

Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola

Effect of the processing on some components of acerola juice

Geraldo Arraes MAIA^{1*}, Paulo Henrique Machado de SOUSA², Gerusa Matias dos SANTOS¹,
Daniele Sales da SILVA¹, Aline Gurgel FERNANDES¹, Giovana Matias do PRADO¹

Resumo

A acerola é uma fruta muito apreciada por seu alto teor de vitamina C, além de ser fonte de carotenóides e antocianinas, sendo industrializada na forma de polpa congelada e processamento de suco. Investigações dos efeitos do processamento nos constituintes nutricionais de sucos tropicais são escassos. Frequentemente, as perdas de vitamina C são as únicas avaliadas. Este trabalho objetivou determinar o efeito de operações do processamento (formulação/homogeneização e tratamento térmico) de suco de acerola sobre as características químicas e físico-químicas deste produto. Os resultados desta pesquisa indicam pequenas alterações, observando-se somente uma variação significativa para o pH do suco, apesar de ter havido diminuição dos teores de vitamina C e antocianinas, e aumento do conteúdo de carotenóides, no suco processado.

Palavras-chave: suco tropical de acerola; vitamina C; carotenóides; antocianinas.

Abstract

Acerola is a fruit which is much appreciated due to its high vitamin C content. It also has a good source of carotenoids and anthocyanins and is industrialised as frozen pulp and processed as juice. Research on the effects of processing on the nutritional constituent of tropical juices is scarce. Often, only the loss of vitamin C is evaluated. The aim of this work is to determine the effect of some processing operations (formulation/ homogenization and heat treatment) on physical and physical-chemical characteristics of acerola juice. The results of this research indicate small changes in the physical and physical-chemical characteristics, and a significant change in the pH, a decrease in the vitamin C and anthocyanins content and an increase in the carotenoids of the processed juice were observed.

Keywords: acerola tropical juice; vitamin C; carotenoids; anthocyanins.

1 Introdução

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) é uma planta frutífera originada das Antilhas, norte da América do Sul e América Central^{9,38}, que vem apresentando boa adaptação em diversos países³⁶ sendo, sobretudo, cultivada no Brasil, Porto Rico, Cuba e Estados Unidos¹¹.

Pelo seu potencial como fonte natural de vitamina C e sua capacidade de aproveitamento industrial, a aceroleira tem atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões do Brasil³⁵. A acerola também possui um elevado teor em antocianinas e carotenóides^{31,42,22}, pigmentos antioxidantes que, quando combinados, são responsáveis pela coloração vermelha dos frutos²⁶.

A vitamina C tem múltiplas funções no organismo. É necessária para a produção e manutenção do colágeno; é responsável pela cicatrização de feridas, fraturas, contusões e sangramentos gengivais; e reduz a suscetibilidade à infecção, desempenha papel na formação de dentes e ossos, aumenta a absorção de ferro e previne o escorbuto. Desse modo, a vitamina C é importante no desenvolvimento e manutenção do organismo humano¹². TANG⁵⁰ sugere em sua pesquisa que vitamina C de fontes naturais, como a acerola, é mais biodisponível, quando comparada aos produtos sintéticos.

Alguns carotenóides podem ser convertidos em vitamina A e, como tal, desempenham um importante papel na prevenção da sua síndrome, que causa xerofthalmia bem como distúrbios de crescimento na primeira infância⁴⁰. De acordo com AGUIA², a acerola é uma boa fonte de β -caroteno, quando comparada com os demais frutos.

O grande interesse pelas antocianinas vem sendo demonstrado pelas observações promissoras de seu potencial benéfico à saúde decorrente de sua ação antioxidante^{16,52}.

Apesar de ser fonte destes constituintes nutricionais, não se acredita no potencial de comercialização da acerola fresca, mas sim no processamento e conservação de sua polpa e na produção do seu suco, pois a qualidade da fruta diminui rapidamente após a colheita^{9,24}. Porém, a capacidade de promover saúde das frutas processadas depende estritamente de seu histórico durante o processamento e este aspecto tem sido geralmente negligenciado ou escassamente considerado em estudos nutricionais e epidemiológicos. O processamento afeta o conteúdo, a atividade e a biodisponibilidade dos componentes bioativos³⁴.

