

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**DENIS MARQUES MIRANDA**

**DETERMINAÇÃO DA VITAMINA C EM ACEROLA COM  
DIFERENTES GRAUS DE MATURACAO E ESTUDO DA SUA  
ESTABILIDADE EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE  
PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO**

**BAURU  
2008**

**DENIS MARQUES MIRANDA**

**DETERMINAÇÃO DA VITAMINA C EM ACEROLA COM  
DIFERENTES GRAUS DE MATURACAO E ESTUDO DA SUA  
ESTABILIDADE EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE  
PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Centro de Ciência da Saúde como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Farmacêutico, sob orientação da Prof.  
Dr<sup>a</sup>. Eliane M. R. S. Simionato.

**BAURU  
2008**

Miranda, Denis Marques

M672d

Determinação da vitamina C em acerola com diferentes graus de maturação e estudo da sua estabilidade em diferentes tecnologias de produção e conservação / Denis Marques Miranda – 2008.

32f.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane M. R. S. Simionato.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Vitamina C 2. Acerola 3. Estabilidade  
4. Armazenamento 5. Maturação do fruto  
6. Conservação

I. Simionato, Eliane M. R. S II. Título

**DENIS MARQUES MIRANDA**

**DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C EM ACEROLA, E  
COMPARAÇÃO COM SEUS DIFERENTES GRAUS DE  
MATURAÇÃO E TECNOLOGIAS EMPREGADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciência da Saúde como parte dos requisitos para obtenção do título de Farmacêutico, sob orientação da Prof. Dr<sup>a</sup>. Eliane M. R. S. Simionato.

Banca Examinadora:

---

Prof. Fernando Tozze Alves Neves

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Valéria Romero

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliane M. R. S. Simionato

**Bauru  
2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto, especialmente:

A Deus, que criou todas as coisas e que está presente em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais que me deram a oportunidade de estar presente para executar este projeto e pelo incentivo dado em todas as fases da minha vida.

A professora Eliane M. R. S. Simionato, minha orientadora, por toda orientação, atenção, paciência e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

A Rosa e a Edjane, funcionarias do laboratório de alimentos da fundação veritas, pelo receptividade e apoio.

A minha irmã, Vanessa M. Miranda, por colaborar com a execução do projeto.

Ao laboratório DeMarchi pelas informações cedidas sobre seu produto.

Aos professores que compõem a grade curricular de Farmácia, pelos ensinamentos e pela orientação e apoio durante todas as fases do curso.

A todos meus amigos que estiveram comigo durante toda esta jornada e pelo companheirismo em todos os momentos.

A minha namorada, companheira e amiga por toda compreensão, apoio e incentivo.

"As oportunidades normalmente se apresentam disfarçadas de trabalho árduo, e é por isso que muitos não a reconhecem".

Ann Landers

## RESUMO

A acerola contém altos teores de vitamina C, o principal antioxidante hidrossolúvel, ajudando a combater os radicais livres intracelulares. Sua alta instabilidade motiva várias pesquisas para desenvolver métodos de produção e conservação visando à menor perda do nutriente. O presente trabalho teve por objetivos quantificar o teor de vitamina C em acerolas em diferentes estágios de maturação, verdes e maduras, e estudar sua estabilidade ao longo de 60 dias de armazenamento a -18°C. E também acompanhar a estabilidade de polpas comerciais armazenadas sob as mesmas condições e extratos secos comerciais obtidos pelo processo de desidratação por *spray dryer* armazenados a temperatura ambiente. Quanto à maturação, as amostras apresentaram diferença em relação à concentração inicial de vitamina C, as amostras verdes apresentaram maior concentração do nutriente, variando de 1425,82 e 998,18 mg/100g e as amostras maduras tiveram uma concentração inicial de 1234,30 e 635,29 mg/100g, respectivamente. A estabilidade nos frutos foi maior nos verdes, onde ocorreram perdas de 4,8 a 9,3 % enquanto as maduras apresentaram perdas de 32,8 a 39,5 %. As polpas comerciais congeladas mostraram perdas de 23,4 a 39,1 % enquanto os extratos secos comerciais tiveram perdas de 14,6, 17,5 e 19,9 % em todo o período do estudo. A legislação Brasileira vigente prevê que a rotulagem nutricional é obrigatória para alimentos e bebidas, sendo que as vitaminas somente serão declaradas quanto estiverem presentes com valores de pelo menos 5% da ingestão diária recomendada (IDR) por porção, e somente é aceita uma variação de no máximo 20% do valor especificado no rótulo, assim, é de suma importância conhecer o conteúdo e a estabilidade da vitamina C para poder adequar a informação nutricional e melhorar a vida de prateleira dos produtos.

**Palavras chave:** vitamina C. Acerola. estabilidade. armazenamento. maturação do fruto. conservação.

## ABSTRACT

Acerola (West Indian Cherry) contains high levels of vitamin C, the main water soluble antioxidant, helping to combat free radicals. Its stability motivates many researches to develop methods of production and conservation aiming smaller loss of this nutrient. The objective of this work was to quantify the vitamin C content in acerola fruit with different stages of ripeness, green and red, and study the stability during 60 days on a -18°C storage and also monitor the stability of commercial pulp stored under the same conditions and commercial dry extracts obtained by the process of dehydration by spray dryer stored at room temperature. The samples showed differences with the initial concentration of vitamin C in different stages of maturity, the green samples showed higher concentration of the nutrient, ranging from 1425.82 and 998.18 mg/100g and the ripe samples had an initial concentration of 1234.30 mg/100g and 635.29, respectively. The stability was higher in the immature fruit, where there were losses of 4.8 and 9.3% while the mature showed losses of 32.8 and 39.5%. The frozen commercial pulp showed losses of 23.4 and 39.1% while the dry extracts had losses of 14.6, 17.5 and 19.9% in the whole study period. The current Brazilian law requires that nutrition labeling is mandatory for food and beverages, and the only vitamins that are present will be declared with values of at least 5% of the recommended daily intake (RDI) per portion, and is only accepting a change in no more than 20% of the value specified on the label, thus, it is important to know the content and stability of vitamin C to bring the nutritional information and improve shelf-life of products.

