de

Tabela 1. Valores médios de ATT, pH e SST em bebidas industrializadas de tangerina. Rio de Janeiro (RJ), 2009.

Amostras	ATT* (g% ácido cítrico)		pH*		SST (°Brix)*	
	M	DP	M	DP	M	DP
1	0,45	0,01	0,45	0,01	1,00	0,00
2	0,42	0,12	0,42	0,12	3,00	0,00
3	0,65	0,02	0,65	0,02	3,50	0,00
4	0,64	0,01	0,64	0,01	1,00	0,00
5	0,85	0,13	0,85	0,13	1,00	0,17
6	0,74	0,15	0,74	0,15	3,43	0,11
7	0,44	0,04	0,44	0,04	4,37	0,11
8	0,63	0,07	0,63	0,07	4,37	0,11
9	0,44	0,07	0,44	0,07	3,83	0,29
10	0,47	0,04	0,47	0,04	1,00	0,00
11	0,58	0,04	0,58	0,04	1,00	0,00
12	0,69	0,07	0,69	0,07	10,47	0,15
13	0,21	0,04	0,21	0,04	6,87	1,33

Amostras 1 a 11 - PSR: Preparados Sólidos para Refresco; Amostra 12 - SPC: Suco Pronto para o Consumo; e Amostra 13 bebida preparada a partir de suco concentrado congelado. ATT: Acidez Total Titulável; SST: Sólidos Solúveis Totais; M: Média; DP: Desvio- Padrão.

*As análises foram feitas em triplicata de três diferentes lotes, totalizando nove determinações.

Tabela 2. Teor médio de AA de bebidas industrializadas de tangerina, taxa de redução e porcentagem de perda de AA durante a estocagem, diferença do teor de AA em relação ao rótulo e porcentagem da ingestão dietética de referência* suprida pelo consumo de 200mL (1 copo). Rio de Janeiro (RJ), 2009.

Amostras	Teor de AA (mg/100mL)**		Taxa de redução AA (mg/hora)	% perda AA	% diferença para o rótulo***	% IDR (200mL)
	M	DP				
1	1,02 ^g	0,00	0,0041	17,65	Não consta	4,53
2	4,87 ^{ef}	0,99	0,0496	82,76	+45,37	21,64
3	7,07 ^{cd}	1,42	0,0325	31,68	+5,73	31,42
4	1,67 ^g	0,66	0,0100	60,87	Não consta	7,42
5	5,34 ^{def}	2,20	0,0268	29,68	-33,25	23,73
6	8,09 ^{bc}	1,48	0,0914	78,03	+19,85	35,96
7	6,96 ^{cde}	0,31	0,0467	32,43	+16,00	30,93
8	7,60 ^{bc}	1,00	0,0280	28,83	+1,33	33,78
9	7,09 ^{cd}	1,24	0,0513	45,48	+57,56	31,51
10	9,36 ^{ab}	0,56	0,0346	26,26	+24,80	41,60
11	1,01 ^g	0,50	0,0000	0,00	Não consta	4,49
12	10,72 ^a	0,83	0,0802	42,64	Não consta	47,64
13	4,58 ^f	0,30	0,0350	28,58	-8,4	20,36

Amostras 1 a 11 - PSR: Preparados Sólidos para Refresco; Amostra 12 - SPC: Suco Pronto para o Consumo; e Amostra 13 - bebida preparada a partir de suco concentrado congelado.

Médias seguidas de mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Ingestão dietética de referência de Ácido Ascórbico (AA) (45mg) para adultos¹⁹; **As análises foram feitas em triplicata de três diferentes lotes, totalizando nove determinações; ***Análise x 100/Rótulo; M: Média; DP: Desvio- Padrão.

AA durante a estocagem das bebidas industrializadas prontas para o consumo, a diferença do teor de AA em relação ao rótulo e a porcentagem da IDR suprida pelo consumo de 200mL (1 copo). Foi observada diferença significativa no teor médio de AA entre algumas amostras de PSR, que variou de 1,01 a 9,36mg em 100mL de bebida. O SPC e a bebida preparada a partir de suco concentrado congelado apresentaram teores médios de AA que diferiram estatisticamente e foram, respectivamente, de 10,72 e 4,58mg/100mL de bebida.