As perdas no conteúdo de ácido ascórbico variam de acordo com o processo e equipamentos utilizados^{53,30}. No entanto, segundo SEMENSATO⁴⁶, mesmo após o processamento da acerola, os produtos ainda retêm um alto conteúdo de vitamina C, desde que a matéria-prima utilizada seja fonte desta vitamina. A degradação do ácido ascórbico em sucos de frutas pode ocorrer em condições aeróbicas ou anaeróbicas, ambas levando à formação de pigmentos escuros³⁷. Esta vitamina também é rapidamente destruída pela ação da luz e sua estabilidade aumenta com o abaixamento da temperatura.

Recebido para publicação em 30/3/2006

Aceito para publicação em 24/1/2007 (001718)

¹ Universidade Federal do Ceará. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Campus do Pici, Avenida Mister Hull, 2977, Bloco 858, CP 12168, CEP 60356-000, Fortaleza - CE, Brasil, E-mail: gmaia@secrel.com.br

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Campus Universitário, CEP 36571-000, Viçosa - MG, Brasil, E-mail: phenriquemachado@gmail.com

*A quem a correspondência deve ser enviada

As antocianinas são pigmentos muito instáveis, podendo ser degradados durante o processamento e a estocagem dos sucos³. Além da temperatura, outros fatores incluindo pH e oxigênio também afetam a estabilidade destes pigmentos¹⁰.

Investigações dos efeitos do processamento nos constituintes nutricionais em sucos são escassos. Frequentemente, as perdas de vitamina C são as únicas avaliadas^{1,19,20,53}. Diante do exposto, este trabalho objetivou investigar como as etapas do processamento (formulação/homogeneização e tratamento térmico) de suco de acerola afetam as suas características químicas e físico-químicas.

2 Material e métodos

2.1 Matéria-prima

Acerolas (*Malpighia emarginata* D. C.) frescas, sãs e maduras, adquiridas de produtores da Região Metropolitana de Fortaleza foram transportadas em caixas plásticas para a unidade de processamento de uma indústria local.

2.2 Etapas do processamento

O suco tropical de acerola foi elaborado de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1¹⁸.

Para o processo *hot fill*, os frutos foram selecionados em relação à sanidade, integridade física, uniformidade na coloração e maturação, e lavados por imersão em água clorada com 25 ppm de cloro ativo durante 20 minutos. Em seguida, os frutos passaram por uma despoldadeira de malha de 0,8 mm, onde se obteve o suco refinado, a partir do qual se realizou a formulação (água; 60% de suco de acerola; conservantes: benzoato de sódio e metabissulfito de sódio; e acidulante: ácido cítrico), procedendo-se, em seguida, à homogeneização e, posteriormente, à desaeração. Na sequência, o suco foi submetido a tratamento térmico, a 90 °C por 60 segundos, enchimento a quente (85 °C) em garrafas de vidro de 500 mL e fechamento imediato por tampas plásticas rosqueadas.

2.3 Determinações químicas e físico-químicas

Foram coletadas amostras dos produtos após as etapas de formulação/homogeneização e pasteurização, conforme indicado no fluxograma da Figura 1. As determinações foram efetuadas em duplicata para cada repetição do experimento, conforme metodologia descrita abaixo.

O pH foi medido por aparelho de pH HANNA INSTRUMENTS, modelo HI 9321¹⁴; a acidez total titulável (porcentagem de ácido cítrico) foi determinada por meio da diluição de 1 g de amostra homogeneizada em 50 mL de água destilada, e posterior titulação com solução de NaOH 0,1 N, viragem para coloração rosa com utilização do indicador de fenolftaleína²³; os sólidos solúveis totais (SST), por leitura em refratômetro digital ATAGO, modelo N -1, com escala de 0 a 32 °Brix²³; o teor de ácido ascórbico (mg.100 g⁻¹ de polpa), determinado segundo COX e PEARSON¹⁴, que se baseia na redução do indicador 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico; os açúcares

totais e redutores, pela metodologia descrita por MILLER³³, utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS); e a cor a 420 nm⁴¹, antocianinas totais¹⁷, carotenóides totais²¹.