**Keywords:** vitamin C, acerola, stability, storage, fruit ripeness, conservation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

01 – Frutos maduros e verdes de acerola na planta .....	10
02 – Estrutura da molécula do ácido ascórbico .....	12
03 – Esquema de ilustrativo de um <i>spray dryer</i> .....	19
04 – Esquema da reação entre o ácido ascórbico e o iodo .....	22

## LISTA DE TABELAS

01 - Composição química do fruto da acerola em diferentes estágios de maturação.....	15
02 - Composição química da polpa de acerola e suco de acerola desidratado.....	17
03 - Estudo de estabilidade do pó de acerola ( <i>Malpighia emarginata</i> D.C.).....	18
04 - Estabilidade da Vitamina C em 60 dias de estudo para diferentes produtos e diferentes tecnologias de armazenamento utilizadas .....	24
05 - Teores de Vitamina C (em mg / 100g) das frutas <i>in natura</i> em diferentes estágios de maturação e estabilidade durante 60 dias congeladas a -18°C .....	24
06 - Teores de Vitamina C nas amostras de polpas comerciais e sua estabilidade durante 60 dias de armazenamento sob temperatura de -18°C .....	26
07 - Concentração de Vitamina C em extratos secos comerciais e estabilidade durante 60 dias armazenados em sacos plásticos à temperatura ambiente .....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3 VITAMINA C: CONTEÚDO E ESTABILIDADE</b> .....	14
<b>3.1 Concentração de Vitamina C em Função do Estádio Maturação do Fruto</b> .....	14
<b>3.2 Tecnologias de Conservação</b> .....	15
<i>3.2.1. Congelamento da Polpa</i> .....	15
<i>3.2.2. Desidratação da Polpa</i> .....	16
<b>3.3 Perdas de Vitamina C em decorrência da tecnologia empregada</b> .....	20
<b>4 MATERIAIS E METODOS</b> .....	22
<b>4.1 Materiais</b> .....	22
<b>4.2 Método de Determinação do Ácido Ascórbico</b> .....	22
<i>4.2.1 Reagentes</i> .....	23
<i>4.2.2 Procedimento</i> .....	23
<i>4.2.3 Calculo</i> .....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5.1 Frutos in natura</b> .....	24
<b>5.2 Polpas de Acerolas Congeladas</b> .....	26
<b>5.3 Polpas de Acerolas Desidratadas</b> .....	27
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30

## 1 Introdução

Conhecida como “Cereja das Antilhas” por se originar da América Central, norte da América do Sul e Ilhas do Caribe, a acerola encontrou um clima favorável no Brasil onde intensificou seu cultivo rapidamente no período de 1988 a 1992, pela adaptação da planta principalmente aos climas tropicais e subtropicais (ARAÚJO et al., 2007).

Os frutos são uma drupa de superfície lisa ou dividida em três gomos, com tamanhos variando de 3 a 6 cm de diâmetro, pensado em média 4 gramas (Figura 01). A coloração externa varia do alaranjado ao vermelho intenso quando maduros e possui polpa carnosa e suculenta (GOMES et al., 2002). Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), a indústria aceita frutos de aceroleiras com coloração mais de 80% rosada, passando para o vermelho, cor caracterizada pela presença de antocianinas, o interesse comercial ainda está principalmente na aparência.



**Figura 01.** Frutos maduros e verdes de acerolas na planta  
Fonte: [http://www.mission.net/brazil/belem/page.php?pg\\_id=4210](http://www.mission.net/brazil/belem/page.php?pg_id=4210)

Seu conteúdo vitamínico é bastante variável em função do material genético, estágio de maturação do fruto, época do ano da colheita, métodos de cultivo e de colheita, fertilidade e disponibilidade de nutrientes no solo e clima, no entanto, o principal atrativo é o alto teor de vitamina C também sendo rica em outros nutrientes como carotenóides, tiamina, riboflavina e niacina (YAMASHITA, 2003).

Frutas e vegetais são responsáveis por 95% das fontes de ácido ascórbico na alimentação humana, sendo assim, a procura por alimentos que possuem elevado teor deste nutriente tem aumentado o interesse pela acerola, motivando pesquisadores a intensificar os estudos relacionados à fruta e a vitamina C, que por se tratar de um fruto muito perecível, seu consumo *in natura* é limitado, sendo mais utilizada a sua polpa, pasteurizada ou congelada (MATSUURA et al., 2001).

A vitamina C por se tratar do principal antioxidante hidrossolúvel ajuda a combater os radicais livres, moléculas instáveis no organismo, promovendo proteção contra câncer e cardiopatias. (O PODER..., 2001)

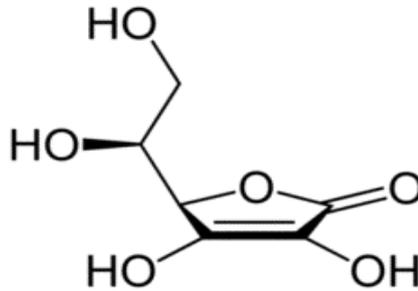
Vannuchi e Jordão Júnior (1998) observaram que o ácido ascórbico desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune além da formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas, sendo essencial à saúde, desempenhando papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos lisos, dentes, ossos, na regulação da temperatura corporal e na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral.

A carência desta vitamina aumenta a propensão a doenças como, por exemplo, dor abdominal e cálculos renais em pessoas geneticamente predispostas e a doença conhecida como escorbuto (DUTRA DE OLIVEIRA e MARCHINI, 1998).

A necessidade diária varia de acordo com a idade e condições de saúde, a Organização Mundial da Saúde (WHO) recomenda a ingestão diária de 15 a 60 mg de vitamina C para pessoas adultas e saudáveis, o que se equivale ao consumo de 2 a 3 frutas de acerola (CHAVES et al., 2004).

