UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SUELANE MEDEIROS MOURA

ESTABILIDADE DE ACEROLA EM PÓ ORIUNDA DE CULTIVO ORGÂNICO

FORTALEZA - CE

2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

SUELANE MEDEIROS MOURA

ESTABILIDADE DE ACEROLA EM PÓ ORIUNDA DE CULTIVO ORGÂNICO

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de atuação: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Co-orientadora: Profª Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant

FORTALEZA - CE

2010

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, deste que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Suelane Medeiros Moura

Suelane Medeiros Moura

M884e Moura, Suelane Medeiros
Estabilidade de acerola em pó oriunda de cultivo orgânico / Suelane Medeiros Moura, 2010.
112 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Co-orientadora: Profa. Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

1. Acerola. 2. Produtos orgânicos. 3. Acerola em pó. I. Figueiredo, Raimundo Wilane de (orient.). II. Constant, Patrícia Beltrão Lessa. III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

CDD 664

SUELANE MEDEIROS MOURA

ESTABILIDADE DE ACEROLA EM PÓ ORIUNDA DE CULTIVO ORGÂNICO

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Dissertação aprovada em: 20 / 02 / 2010

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Orientador

Profª Drª. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Co-orientadora

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia
Membro

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Membro

Profª. Drª. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo
Membro

Dedico este trabalho de pesquisa a Deus por tudo que tem proporcionado em minha vida pela presença sempre constante, guiando-me, fortalecendo-me; a minha família que apesar de todas as dificuldades esteve ao meu lado ajudando a enfrentar as barreiras, e aos meus avós maternos (*in memorian*).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos conceder o Dom da vida e abençoar minha caminhada.

Aos meus pais, Suêly Medeiros Moura, Francisco Gilberto de Moura e irmão Mauro Aguiar Medeiros Neto por estarem sempre presentes nos momentos de alegrias e de dificuldades, por toda a educação e ensinamentos, acreditando em minha capacidade e princípios. Como também aos meus avôs maternos *(in memorian)* Maria Eurides Lima Medeiros e Mauro Aguiar Medeiros.

Ao Alexandre por estar ao meu lado ao longo desses anos, pela cumplicidade, confiança e incentivo em todos os momentos.

A Universidade Federal do Ceará, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo e a minha co-orientadora Profª. Drª. Patrícia Beltrão Lessa Constant pela orientação, incentivo e amizade demonstrados em cada etapa desse trabalho.

Ao professor Dr. Geraldo Arraes Maia pelos ensinamentos e apoio durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa pelos ensinamentos, paciência, ajuda incansável durante o mestrado.

A Profª. Drª. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo por gentilmente ter aceitado participar da banca de defesa da dissertação.

A Profª Drª. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo e as bolsistas do laboratório de Microbiologia de Alimentos pela realização das análises microbiológicas.

Ao Secretário do Mestrado Paulo Mendes, pela ajuda e paciência no decorrer do curso.

Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela competência, pelos ensinamentos e colaboração durante o curso de graduação e mestrado.

Ao CNPq por viabilizar meus estudos, através de concessão da bolsa de estudo.

Ao Engenheiro Químico Wilson Rocha Silveira pela colaboração de grande importância nessa pesquisa.

A Nutrilite/Amway pelo pó de acerola cedido para realização da pesquisa.

Aos amigos que fiz durante a vida, especialmente Laura, João, Daniele Freire, Virgínia, Priscila, Cristiane Morgado e Maria Augusta.

Aos companheiros do laboratório de Frutos e Hortaliças, Alaís, Alessandra, Aline, Ana Valquíria, Cinthia, David, Denise, Eliardo, Fátima, Geirla, Giovana, Hilda, Jerusa, Jorgiane, Larissa, Leônia, Nara, Natália, Omar, Rafaela, Thiago, Talita, Virlane, pelo carinho, companhia, dedicação, amizade, companheirismo, presteza, risadas, piadas, apoio e ajuda durante as análises no decorrer da pesquisa e também pela paciência durante esse tempo que passamos juntos. Em especial a Alessandra, Denise, Geirla e Thiago pelos conselhos, por estarem ao meu lado em momentos difíceis e/ou ajudando nas análises.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela convivência e companheirismo.

Aos antigos companheiros de laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita de Frutas Tropicais da Embrapa Agroindústria Tropical, Adriana, Adriano, Alan, Ana Carolina, Anteneide, Carol, Coremas, Cynthia, Daniel, Delane, Dijauma, Deuzenir, Ebenezer, Farley, Isabel, Josefranci, Jôse Kitty, Jalmi, Juliana, Kellina, Kelma, Larissa, Marcela, Márcia Régia, Maurício, Melissa, Ovídio, Paula, Paolo, Rafaela, Rafaele, Railene Herica, Robson, Roseane, Socorro, Vlayrton, Wedja, por terem participado do meu crescimento acadêmico e pela amizade. Especialmente, Ana Carolina, Kellina e José Luís Mosca.

A todos que participaram de forma direta ou indireta e que engrandeceram de alguma forma meu trabalho.