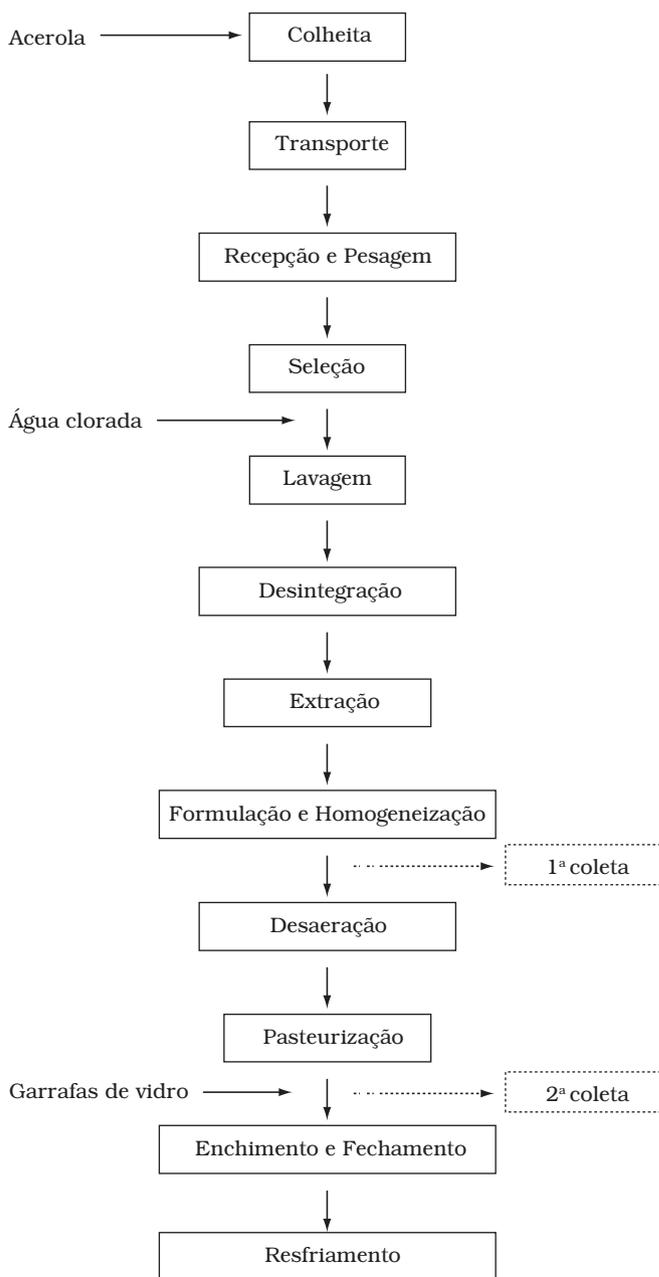


Figura 1. Fluxograma de obtenção do suco tropical de acerola envasado pelo processo *hot fill* (Adaptado de FREITAS¹⁸).

2.4 Análise dos resultados

A análise de variância ($\alpha = 5\%$) foi realizada para verificar se havia diferença entre os resultados. O modelo de ANOVA foi o de um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições dos experimentos. Para a comparação das médias, foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), utilizando-se para isso o programa estatístico SAS (*Statistical Analyses System*), versão 8.0, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa⁴⁵.

3 Resultados e discussão

Na Tabela 1, podem ser observados os resultados dos parâmetros químicos e físico-químicos de pH, SST, ATT, açúcares totais e açúcares redutores nas amostras obtidas durante etapas do processamento de suco tropical de acerola.

Tabela 1. Alterações das características químicas e físico-químicas de pH, SST, ATT, açúcar total e açúcar redutor durante as etapas de produção de suco tropical de acerola.