Quimicamente a vitamina C é a lactona do ácido derivado de um monossacarídeo, tendo fórmula empírica  $C_6H_8O_6$  (Figura 02). É um sólido branco, cristalino, bastante solúvel em água e etanol absoluto, no estado sólido é relativamente estável, e em solução é facilmente oxidado em ácido L - dehidroascórbico. A facilidade de oxidação se deve ao grupo fortemente redutor denominado redutona (um enediol em alfa ligado a um grupo carbonila) e se oxida rápido e irreversivelmente devido à abertura do anel lactônico, formando o ácido 2,3 dicetogulônico com destruição da vitamina C. É bastante sensível aos agentes oxidantes, principalmente em solução aquosa, entretanto, é resistente em soluções fortemente ácidas

sendo bastante estável, razões da preferência de métodos ácidos nas extrações do ácido ascórbico para métodos de dosagem (BOBBIO, 1995).



**Figura 02** – Estrutura da molécula do Ácido Ascórbico  
Fonte: BOBBIO, 1995.

As reações de degradação do ácido ascórbico dependem de vários fatores como pH, temperatura, presença de oxigênio, metais como o cobre e particularmente na presença de calor, alcalinidade, danos físicos e alta umidade relativa (BATISTA et al., 2000).

Para evitar a degradação da Vitamina C e obter um maior rendimento nos processos industriais devem-se tomar precauções quanto ao manuseio dos frutos e o preparo das amostras para análises, pois por sua alta instabilidade há perdas significativas do nutriente e conseqüentemente prejuízos que podem ser evitados.

## **2 OBJETIVOS**

Este estudo teve por objetivos:

- Quantificar o teor de vitamina C e avaliar a sua estabilidade em frutos com diferentes estágios de maturação congelados durante 2 meses;
- Verificar a estabilidade da Vitamina C em polpas comerciais de acerolas congeladas e polpas desidratadas, quantificando a sua concentração ao longo de 2 meses de estocagem.

### **3 VITAMINA C: CONTEÚDO e ESTABILIDADE**

#### **3.1 Concentração de Vitamina C em Função do Estádio de Maturação do Fruto**

Nogueira et al., (2002) verificaram que há influência sazonal nos teores de vitamina C das matrizes de aceroleiras estudadas, verificando que as maiores perdas deste nutriente durante a maturação ocorreram na estação chuvosa. Simão (1971) verificou que baixos índices pluviométricos estão relacionados à formação de frutos com menor teor de umidade e, conseqüentemente, com maior concentração de outros componentes incluindo o ácido ascórbico. Matsuura et al., (2001) avaliando concentrações de ácido ascórbico em acerolas concluíram que as diferenças de valores encontrados nas análises poderiam ser explicadas por baixos índices pluviométricos observados no ano da colheita, Silva (1994) relatou que o sombreamento reduziu significativamente a produção de vitamina C e foi verificado também que frutos mais ácidos também possuem uma maior concentração do composto, fato esse mencionado também por outros autores (NAKASONE et al., 1968).

Frutos verdes apresentam maior concentração de ácido ascórbico em comparação aos parcialmente ou completamente maduros como retratam os resultados encontrados por diversos autores (SANTOS et al., 1999; NOGUEIRA et al., 2002).

O conteúdo de Vitamina C tende a diminuir durante o processo de maturação, fato esse atribuído à atuação da enzima denominada ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase) isolada da acerola por Asenjo (1960) o qual verificou que a atividade enzimática nos frutos maduros é maior do que nos frutos verdes, fato que pode evidenciar perdas encontradas durante a maturação.

Ito et al., (1990) compararam teores de ácido ascórbico de frutos de aceroleiras colhidos em três estágios de maturação. O teor deste nutriente nos frutos imaturos foi o mais elevado: 3.200mg / 100g de polpa – diminuindo com o amadurecimento dos frutos.

Vendramini e Trugo (2000) fizeram a caracterização da composição química do fruto de acerola para os três diferentes estágios de maturação do fruto (Tabela 01).

**Tabela 01:** Composição química do fruto da acerola em diferentes estágios de maturação

Constituintes	Estágios de maturação		
	Imatura (Verde)	Intermediária (Amarela)	Madura (Vermelha)
Vitamina C (mg/100g)	2164	1065	1074
Proteína (%)	1,2	0,9	0,9
Cinzas (%)	0,4	0,4	0,4
Umidade (%)	91,0	92,4	92,4
Sólidos solúveis (%)	7,8	7,7	9,2
Açúcares redutores (%)	3,3	4,2	4,4
Açúcares não-redutores (%)	1,1	0,1	-

Fonte: Vendramini e Trugo (2000).

### 3.2 Tecnologias de Conservação

A acerola não é consumida em grandes volumes na forma *in natura* e os processos de obtenção de polpa congelada e polpa desidratada geram perdas importantes de vitaminas que podem ocorrer devido aos diferentes tipos de equipamentos utilizados durante o processo e/ou pela oxidação química do ácido ascórbico e/ou degradação térmica através do branqueamento, cozimento, pasteurização e desidratação (MAIA et al., 2007).

Sendo o ácido ascórbico mais estável no seu estado sólido, a desidratação das polpas de frutas visa aumentar a estabilidade da Vitamina C conservando-a ao longo do tempo de armazenamento evitando perdas nutricionais e do valor comercial, pois com a diminuição da atividade de água se criam condições adversas para a multiplicação de microrganismos e diminuem as reações enzimáticas (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998)

#### 3.2.1 Congelamento da Polpa

O congelamento é a operação na qual a temperatura de um alimento é reduzida abaixo do seu ponto de congelamento e uma porção de água sofre uma mudança no seu estado formando cristais de gelo, e o maior efeito do congelamento na qualidade do alimento é o dano causado às células pelo crescimento destes cristais causando mudanças em pigmentos, aromas ou componentes nutricionais importantes (FELLOWS, 2006).

Nas frutas, a resistência celular pode ser danificada pelos cristais e a extensão dos danos depende da taxa de transferência de calor. Em um congelamento lento os cristais crescem nos espaços intercelulares, deformando e rompendo a parede celular de células

adjacentes, assim, durante o descongelamento as células não recuperam sua forma e turgidez originais. Já em um congelamento rápido, são formados cristais de gelo menores tanto nos espaços intracelulares como intercelulares, assim, os danos físicos são pequenos e a textura do fruto é mantida (FELLOWS, 2006).