Durante a estocagem das bebidas industrializadas sob refrigeração, foi observada taxa de redução no teor de AA entre 0,004 e 0,091mg/hora, com exceção da amostra 11 (PSR), em que o teor manteve-se constante. Verificaram-se perdas no teor de AA que variaram entre 17,65 e 82,76%.

DISCUSSÃO

Xu *et al.*²⁰, estudando suco de tangerina obtido do mesmo cultivar, encontraram valores médios de ATT, SST, *Ratio* e teor médio de AA de 1,29g% de ácido cítrico, 12°Brix, 9,33 e 28,27mg/100mL, respectivamente. Damiani *et al.*²¹ observaram valores de SST, de pH e de teor médio de AA de 10,28°Brix, 4,08 e 56,71mg/100mL, respectivamente. As diferenças encontradas entre o presente estudo e os citados, provavelmente, se devam a variações influenciadas por fatores genéticos, safra, condições edafoclimáticas e práticas de cultivo²².

Lavinas *et al.*²³ encontraram taxas de redução de AA de 7,39, 1,160, e 0,046mg/dia em suco de caju armazenado em temperatura ambiente, sob refrigeração e sob congelamento, respectivamente. Valente-Mesquita *et al.*²⁴ observaram que o suco de laranjas cultivar Pera estocadas inteiras sob refrigeração apresentou taxa de redução de AA de, aproximadamente, 0,2mg/dia. Ao comparar as taxas de redução obtidas no presente estudo com as dos trabalhos citados, tanto para o armazenamento do suco quanto para estoca-

gem de frutas inteiras sob refrigeração, verificou-se a maior estabilidade da tangerina cultivar Ponkan.

A atividade antioxidante média do suco *in natura* foi elevada, e resultados como esse embasam a busca dos consumidores por produtos naturais e funcionais, que têm elevado o consumo de sucos de frutas cítricas²⁵, e demonstram que a ingestão de tangerina ou do seu suco pode contribuir para uma dieta rica em compostos antioxidantes.

Em estudo realizado na China com suco de tangerina cultivar Ponkan, foi observado 29,67% de inibição do radical DPPH²⁰. Assim como verificado para o AA, essas diferenças devem estar relacionadas a fatores genéticos, safra, condições edafoclimáticas e práticas de cultivo²⁶.

Não foram encontrados estudos que avaliem a estabilidade da atividade antioxidante em suco de tangerina. Klimczak *et al.*²⁷, ao estudarem duas diferentes marcas de suco de laranja estocadas em três diferentes temperaturas (18, 28 e 38°C) por seis meses, observaram alterações significativas na capacidade antioxidante para ambos os sucos em todas as condições de armazenamento avaliadas.

Ao se compararem os resultados observados para o suco *in natura* de tangerina cultivar Ponkan, observou-se que os parâmetros físico-químicos encontram-se dentro da faixa de variação verificada para as bebidas industrializadas. Caleguer, Toffoli & Benassi²⁸, ao realizar estudo com PSR sabor laranja, verificaram valores de ATT e de pH que estão de acordo com os do presente estudo, entretanto os resultados para SST divergem. Silva *et al.*²⁹ observaram valores semelhantes aos do presente estudo para bebidas industrializadas de laranja.

Dentre as bebidas industrializadas, a que apresentou o maior teor de AA foi o SPC, e, ao compará-lo com o suco *in natura* de tangerina, observou-se que este apresentou teor de AA aproximadamente três vezes maior. Esse resultado ratifica a superioridade nutricional do suco *in*

natura em relação aos produtos industrializados. Entre as 11 amostras de PSR avaliadas, as seis que apresentaram maior teor de AA tiveram adição dessa substância em sua formulação declarada no rótulo do produto. O uso do AA como aditivo alimentar para prevenir a deterioração do alimento por mecanismos oxidativos é permitido pela legislação brasileira^{30,31}. O SPC e a bebida preparada a partir de suco concentrado congelado não continham adição desse nutriente.