Etapas	pH	SST (°Brix)	ATT	Açúcar total (%)	Açúcar redutor (% de glicose)
Formulado e Homogeneizado	3,09 ^a	6,3 ^a	0,98 ^a	5,35 ^a	5,11 ^a
Pasteurizado	3,12 ^b	6,4 ^a	0,92 ^a	5,59 ^a	4,95 ^a

SST: sólidos solúveis totais, expressos em °Brix; ATT: acidez total titulável, em g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de amostra; Amostras seguidas de letras na mesma coluna apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados, verificou-se que somente o pH apresentou diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na etapa de pasteurização, observou-se uma diminuição da acidez e pequeno aumento do pH (Tabela 1), o que pode ser devido à degradação dos ácidos (ácido cítrico, ácido málico, ácido ascórbico) presentes durante o tratamento térmico.

Os resultados encontrados na determinação dos sólidos solúveis, açúcares totais e redutores permitem constatar que há uma predominância deste último em todas as etapas, como encontrado por SALGADO et al.⁴⁴ analisando polpa de acerola congelada. Estes valores estão de acordo com os encontrados por BRUNINI et al.⁷ em polpa de acerola, em que a acidez total titulável variou de 0,504 a 1,112 g de ácido málico; o pH da polpa das acerolas variou de 2,39 a 4,0; e pode-se observar que os teores de sólidos solúveis totais variaram de 5,67 a 8,20 °Brix. Os teores de açúcares solúveis totais variaram de 3,06 a 8,72 g de glicose 100 g⁻¹.

Em outro trabalho, VENDRAMINE e TRUGO⁵², analisando as características da acerola no estágio maduro, encontraram os seguintes valores médios: pH (3,7); sólidos solúveis (9,2 °Brix); açúcares redutores (4,4%); e açúcares não-redutores não encontrados.

Na Tabela 2, são apresentados os valores de cor e os conteúdos de vitamina C, carotenóides e antocianinas nas amostras obtidas durante as etapas do processamento de suco tropical de acerola.

Tabela 2. Alterações da cor, vitamina C, antocianinas e carotenóides durante as etapas de produção de suco tropical de acerola.

Etapas	Cor	Vitamina C (mg.100 mL ⁻¹)	Antocianina (mg.100 mL ⁻¹)	Carotenóides (mg.100 mL ⁻¹)
Formulado e Homogeneizado	0,193 ^a	593,8 ^a	7,3 ^a	0,51 ^a
Pasteurizado	0,183 ^a	573,7 ^a	5,9 ^a	0,59 ^a

Amostras seguidas de letras na mesma coluna apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se diminuição do conteúdo de vitamina C após a pasteurização (Tabela 2). Existe uma vasta literatura que comenta a respeito da oxidação química do ácido ascórbico

e/ou degradação térmica como consequência do branqueamento, cozimento, pasteurização, esterilização, desidratação e congelamento^{8,25,39,43,51}. Uma causa adicional da depleção do ácido ascórbico é seu consumo como reagente da reação de Maillard¹⁵.

O valor encontrado após a pasteurização foi inferior ao encontrado por YAMASHITA et al.⁵³, que verificou teor médio de 988 ± 50 mg de ácido ascórbico por 100 g de suco, quando quantificou esta vitamina em suco pasteurizado de acerola. PIMENTEL et al.³⁸ encontraram uma concentração média de 1437,78 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa. BRUNINI et al.⁷ verificaram teores de ácido ascórbico na polpa variando de 243,48 mg a 818,17 mg por 100 g.

Apesar das perdas durante o processamento, o produto, após pasteurização, apresentou teor bastante elevado de vitamina C, 573,5 mg.100 mL⁻¹ (Tabela 2), o que corresponde a 63,7 mg.100 mL⁻¹ suco após sofrer uma diluição de 1 parte de suco pra 8 partes de água, como sugerem os rótulos de todas as marcas avaliadas. Portanto, o consumo de 200 mL de suco pronto supriria 283% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos de vitamina C, que é de 45 mg⁶.