A temperatura de refrigeração a ser escolhida depende do tipo de produto e do tempo do armazenamento. A exposição dos tecidos à atmosfera, sem uma proteção externa como embalagens, traz como resultado perdas de vitaminas devido à oxidação. A vitamina C é a que sofre maior perda nos produtos congelados (GAVA, 1984).

Yamashita (2003) estudando a estabilidade do ácido ascórbico em produtos de acerola determinou perdas de aproximadamente 3% em polpas da fruta armazenadas a  $-12^{\circ}\text{C}$  e  $-18^{\circ}\text{C}$  durante um período de quatro meses, valores inferiores aos observados por Araújo et al., (2007) que encontraram perdas de 2,77 a 17,88% em frutas armazenadas por 12 meses.

Agostini-Costa et al., (2003) encontraram redução de 14% em 12 meses de armazenamento da polpa congelada de acerola e Lima et al., (2003) encontraram redução de 3,4 até 23,6% em um período de 6 meses de armazenamento da polpa congelada. No entanto, todos os estudos mostram uma diferença de perda entre diferentes genótipos de acerola.

### *3.2.2 Desidratação da Polpa*

A desidratação é a eliminação quase completa da umidade dos alimentos à custa de equipamentos atingindo-se normalmente de 3% a 5% de umidade no produto final, podendo utilizar o ar como meio de aquecimento e de transporte da umidade ou ser realizada pelo contato com superfície aquecida (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998). Essa definição exclui outras operações unitárias que removem água de alimentos como, por exemplo, separação mecânica e concentração por membranas, evaporação e assamento, pois elas removem, no geral, muito menos água que a secagem (FELLOWS, 2006).

Para a acerola a desidratação oferece um produto conveniente para o consumidor, diminui custos de transporte, reduz peso e volume, no entanto, pode causar deterioração tanto da qualidade sensorial quanto do valor nutricional do alimento. As grandes diferenças encontradas sobre o valor nutricional dos alimentos desidratados são devidas às grandes variações nos procedimentos de preparo, da temperatura e do tempo de secagem e condições de armazenagem (FELLOWS, 2006).

A vitamina C é sensível ao calor e à oxidação sendo necessários curtos tempos de secagem, baixas temperaturas, baixa umidade e baixos níveis de oxigênio durante a estocagem para evitar grandes perdas (FELLOWS, 2006).

Soares et al., (2001) estudaram a desidratação da polpa de acerola desidratada em estufa de secagem com circulação de ar a uma temperatura de 60 a 70°C por um período de 90 minutos, obtendo-se um produto em pó com umidade final de 7,2%. Os autores também fizeram a caracterização da composição química do fruto nos estados de polpa e suco desidratado (Tabela 02).

**Tabela 02:** Composição química da polpa de acerola e suco de acerola desidratado

<b>Constituintes</b>	<b>Polpa de acerola</b>		<b>Suco de acerola desidratado</b>	
	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
Vitamina C (mg/100g)	1620	30	15160	120
Proteína (%)	1,27	0,05	9,05	1,20
Cinzas (%)	0,46	0,03	3,41	0,41
Umidade (%)	89,82	0,05	7,24	0,15
Sólidos solúveis (°Brix)	6,44	0,29	62,30	0,27
Açúcares redutores (%)	5,49	0,15	43,22	1,14

**Fonte:** Soares et al.,(2001).

Os mesmos autores estudando estabilidade da vitamina C em polpas de acerolas desidratadas pelo processo “Foam-Mat” observaram uma degradação de 5,02% deste nutriente ao longo de 3 meses de estocagem (Tabela 03) e Almeida et al., (2007) concluíram que o aumento da temperatura e da velocidade do ar de secagem contribuem para o decréscimo no conteúdo de ácido ascórbico da acerola durante a secagem em secador de leito fixo.

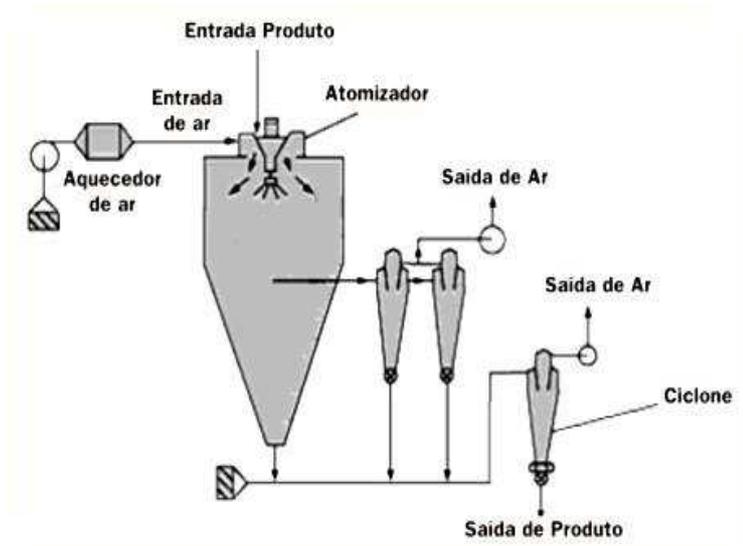
**Tabela 03:** Estudo de estabilidade do pó de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

Determinações	Tempo Inicial	30 dias	60 dias	90 dias
Umidade (%)	7,24	8,45	**	12,3
Acidez (% ácido cítrico)	10,24	9,77	9,07	8,8
Vitamina C (%)	15,16	12,79	11,21	9,93
Tanino (% ácido tânico)	12,7	11,42	11,11	8,13
Açúcares redutores (% de glicose)	43,22	39,92	39,44	38,37
Açúcares não redutores (% de sacarose)	Traços	traços	Traços	traços
Açúcares totais (%)	43,22	39,92	39,44	38,37
Cor (absorbância)	0,577	0,679	0,821	0,954

**Fonte:** Soares et al., (2001).

\*\* Resultados não considerados, por apresentarem discrepâncias geradas por falha no equipamento.