De acordo com a legislação brasileira, dos PSR analisados, seis podem ser considerados “ricos” em vitamina C e dois como “fontes” dessa vitamina, tendo em vista que atingem valores superiores a 7,5 e 15% da Ingestão Dietética da Referência (IDR) em 100mL de bebida, respectivamente. O SPC e a bebida preparada a partir de suco concentrado congelado podem ser considerados como “fonte” e “rico” em vitamina C, respectivamente^{19,32}.

Não foram encontrados estudos sobre o teor e a estabilidade de AA em bebidas industrializadas sabor tangerina, mas alguns autores estudaram esses parâmetros em bebidas derivadas de outras frutas. Silva *et al.*²⁹, estudando 11 marcas de PSR sabor laranja, assim como no presente estudo, observaram diferença significativa no teor de AA entre algumas amostras, que variou de 0,67 a 32mg/100mL de bebida. Assim, o consumo de 200mL (1 copo) desses refrescos de laranja supriria de 2,98 a 142% da IDR de AA para adultos, enquanto no presente estudo essa variação foi de 4,49 a 41,60%. Esses mesmos autores também avaliaram 10 amostras de SPC sabor laranja e observaram variação no teor de AA entre 17,25 e 62,40mg/100mL. Um copo do suco que apresentou o maior teor de AA superaria a IDR para adultos, enquanto a bebida com menor teor supriria 76,67%. Neste estudo, observou-se que o SPC de tangerina supriria 47,64%¹⁹.

Pereira *et al.*³³, estudando oito marcas de bebidas preparadas a partir de sucos concentrados de caju, observaram teores de AA entre 7,56 e 15,20mg/100mL de suco, correspondendo a 33,60 e 67,56% da IDR de AA para adultos em 200mL, enquanto, no presente estudo, a bebida

preparada a partir de suco concentrado congelado sabor tangerina supriria 20,36%¹⁹.

Três entre as onze marcas de PSR analisadas não apresentavam, entre as informações nutricionais do rótulo, o teor de vitamina C do produto, o que pode não configurar uma não conformidade, uma vez que a RDC nº 360 de 2003¹⁷ estabelece não haver necessidade de informar o teor de uma vitamina quando ele for inferior a 5,0% da IDR por porção indicada no rótulo. No entanto, a amostra 4 (PSR), por conter 7,42% da IDR de vitamina C em 200mL (1 copo), apresenta-se não conforme. Na análise dos rótulos do SPC e da bebida preparada a partir de suco concentrado congelado, verificou-se que o SPC não estava em conformidade com essa legislação, pois não há declaração do teor de vitamina C na embalagem, apesar de as análises demonstrarem que o consumo de um copo da bebida atingiria 47,64% da IDR desse nutriente para adultos.

A RDC nº 360 de 2003¹⁷ também permite o limite de tolerância de 20,00% para mais ou para menos com relação aos valores de nutrientes declarados no rótulo. Ao comparar o teor de AA obtido analiticamente com a informação nutricional contida nas embalagens, foi observado que quatro marcas não estavam em conformidade com a legislação, pois os teores apresentados nos rótulos superam o limite de tolerância, atingindo até 57,56% (amostra 9).

Caleguer, Toffoli & Benassi²⁸ avaliaram o teor de AA em 12 amostras de PSR sabor laranja e observaram que, na maioria, o teor declarado nos rótulos foi próximo ou inferior ao obtido analiticamente. Um estudo realizado com dez marcas de SPC de laranja demonstrou que seis delas apresentavam teor de AA diferente do especificado no rótulo, e, nas demais, não havia indicação do teor desse nutriente no produto²⁹.