Apesar do teste de médias não ter apresentado diferença entre os teores de carotenóides, observou-se um aumento de 15% entre as duas etapas de processamento, fato que pode ser atribuído ao rompimento da estrutura da parede celular, o que ocasionaria um aumento da biodisponibilidade do β-caroteno (Tabela 2). Apesar de se saber que o processamento dos alimentos pode causar muitos efeitos nos componentes, nem todos resultam na perda das propriedades de qualidade e saúde⁴⁷. Porém, alguns efeitos adversos da luz, oxigênio e calor na perda da atividade de vitamina A, como consequência da isomerização, foram reportados por LOVRIC et al.²⁸.

A variação do conteúdo de antocianina deve-se à grande instabilidade deste componente. A diminuição da cor também se deve à perda de pigmentos instáveis durante o processamento, como é o caso das antocianinas (Tabela 2). Os pigmentos naturais são afetados durante as etapas de processamento dos alimentos pela ação da luz, temperatura, oxigênio, íons metálicos e enzimas⁴⁸.

MIKKELSEN e POLL³² estudaram a decomposição e a transformação de antocianinas durante o processamento de suco de "black currant" (groselha preta). Verificaram uma perda entre 25 e 30% de antocianinas durante o processamento, sendo o tratamento térmico a etapa mais destrutiva do processamento.

As antocianinas podem ser degradadas durante o processamento e a estocagem de alimentos com consequente alteração da cor. O congelamento, um dos principais métodos de conservação de frutos, bastante utilizado na conservação da acerola, descaracteriza completamente a coloração natural do fruto³. Em suco de acerola pasteurizado, também ocorre modificação em sua coloração, que passa de vermelho-brilhante a amarela¹³.

Em cinco seleções de acerola foi constatada uma variação no teor de antocianinas totais de 14,06 a 50,98 mg.100 g⁻¹ de

polpa. A seleção de cor vermelha mais intensa apresentava o maior teor de antocianinas totais²⁷.

A combinação de antocianinas e ácido ascórbico mostrou ser mutuamente destrutiva na presença de oxigênio⁴⁹. As perdas da coloração das antocianinas podem ser inibidas pelo controle restrito de oxigênio durante o processamento ou pela estabilização física das antocianinas com a adição de co-fatores antocianínicos exógenos, formando pigmentos mais estáveis ao processamento, melhorando atributos de cor, estabilidade e, até mesmo, incremento das propriedades antioxidantes⁵. Esses complexos de pigmentos são formados preferencialmente sob condições ácidas.

MARCHESE²⁹ reportou o impacto do tempo de pasteurização e temperatura na descoloração de suco e sugeriu pasteurização moderada com temperatura menor que 80 °C, para minimizar a degradação de antocianinas.

4 Conclusões

As características físico-químicas de acidez, sólidos solúveis e açúcares permaneceram praticamente constantes após a pasteurização, sendo o pH o único que apresentou variação estatística.

Os teores de vitamina C e antocianinas diminuíram com as etapas de processamento, assim como a coloração, que está diretamente relacionada com as antocianinas. Por outro lado, o conteúdo de carotenóides aumentou durante o processo.

Agradecimentos

Este estudo teve como suporte financeiro recursos do MESA, CT-Agronegócio e do MCT/CNPq e FUNCAP.