Segundo Gava (1978) a desidratação por *spray dryer* (FIGURA 03) utiliza calor artificial em função do tempo, da temperatura e da ventilação e estes são parâmetros que devem ser cuidadosamente controlados. Entre os veículos de transferência de calor, o ar é um dos mais utilizados devido a sua abundância, conveniência e porque seu controle no aquecimento do alimento não apresenta maiores problemas, pois não é necessário nenhum sistema de recuperação de umidade como é o caso de outros gases. O ar conduz calor ao produto provocando a evaporação da água, sendo também o veículo do vapor úmido liberado do alimento. A velocidade do ar é também uma dependente da natureza do produto, a velocidade mais conveniente é variável conforme o tipo de desidratador e pode variar de 90 a 300 m/min. A velocidade de evaporação da água no produto, além da velocidade do ar, é diretamente proporcional à área superficial e porosidade do produto.



**FIGURA 03:** Esquema ilustrativo de um Spray Dryer  
 Fonte: [http://www.almil.de/images/spray\\_eng.jpg](http://www.almil.de/images/spray_eng.jpg)

O mesmo autor classifica os tipos de desidratadores em adiabáticos e de transferência de calor por superfície sólida. Os desidratadores do tipo *spray dryer* ou atomizadores se encaixam no primeiro tipo, no qual o calor é conduzido por meio de ar quente. Esse grupo inclui também os secadores de cabine, túnel, leito fluidizado, fornos, *flash dryer*, *puff dryer* e *foam mat dryer*. Ele ainda descreve os atomizadores como equipamentos nos quais a secagem se faz por pulverização em processo contínuo e nos quais um líquido ou pasta é transformado em produto seco, caracterizando-se pelo tempo de secagem relativamente mais curto que nos outros secadores. O processo consiste basicamente na atomização do líquido em um compartimento que recebe um fluxo de ar quente. A rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas, de maneira que a alta temperatura do ar de secagem não afete demasiadamente o produto. O *spray dryer* é utilizado na indústria alimentícia para elaboração de leite em pó, café solúvel, sucos de frutas desidratados, entre outros.

Segundo o autor, a desidratação por atomização está baseada em quatro fases:

- Atomização do líquido;
- Contato do líquido com o ar quente;
- Evaporação da água;
- Separação do produto em pó do ar de secagem.

Domingues et al., (2002) dizem que uma desidratação por atomização quando bem conduzida gera um produto de maior valor nutritivo, estável e também versátil em sua utilização, podendo ser utilizado como aromatizante, corante, edulcorante, vitaminas, minerais, acidulantes e temperos em formulações alimentícias.

### **3.3 Perdas de vitamina C em decorrência da tecnologia empregada**

Alguns estudos foram realizados visando determinar as perdas das concentrações de ácido ascórbico durante vários tipos de processamento e tempo de armazenamento:

Bayma et al., (1994) analisaram a estabilidade da vitamina C em polpa de mamão acidificada com ácido cítrico submetida à pré-aquecimento à temperatura de 90°C por três minutos e acondicionada em frascos de vidro submetidos a dois tipos de tratamentos: (1) à baixa temperatura (resfriamento em água corrente e armazenamento a 18°C) e (2) à alta temperatura (Banho Maria a 100°C, por vinte minutos, resfriamento e armazenamento a 28°C). O tratamento à baixa temperatura apresentou a menor perda de vitamina C (6,64%), se comparado ao de alta temperatura (14,21%).

Tavares et al., (2000) estudaram a estabilidade da vitamina C em polpas de acerolas submetidas a diferentes processos. Após a extração da polpa por esmagamento manual sobre peneira de *nylon*, aplicaram-se os seguintes tratamentos: (a) Exposição à temperatura ambiente (26°C) por 60 minutos, (b) Agitação por 10 minutos em liquidificador, (c) Fervura sob refluxo por 10 minutos, (d) Pasteurização (aquecimento a 70°C por 20 minutos e resfriamento imediato a 5°C). Concluindo-se que os teores de vitamina C da polpa antes e após a agitação por dez minutos em liquidificador e a pasteurização promoveram um decréscimo de apenas 1,32 %, demonstrando a estabilidade nestes processos. Na fervura sob refluxo por 10 minutos houve redução de 5,29 % e na polpa exposta à temperatura ambiente por 60 minutos apresentou uma redução média de 10,44 %, demonstrando uma instabilidade diante destes processos.

Campelo et al., (1998) estudando estabilidade da vitamina C em polpas de acerolas congeladas por um período de 12 meses constataram que houve uma maior perda nas polpas submetidas a tratamento térmico durante 1 segundo a 85°C, perda essa de 43,94% em relação à perda de 38,04% das polpas que não sofreram o tratamento, sendo que esta temperatura não foi eficaz para a total inativação da enzima ácido ascórbico oxidase para a preservação da vitamina C.

Almeida et al., (2007) concluíram que os aumentos da temperatura e da velocidade do ar de secagem contribuem para a redução no conteúdo de ácido ascórbico da acerola durante a secagem. A temperatura de 50°C e velocidade do ar de secagem de 1,0 m.s<sup>-1</sup> são as condições em que se verifica menor redução no conteúdo desta vitamina.

## 4 Materiais e métodos

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da Fundação Veritas localizado na Universidade do Sagrado Coração em Bauru - SP.

### 4.1 Materiais

Os frutos de acerola foram colhidos manualmente de aceroleiras da região da cidade de Bauru - São Paulo. Foi utilizada uma mistura de cultivos de acerola com grau de maturação variáveis, os quais foram classificados como verdes e avermelhados com base na cor superficial dos frutos. Também foram utilizadas polpas industrializadas do fruto adquiridas em supermercados da mesma região e foram analisados ainda extratos secos da polpa da fruta obtidos através de desidratação por *spray dryer* por uma indústria de insumos alimentícios da região de Botucatu-SP.

Todas as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e se encontraram congeladas em *freezer* a -18°C durante 60 dias e foram descongeladas conforme necessidade das análises, com exceção dos extratos secos que foram armazenados em sacos plásticos e mantidos a temperatura ambiente não tomando cuidados para manter ao abrigo da luz.