Durante o período de estocagem, foi observada perda máxima de 8,05% no teor médio de AA para o suco *in natura* de tangerina cultivar Ponkan. Entre as bebidas industrializadas, esse percentual atingiu valor, aproximadamente, dez vezes maior (82,76%), demonstrando maior estabilidade do suco *in natura*.

Pereira *et al.*³³ observaram que, entre diferentes marcas de SPC de caju, o teor de AA em uma delas manteve-se estável e, nas demais, houve redução entre 2,1 e 6,4%. Para bebidas preparadas a partir de sucos concentrados, esses autores relataram perdas entre 0,5 e 8,8% no teor dessa vitamina, enquanto em três sucos, manteve-se estável. Os resultados observados para as bebidas industrializadas sabor caju demonstram maior estabilidade quando comparados aos de tangerina. Silva *et al.*²⁹ encontraram taxas de redução de AA semelhantes ao do presente estudo para PSR e inferiores para SPC, ambos de laranja, também armazenados sob refrigeração.

Este estudo demonstrou que o suco *in natura* de tangerina cultivar Ponkan apresentou elevada atividade antioxidante, inclusive durante o armazenamento. O consumo de 140mL desse suco seria suficiente para atender a ingestão dietética de referência de ácido ascórbico para adultos, podendo esse produto ser considerado fonte desse nutriente. A taxa de redução de ácido ascórbico do suco de tangerina *in natura* mantido em temperatura ambiente foi maior quando comparada à dos sucos refrigerado e congelado. Observou-se, também, que o teor de ácido ascórbico e sua estabilidade foram maiores no suco fresco em comparação às bebidas industrializadas. Esses resultados reforçam o conceito de que uma alimentação rica em frutas contribui para o consumo de compostos antioxidantes, em contraposição aos produtos industrializados, tendo em vista os efeitos negativos que o processamento pode exercer sobre o valor nutricional dos alimentos.

A G R A D E C I M E N T O S

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa Carlos Chagas Filho do Estado do Rio de Janeiro (E-26/110.954/2009).

C O L A B O R A D O R E S

CFF MOREIRA participou do planejamento, da coleta, da análise e interpretação dos dados e da

elaboração e revisão do artigo. MLM LOPES e VL VALENTE-MESQUITA foram responsáveis pela elaboração do projeto e orientaram o planejamento, a coleta, a análise e interpretação dos dados e a elaboração e revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Pereira ALF, Vidal TF, Constant PBL. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. *Nutrire.* 2009; 34(3):231-47.
2. Bianchi MLP, Antunes LMG. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev Nutr.* 1999; 12(2):123-30. doi: 10.1590/S1415-52731999000200001.
3. Cano A, Medina A, Bermejo A. Bioactive compounds in different citrus varieties. Discrimination among cultivars. *J Food Compos Anal.* 2008; 21(5):377-81. doi: 10.1016/j.jfca.2008.03.005.
4. Amaro AA, Caser VD. Diversidade do mercado de tangerinas. *Informações Econômicas.* 2003; 33(12): 51-67.
5. Fennema OR. *Química de los alimentos.* 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2010.
6. Özkan M, Aysegül K, Cemeroglu B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. *Food Chem.* 2004; 88(4):591-7. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.02.011.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal: informações sobre culturas permanentes. Brasília: IBGE; 2010 [acesso 2012 fev 16]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>>.
8. Vale AAS, Santos CD, Abreu CMP, Corrêa AD, Santos JA. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. *Rev Ciên Agrotec.* 2006; 30(4):778-86. doi: 10.1590/S1413-70542006000400027.
9. Rufini JCM, Ramos JD. Influência do raleio manual sobre a qualidade dos frutos de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco). *Rev Ciên Agrotec.* 2002; 26(3):516-22. doi: 10.1590/S0100-29452009000200038.
10. Lima VLAG, Mélo EA, Lima LS. Avaliação da qualidade de suco de laranja industrializado. *B CEPPA.* 2000; 18(1):95-104.
11. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. Dados de mercado 2011: consumo de todas as bebidas comerciais