Referências bibliográficas

1. ACHINEWHU, S. C.; HART, A. D. Effect of processing and storage on the ascorbic acid (vitamin C) content of some pineapple varieties grown in the Rivers State of Nigeria. **Plant Foods Hum. Nutr.**, v. 46, n. 4, p. 335-337, 1994.
2. AGUIAR, L. P. **β-Caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. Fortaleza, 2001, 87 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará (UFC).
3. ALVES, R. E.; CHITARRA, A. B.; FREIRE, D. C.; SOUZA, K. R.; SIQUEIRA, S. M. P. Yellowing of frozen acerola (*Malpighia emarginata*) fruit. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, v. 41, p. 199-204, 1997.
4. AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington, 16th ed., p. 1141, 1995.
5. BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 52, p. 67-86, 2001.
6. BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o "REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS". **Diário Oficial da União** de 23 de setembro de 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2005.
7. BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.
8. BURDURLU, H. S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. **J. Food Eng.**, v. 74, n. 2, p. 211-216, 2006.
9. CARVALHO, R. A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açu, Pará, Belém**: Embrapa Amazônia Oriental, n. 49, p. 21, 2000.
10. CHAN, H. T.; YAMAMOTO, H. Y. Kinetics of anthocyanin decomposition in acerola juice. **Asean Food J.**, v. 9, n. 4, p. 132-135, 1994.
11. COELHO, Y. S.; RITZINGER, R.; OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S.; PEREIRA, M. R. Proacerola: Programa de Desenvolvimento da Cultura da Acerola no Estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTALICULTURA TROPICAL. **Horticultura Tropical em Regiões Semi-Áridas**. 2003, Fortaleza: Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, n. 49, p. 303.
12. COMBS, J. R. Vitaminas. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-SUTMP, S. (Eds.). **KRAUSE: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Ed. Rocca, 2003. p. 65-105.
13. CONCEIÇÃO, M. P. J. **Cinética de degradação térmica de antocianinas em suco de acerola (*Malpighia glabra* L.)**, Viçosa, 1997, 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa (UFV).
14. COX, H. E.; PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para el analisis de alimentos**. Zaragoza: Acríbia, p. 331, 1976.
15. DJILAS, S. M.; MILIC, B. L. J. Naturally Occurring Phenolic Compounds as Inhibitors of Free Radical Formation in the Maillard Reaction. In: LABUZA, T. P.; REINECCIUS, G. A.; MONNIER, V. M.; O'BRIEN, J.; BAYNES, J. W. (Eds.). **Maillard Reaction in Chemistry, Food and Health**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1994. p. 75-80.
16. ESPÍN, J. C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H. J.; GARCÍA-VIGUERA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 5, p. 1588-1592, 2000.
17. FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.
18. FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; BRASIL, I. M.; PINHEIRO, A. M. Storage Stability of Acerola Tropical Fruit Juice Obtained by Hot Fill Method. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v. 41, 2006. (In Press).
19. GAHLER, S.; OTTO, K.; BÖHM, V. Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. **J. Agric. Food Chem.**, v. 51, n. 27, p. 7962-7968, 2003.
20. GIMENEZ, R., et al. Ascorbic acid in diet supplements: loss in the manufacturing process and storage. **Int. J. Food Sci. Nut.**, v. 53, n. 6, p. 509-518, 2002.
21. HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene - fortified orange juice. **J. Food Sci.**, v. 27, n.1, p. 42-49, 1962.
22. HWANG, J.; HODIS, H. N.; SEVANI, A. Soy and alfalfa extracts become potent low-density lipoprotein antioxidants in the presence of acerola cherry extracts. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n. 1, p. 308-14, 2002.

23. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** São Paulo: Ed. São Paulo, 3. ed., v. 1, 1985. 533 p.
24. JOHNSON, P. D. Acerola (*Malpighia glabra* L., *M. puniceifolia* L., *M. emarginata* D. C.): agriculture, production and nutrition. **World Rev. Nutr. Diet.**, v. 91, p. 67-75, 2003.
25. JOHNSTON, C. S.; HALE, J. C. Oxidation of ascorbic acid in stored orange juice is associated with reduced plasma vitamin C concentrations and elevated lipid peroxides. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 105, n. 1, p. 106-109, 2005.
26. LIMA, V. L. A.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D. C.). **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.
27. LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. Flavonóides em seleções de acerola (*Malpighia* sp. L.). 1- Teor de antocianinas e flavonóis totais. **Cienc. Rural**, v. 30, n. 6, p. 1063-1064, 2000.
28. LOVRIC, T.; SABLEK, Z.; BOSKOVIC, M. Cis-trans Isomerization of Lycopene and Colour Stability of Foam-mat Dried Tomato Powder during Storage. **J. Sci. Food Agric.**, v. 21, p. 641-647, 1970.
29. MARCHESI, D. Citrus consumers trend in Europe. New tastes sensation: The blood orange juice case. In: **Citrus Processing Short Course Proceedings**, University of Florida, Gainesville, FL, p. 19-39, 1995.
30. MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. L. S.; FERREIRA, D. C. et al. Produção de geléia mista de maracujá e acerola com alto teor de vitamina C. **Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura**, v. 17, CD-Rom, 2002. Belém, 18 a 22 nov. 2002.
31. MESQUITA, P. C.; VIGOA, Y. G. La acerola. Fruta marginada de America con alto contenido de acido ascorbico. **Alimentaria**, v. 37, n. 309, p. 113-125, 2000.
32. MIKKELSEN, B. B.; POLL, L. Decomposition and transformation of aroma compounds and anthocyanins during black currant (*Ribes nigrum* L.) juice processing. **J. Food Sci.** v. 67, n. 9, p. 3447-55, 2002.
33. MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Biochem.**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
34. NICOLI, M. C.; ANESE, M.; PAPPALARDI, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. **Trends Food Sci. Technol.**, v. 10, n. 3, p. 94-100, 1999.
35. NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.
36. PAIVA, J. R. et al. Desempenho de clones de acerola no Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém - Pará. **Abstracts...**, 1 CD-ROM.
37. PERERA, C. O.; BALDWIN, E. A. Biochemistry of fruits and its implications on processing. In: ARTNEY, D.; ASHURT P. R. (Eds.) **Fruit Processing: Nutrition, Product, Quality Management.** New York: AN ASPEN Publication, 2nd, 2001. p. 26-27.
38. PIMENTEL, M. L.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; SILVA JÚNIOR, A. Influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, v. 23, n. 1, p. 143-146, 2001.
39. POLYDERA, A. C.; STOFOROS, N. G.; TAOUKIS, P. S. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. **Innov. Food Sci. Emerg. Techn.**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2005.
40. RAMALHO, R. A.; ANJOS L. A.; FLORES H. Valores séricos de vitamina A e teste terapêutico em pré-escolares atendidos em uma unidade de saúde do Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Nutr.**, v. 14, n. 1, p. 5-12, 2001.
41. RANGANA, M. **Manual of analysis of fruit and vegetable products.** MacGraw-Hill: New Delhi, p. 643, 1997.
42. ROSS, J. A.; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annu. Rev. Nutr.**, v. 22, p. 19-34, 2002.
43. SAHARI, M. A.; BOOSTANI, F. M.; HAMIDI, E. Z. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. **Food Chem.**, v. 86, n. 3, p. 357-63, 2004.
44. SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. de. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Rev. Nutr.**, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.
45. SAS INSTITUTE. **SAS software**, version 8. Cary, 1999.
46. SEMENSATO, L. R. **Caracterização físico-química de frutos genótipos de acerola (*Malpighia* sp.), cultivados em Anápolis-GO, processamento e estabilidade de seus produtos.** Goiânia, 1997, 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomias), Universidade Federal de Goiânia (UFG).
47. SOUTHON, S. Increased Consumption of Fruits and Vegetables within the EU: Potential Health Benefits. **Karlsruhe Proceedings Nutrition Symposium.** Karlsruhe. v. 3, p. 158-159, 1998.
48. STINTZING, F. C.; STINTZING, A. S.; CARLE, R.; FREI, B.; WROLSTAD, R. E. Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, n. 21, p. 6172-6181, 2002.
49. TALCOTT, S. T.; BRENES, C. H.; PIRES, D. M.; POZO-INSFRAN, D. Phytochemical Stability and Color Retention of Copigmented and Processed Muscadine Grape Juice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 51, n. 4, p. 957-963, 2003.
50. TANG, L. **Comparative study of the bio-availability of ascorbic acid in commercially produced products.** Scraton, 1995. Thesis (Facult of the Department of Chemistry), University of Pennsylvania.
51. VAN DEN BROECK, I.; LUDIKHUYZE, L.; WEEMAES, C.; VAN LOEY, A. Kinetics for isobaric-isothermal degradation of L-ascorbic acid. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46, n. 5, p. 2001-2006, 1998.
52. VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia puniceifolia*, L.). **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 15, n. 5, p. 664-668, 2004.
53. YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 1, p. 92-4, 2003.