Foram utilizadas amostras de aproximadamente 50mg para o extrato seco comercial, 2g para as polpas comerciais e 2g para os sucos obtidos diretamente da fruta. Os sucos das frutas foram obtidos por esmagamento manual através de uma peneira de *nylon* tomando-se o cuidado de obter-se um suco com o menor teor de polpa possível.

### 4.2 Método de Determinação do Ácido Ascórbico.

Foi empregado o método do iodato de potássio para a determinação da vitamina C, pois o teor esperado para este tipo de fruta era alto (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

Nesta metodologia utiliza-se o caráter redutor do ácido ascórbico para quantificar através da reação, em meio ácido, com o iodo, como é mostrado na figura 04.

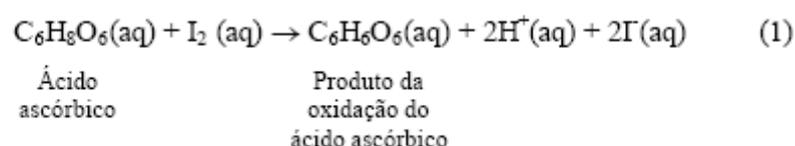


Figura 04 – Esquema da reação entre o ácido ascórbico e o iodo.  
Fonte: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

O iodo formado a partir do iodato reage com o ácido ascórbico formando  $I^-$ , uma espécie incolor. Quando todo o ácido tiver sido consumido, o iodo formado permanece em solução conferindo-lhe uma coloração acastanhada. Para aumentar a intensidade da cor adiciona-se uma solução de amido que forma com o  $I_2$  uma substância de cor azul escura muito intensa.

#### *4.2.1 Reagentes*

Os reagentes analíticos para a determinação da vitamina C foram preparados conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz, 2005.

Solução de ácido sulfúrico a 20%, v/v

Solução de iodeto de potássio a 10%, m/v

Solução de amido a 1%, m/v

Solução de iodato de potássio 0,02 M – secou-se 5g de iodato de potássio em estufa a 110°C e esfriou-se. Pesou-se 3,5668g, e foi transferida para um balão volumétrico de 1000mL e completou-se com água.

Uma solução padrão de vitamina C foi preparada na concentração 20 mg.L<sup>-1</sup> e foi empregada como padrão para o acompanhamento das dosagens.

#### *4.2.2 Procedimento*

A massa de amostra pré estabelecida foi transferida para um erlenmeyer de 200mL com 50mL de água. Foi adicionado 10mL de ácido sulfúrico a 20%. Homogeneizamos. Adicionamos 1mL de solução de iodeto de potássio a 10% e 1mL de solução de amido a 1%. Titulamos com iodato de potássio até coloração azul.

#### *4.2.3 Cálculo*

Feito a partir do resultado obtido com a solução padrão de vitamina C, empregando-se a mesma metodologia. O resultado do padrão foi utilizado como base comparativa para a quantificação das amostras.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve perdas no teor de vitamina C em todas as amostras durante o período de armazenamento do estudo (TABELA 04), contudo, cada amostra apresentou uma porcentagem de decréscimo diferente, tendo relevância o tipo de armazenamento, a embalagem, tipo de amostra e estágio de maturação.

**TABELA 04:** Estabilidade da Vitamina C em 60 dias de estudo para diferentes produtos e tecnologias de armazenamento utilizadas.

Tipos de Tecnologias Empregadas	Amostras	Concentração de Vit. C em função do tempo			% de perda em 60 dias
		Tempo 0	30 dias	60 dias	
polpas comerciais congeladas	nº1	305,99	205,45	186,44	39,07
	nº2	641,86	563,14	491,52	23,42
Fruta <i>in natura</i> congelada	nº1 Verde	1425,82	1376,78	1357,30	4,805
	nº2 Verde	998,18	963,84	905,69	9,265
	nº1 Madura	1234,30	964,60	746,24	39,541
	nº2 Madura	635,29	496,46	426,92	32,798
Extrato Seco comercial	nº1	9073,27	7856,21	7260,17	19,982
	nº2	10732,28	9294,91	8856,38	17,479
	nº3	9704,28	9096,67	8284,59	14,629

### 5.1 Frutos *in natura*

Os frutos *in natura* apresentaram teor de vitamina C variável conforme o estágio de maturação e diferenças de amostras (TABELA 05). Houve um decréscimo de 4,80 e 9,27% do teor de vitamina C para os frutos verdes e 39,54 e 32,80 % para os frutos maduros congelados a -18°C durante 60 dias.

**Tabela 05:** Teores de Vitamina C (em mg / 100g) das frutas *in natura* em diferentes estágios de maturação e estabilidade durante 60 dias congeladas a -18°C.

Amostras	Concentração de Vitamina C em diferentes estágios de maturação					
	Verde			Madura		
	Tempo 0	30 dias	60 dias	Tempo 0	30 dias	60 dias
1	1.425,82	1376,78	1357,3	1234,3	964,6	746,24
2	998,18	963,84	905,69	635,29	496,46	426,92

Os resultados confirmaram as expectativas da diferença de concentração para os diferentes estágios de maturação, mas foram inferiores aos encontrados por Nogueira et al., (2002) onde tiveram valores de 2.626,00 e 2.732,70 mg/100 mL em sucos de frutos verdes, fato este que pode ser explicado pela diferença de material genético dos frutos, época da colheita e método de cultivo; Assis et al., (2001) encontraram valores de 2.424 mg/100g e Batista et al., (2000) relataram teores de 2.738 mg/100g.

Já os valores obtidos nos frutos maduros foram superiores aos relatados por Batista et al., (2000) onde tiveram valores de 887mg/100g; Assis et al., (2001) revelaram valores de 957 mg/100g e inferiores aos encontrados por Nogueira et al., (2002) onde encontraram 1.561,74 mg/100 mL de suco de frutos durante a maturação.

A estabilidade da vitamina C foi maior nos frutos verdes em relação aos frutos maduros. Para os frutos maduros as porcentagens de perdas encontrada por Yamashita (2003) foram de 43% e 19% em acerolas armazenadas a -12 e -18°C, respectivamente, por um período de quatro meses.