- 2005-2010. Brasília: ABIR; 2011 [acesso 2012 fev 16]. Disponível em: <<http://abir.org.br/tags/pesquisas-2011/>>.
12. Tetra Pack lança campanha para incentivar consumo de suco pronto e água de coco. In: Empreendedor: inovação, gestão e valor aos negócios. 2005 [acesso 2009 mai 4]. Disponível em: <<http://www.empreendedor.com.br/ler.php?cod=703>>.
 13. Universidade Estadual Paulista. Formas de amostragem [acesso 2009 mar 4]. Disponível em: <www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/engali/Formasdeamostragem.pdf>.
 14. Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. In: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3ª ed. São Paulo: IAL; 1985.
 15. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 14th ed. Washington: AOAC; 1984.
 16. Benassi MT, Antunes AJ. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Braz Arch Biol Technol*. 1988; 31(4):507-13.
 17. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial da União*. 2003 26 dez; p.33-34, Seção 1.
 18. Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutas tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciênc Rural*. 2006; 36(4):1283-7.
 19. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais. *Diário Oficial*. 2005 23 set; p.372, Seção 1.
 20. Xu G, Liu D, Chen J, Ye X, Ma Y, Shi J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chem*. 2008; 106:545-51. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.06.046.
 21. Damiani C, Boas VB, Pinto DM. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. *Rev Ciênc Agropec*. 2008; 32(1):308-13. doi: 10.1590/S1413-70542008000100044.
 22. Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol Technol*. 2000; 20:207-20. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00133-2.
 23. Lavinhas FC, Almeida NC, Miguel MAL, Lopes MLM, Valente-Mesquita VL. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju *in natura* armazenado em diferentes condições de estocagem. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2006; 26(4):875-83. doi: 10.1590/S0101-20612006000400026.
 24. Valente-Mesquita VL, Lopes MLM, Sabino GS, Silva PT, Alves BC. Teor de vitamina C em suco de diferentes cultivares de laranja (*Citrus sinensis*) e em diferentes sucos industrializados. *Nutr Bras*. 2002; 1(1):34-9.
 25. Kabasakalis V, Siopidou D, Moshatou E. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food Chem*. 2000; 70(3):325-8. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00093-5.
 26. Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Nascimento RJ. Capacidade antioxidante em frutas. *Rev Bras Ciênc Farm*. 2008; 44(2):193-201.
 27. Klimczak I, Malecka M, Szlachta M, Gliszczynska-Swiglo A. Effects of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *J. Food Compos Anal*. 2007; 20(3-4):313-22. doi: 10.1016/j.jfca.2006.02.012.
 28. Caleguer VF, Toffoli EC, Benassi MT. Avaliação da aceitação de preparados sólidos comerciais para refresco sabor laranja e correlação com parâmetros físico-químicos. *Semina Ciênc Agrar*. 2006; 27(4):587-98.
 29. Silva PT, Fialho E, Lopes MLM, Valente-Mesquita VL. Sucos de laranja industrializados e preparados sólidos para refrescos: estabilidade química e físico-química. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2005; 25(3):597-602. doi: 10.1590/S0101-20612005000300033.
 30. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 45, de 3 de novembro de 2010. Regulamento técnico sobre aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação. *Diário Oficial da União*. 2010 5 nov; p.63-68, Seção 1.
 31. Universidade Federal de Santa Catarina. Aditivos alimentares [2012 fev 16]. *Rev Eletron Dep Quím UFSC* [acesso 2012 fev 16]. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/aditivos.html>>.
 32. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. *Diário Oficial*. 1998 16 jan; p.4-5, Seção 1.
 33. Pereira CQ, Lavinhas FC, Lopes MLM, Valente-Mesquita VL. Industrialized cashew juices: variation of ascorbic acid and other physicochemical parameters. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008; 28(Suppl):266-70. doi: 10.1590/S0101-2061200800050040.

Recebido em: 6/1/2011
 Versão final em: 3/7/2012
 Aprovado em: 20/8/2012