Oliveira et al., (1999) relatam que sólidos solúveis totais em °Brix (SST) são usados como índice dos açúcares totais em frutos indicando o grau de maturidade e são constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas. Eles também constataram que há uma diferença no teor de SST das amostras nos diferentes estágios de maturação e Yamashita (2003) verificou que esse valor decresce com o tempo de armazenamento dos frutos pela conseqüente incorporação de água durante a maturação do fruto, fato este que faz com que acelere a reação de degradação da vitamina C em frutos maduros.

O aumento no teor de água dentro dos frutos maduros faz com que durante o congelamento lento dos frutos, o qual foi usado no presente estudo, proporcionasse maior dano às suas estruturas, este efeito ajuda na degradação da vitamina C e expõe os polifenóis à vitamina C. MONTGOMERY (1991) revela que esta substância colabora com a degradação do ácido ascórbico por seu caráter altamente oxidativo, causando degradação de coloração de frutos de vegetais. O ácido ascórbico como um forte antioxidante, entraria nas reações com os polifenóis sendo utilizado como um protetor ao escurecimento em frutas e verduras.

Nos frutos verdes a alta estabilidade se deve a pouca concentração de água em seu interior, representado pelo alto teor de Sólidos Solúveis Totais reportados por autores já citados, por sua resistência mecânica, evitando degradação do fruto e conseqüentemente do nutriente estudado.

## 5.2 Polpas de Acerolas Congeladas

As polpas comerciais congeladas mostraram perdas de 39,07% para a amostra 1 e de 23,42 % para a amostra 2 no período de 60 dias (TABELA 06). A data de fabricação das amostras segundo o fabricante é de 19/12/07 e de 04/02/08, fato que colabora para os baixos teores de vitamina C encontrados no início das análises.

Os resultados das perdas foram superiores aos encontrados por Yamashita (2003) que constataram perdas de 3% para polpas pasteurizadas congeladas a -12 e -18°C; Agostini-Costa (2003) encontraram redução de 14% em 12 meses de armazenamento de polpas congeladas; Lima et al., (2003) mostram redução de 3,4 a 23,6% em um período de 6 meses de armazenamento e Campelo et al., (1998) obtiveram redução de 38,04% de polpas não pasteurizadas armazenadas por um período de 12 meses, sendo que também realizaram uma pasteurização em polpa do fruto a uma temperatura de 85°C durante 1 segundo e obtiveram perdas de 43,94% da vitamina C durante o armazenamento por 12 meses, mostrando que o tempo empregado neste processo de pasteurização não foi suficiente para desativar a enzima ácido ascórbico oxidase.

Segundo dados do fabricante as polpas comerciais passam por um processo de refinamento e logo após são submetidas a um processo de pasteurização onde é empregada uma temperatura de 85 a 90 °C por aproximadamente 72 segundos. Onde supostamente pode não ter promovido degradação da enzima, isolada por Asenjo (1960) que é um agravante para aumentar as perdas do nutriente em polpas congeladas. Tavares et al., (2000) estudaram o efeito da pasteurização da polpa de acerola com aquecimento a 70°C por 20 minutos e resfriamento imediato a 5°C não promovendo perdas do nutriente neste processo.

**TABELA 06:** Teores de Vitamina C nas amostras de polpas comerciais e sua estabilidade durante 60 dias de armazenamento sob temperatura de -18°C.

Amostras	Concentração de Vitamina C (mg / 100 g)		
	Tempo 0	30 dias	60 dias
1	305,992*	205,45	186,44
2	641,861*	563,14	491,52

\* As concentrações iniciais das polpas são inferiores ao reportados na literatura por autores já citados, contudo não é relevante, pois as análises foram executadas após um longo tempo depois de sua produção, o que explica os baixos valores encontrados no início do teste.

As diferenças de resultados se devem às diferentes matérias-primas utilizadas para a produção da polpa, métodos de produção e estocagem do produto após a produção, uma vez que a vitamina C pode variar sua estabilidade frente a esses vários fatores.

### 5.3 Polpas de Acerolas Desidratadas

Os extratos secos comerciais obtidos pela desidratação das polpas por *spray dryer* apresentaram perdas de 19,98, 17,48 e 14,63% para as amostras 1, 2 e 3 respectivamente (TABELA 07). Perdas maiores do que as obtidas por Soares et al., (2001) onde tiveram decréscimo de 5,02% no teor de vitamina C em pós de acerola obtidos pelo processo de desidratação “foam mat” armazenados por 3 meses. Os autores afirmam que se torna relevante a possibilidade de que as condições de embalagem tenham contribuído para o aumento progressivo da umidade, pois os sacos plásticos utilizados para embalar as amostras deste estudo podem não ter isolado corretamente da umidade fato que colabora com a degradação do nutriente em questão.

**TABELA 07:** Concentração de Vitamina C em extratos secos comerciais e estabilidade durante 60 dias armazenados em sacos plásticos à temperatura ambiente

Amostras	Concentração de Vitamina C (mg / 100 g)		
	Tempo 0	30 dias	60 dias
1	9073,267	7856,21	7260,17
2	10732,283	9294,91	8856,38
3	9704,280	9096,67	8284,59

Silva et al., (2005) estudando estabilidade do ácido ascórbico em polpas de umbu-cajá desidratadas armazenadas em 2 tipos de embalagens, de polietileno e laminada, constataram que a estabilidade do nutriente não foi afetada pelo tipo de embalagem.

Gomes et al., (2004) verificaram a estabilidade da vitamina C em polpas de acerola em pó obtidas por desidratação em leito de jorro, embaladas em sacos de polietileno e armazenadas durante 60 dias em temperatura ambiente obtendo 29,72% de perdas do nutriente e um aumento de 51,31% na umidade durante o período do estudo.

A resolução RDC nº40 de março de 2001 da Agência Nacional de Segurança Sanitária (ANVISA) prevê que a rotulagem nutricional passa a ser obrigatória para alimentos e bebidas embaladas e que as vitaminas somente serão declaradas quando estiverem presentes com valores de pelo menos 5% da ingestão diária recomendada (IDR) por porção, sendo aceita

pelo mesmo órgão uma variação de no máximo 20% do valor especificado no rótulo.

O estudo da estabilidade de nutrientes como a vitamina C é de suma importância visando à adequação de métodos de produção e de armazenamento que possibilitem maior estabilidade dos nutrientes agregando maior valor nutricional ao produto e conseqüentemente maior vida de prateleira e menor prejuízo a consumidores e produtores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho concluiu-se que:

- A concentração de Vitamina C em frutos de acerola verde é maior em relação aos frutos maduros e que a estabilidade do nutriente nos frutos imaturos foi em média 30% maior que os frutos maduros.
- Os extratos secos comerciais mostraram estabilidade maior da vitamina C em relação às polpas comerciais e em relação aos frutos *in natura* maduros, mas mostraram menor estabilidade frente aos frutos verdes.
- As polpas comerciais apresentaram uma degradação de vitamina C diferente das reportadas pela literatura, o que pode ser explicado pelo tempo e temperatura de pasteurização efetuado pelo fabricante que pode não ter sido suficiente para inativar a enzima ácido ascórbico oxidase e pelo aumento da umidade que colabora com a degradação do nutriente.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.
- ALMEIDA, C. et al. Degradação do ácido ascórbico da acerola submetido a diferentes condições de secagem. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2, 2007, Bananeira **Anais...** Bananeiras, dezembro, 2007.
- ARAÚJO, P. et al.  $\beta$ -Caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conversava por congelamento durante 12 meses. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 27, n. 1, p. 104-107, 2007.
- ASENJO, C. F.; MOSCOSO, C. G. Ascorbic acid content and other characteristics of the West Indian Cherry. **Food Research**, v. 15, p. 103-106, 1950.
- ASENJO, C. F.; PENALOZA, A.; MEDINA, P. Characterization of ascorbase present in the fruit of the *Malpighia puniceifolia* L. **Federation of American Societies for Experimental Biology**. Federation Proceedings, Bethesda, v. 19, n. 1, p. 1, 1960.
- ASSIS, S. A. ; LIMA, D. C. ; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chem.**, v. 74, p. 133-137, 2001.
- BARUFFALDI, R., OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, p. 301, 1998.
- BATISTA, M. S.; FIGUEIREDO, R. M.; QUEIROZ, A. J. Parâmetros físicos e químicos da acerola (*Malpighia puniceifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.
- BAYMA, et al. Processamento e estabilidade da polpa do mamão (*Carica papaya*, L) - Cultivar solo, preservado a alta e baixa temperatura. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba - PR, v. 12, n. 2, p. 109-116, 1994..
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Vitaminas. In: \_\_\_\_\_. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995. cap. 5, p. 163-169.
- BRASIL. Resolução – RDC nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, Brasil.
- CAMPELO, E. C. et al. Teores de vitamina "C" em polpas de acerola (*malpighia glabra* L.) congeladas. **Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment.** v. 16, n. 1, p. 107-13, 1998.
- CHAVES, M. C. et al. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

- DOMINGUES, A. M. et al. Caracterização das propriedades físicas do suco de abacaxi (*Ananas comosus*.) em pó desidratado por spray dryer otimizado através da análise de superfície de resposta. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002.
- DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. Ed. Sarvier, 1998. P. 403
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed., p. 602, 2006.
- GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo, Nobel, 1978.
- \_\_\_\_\_. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 6º ed., São Paulo, Nobel, 1984.
- GOMES, P. M.; FIGUEIREDO, R. M.; QUEIROZ, A. J. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-167, 2002.
- \_\_\_\_\_. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 3, p. 284-389, 2004.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - **Normas analíticas**: métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 3 ed., São Paulo, 2005.
- ITOO, S.; AIBA, M.; ISHIHATA, K. Ascorbic acid content in acerola fruit from different production regions and degrees of maturity, and stability during processing. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, v. 37, n. 9, p. 726-729, 1990.
- LIMA, V. L. A. et al. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D. C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.
- MAIA, G. A. et al. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 1, p. 130-134, 2007.
- MATSUURA, F. C. et al. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-603, 2001.
- MONTGOMERY, M. W. Enzimas importantes no processamento de alimentos In: IADEROZA M.; BALDINI, V. L. S. **Enzimas e a Qualidade de Vegetais Procesados**. Campinas. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL (Manual Técnico), p. 23-36, 1991.
- NAKASONE, N. Y.; YAMANTE, G. M.; MIYASHITA, R. K. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. **Agricultural Experiment Station**, Hawaii, v. 65, p. 119, 1968.
- NOGUEIRA, R. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p. 463-470, 2002.

O PODER de cura de vitaminas, minerais & outros suplementos; [Tradução: Claudia Araújo et al.] – Rio de Janeiro: Reader's Digest Livros, 2001.

OLIVEIRA, M. E. B. de. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

SANTOS, A. R. et al. Qualidade pós-colheita de acerola para processamento, em função de estádios de maturação e condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 365-371, dez. 1999.

SILVA, J. J. Fatores que afetam o conteúdo do ácido ascórbico da acerola (*Malpighia glabra* L.). In: Cadernos de Agricultura, 1, 1994, São Luís. **Anais...** São Luis: Secretaria Municipal de Produção e Abastecimento, 1994, p. 23.

SILVA, R. N. et al. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1179-1184, 2005.

SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. **Agronômica Ceres**. São Paulo, p. 477-485, 1971.

SOARES E. C. et al. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "FOAM-MAT". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.21, n.2, p. 164-170, 2001.

TAVARES, J. T. et al. Estabilidade do ácido ascórbico em polpa de acerola submetida a diferentes tratamentos. **MAGISTRA**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, 2000.

VANNUCHI, H. A.; JORDÃO JUNIOR. Vitaminas hidrossolúveis, In: J. E. DUTRA DE OLIVEIRA & J. S. MARCHINI. **Ciências Nutricionais**. São Paulo, Sarvier, p. 191-208, 1999.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit, (*malpighia punicifolia* stages of maturity). **Food Chemistry**, v. 71, p. 195-198, 2000.

YAMASHITA, F. Produtos de acerola: Estudo da estabilidade vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.