"Não cruze os braços diante de uma dificuldade, pois o maior homem do mundo morreu de braços abertos!"

Bob Marley

RESUMO

A acerola é uma fruta tropical, com alto teor de ácido ascórbico e apresenta compostos com atividade antioxidante, portanto, o desenvolvimento de novos produtos a partir da acerola verde, como um pó que possa ser utilizado como suplemento alimentar, enriquecido em ácido ascórbico, em quantidades compatíveis com a dose mínima diária exigida pelo organismo, tem sido desenvolvido devido à alta procura por uma alimentação saudável. Esta pesquisa objetivou avaliar a estabilidade físico-química, química e microbiológica do pó de acerola orgânica verde durante o armazenamento de 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C, afim de que esse produto tenha boa qualidade, tempo de comercialização relativamente longo e um mínimo de alterações, visando a sua inclusão na alimentação como fator de proteção da saúde. Os frutos oriundos de cultivo orgânico foram colhidos, manualmente, no estádio verde, acondicionados em caixas plásticas e transportados para a unidade industrial de uma empresa processadora de frutas tropicais orgânicas. Após obtenção do produto, as amostras foram levadas imediatamente ao Laboratório de Frutas e Hortaliças e ao de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/UFC em Fortaleza, CE, onde foram armazenadas a temperatura de 20 ± 2 °C e tiveram início os devidos procedimentos analíticos. A avaliação da estabilidade durante o armazenamento de 360 dias de acerola orgânica verde em pó permitiu observar alterações dos parâmetros: sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, ácido ascórbico, antocianina total, clorofila total, atividade antioxidante total equivalente ao Trolox, atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais, luminosidade (L*), coordenada a*. Os parâmetros pH, relação SS/AT, atividade de água, umidade, granulometria e coordenadas de cor b*, chroma (c*) e ângulo Hue (h*) mantiveram-se constante no mesmo período. Em todas as etapas dos experimentos os resultados microbiológicos foram satisfatórios. Foi observado que o pó de acerola orgânica verde tinha elevados valores de atividade antioxidante total equivalente ao Trolox, e de atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico, além de elevado teor em ácido ascórbico e conteúdo de polifenóis extraíveis totais durante o armazenamento por 360 dias, que apesar da redução observada nesses parâmetros ao longo do armazenamento mantiveram-se elevados durante o período analisado. Portanto, a partir destes resultados, pode-se concluir que a acerola orgânica em pó tem características de alimento funcional e seus compostos bioativos apresentaram boa estabilidade ao longo do tempo nas condições de armazenamento testadas, podendo ser utilizada como ingrediente funcional em diferentes alimentos.

Palavras-chave: Acerola, desidratação, pó, produtos orgânicos, estabilidade.

ABSTRACT

Acerola is a tropical fruit, in high ascorbic acid content and presents compounds with antioxidant activity, therefore, the development of new products from green acerola, as a powder that can be used as dietary supplement, enriched with ascorbic acid in quantities compatible with the minimum dosage required by the body, has been developed due to the high demand for healthy nutrition. This study aims to evaluate the physical and chemical stability, chemical and microbiological organic green acerola powder during storage of 360 days at 20 ± 2 ° C, so the product has good quality, long shelf life and minimum alteration, aiming the inclusion of this product in the human nutrition as a factor of health care. The fruits from organic cultivation were collected, manually, in the green stage, packed in plastic boxes and transported for processing in a company plant that processes organic tropical fruits. After the fruits processing, the samples were taken immediately to the Laboratory of Fruits and Vegetables and Food Microbiology of the DTA/CCA/UFC in Fortaleza – CE where they were stored at 20 ± 2 °C and the appropriate analytical procedures started. The evaluation of the stability during the storage of 360 days of the organic green acerola powder allowed to observe the changes of the parameters such as: soluble solids, acidity, total soluble sugars, reducing sugars, ascorbic acid content, total anthocyanins, total chlorophyll, total antioxidant activity equivalent to Trolox, total antioxidant activity equivalent ascorbic acid, total extractable polyphenols, lightness (L*), a* coordinated. The parameters pH, SS/TA, water activity, humidity, size of particles and color coordinates b*, chroma (c*), Hue angle (h*) were constant in the same period. At all stages of the experiments the microbiological results were satisfactory. It was observed that the organic acerola powder green had high levels of total antioxidant activity equivalent to Trolox, and total antioxidant activity equivalent ascorbic acid, addiction a high ascorbic acid content and total extractable polyphenols during storage for 360 days, that despite the reduction observed in these parameters over the storage, still remained high during the period analyzed. Therefore, from these results, it can be concluded that the organic acerola powder have characteristics of functional food and their bioactive compounds showed good stability over time in the storage conditions tested and it can be used as functional ingredient in different foods.

Keywords: Acerola, dehydration, powder, organic product, storage stability.

LISTA DE FIGURAS

		Pág
FIGURA 1	Principais pólos frutícolas do Brasil.....	19
FIGURA 2	Estágios de secagem na câmara e ciclone.....	43
FIGURA 3	Localização geográfica do Município de Ubajara-CE. Altitude: 847m, Latitude: 3º51´15"S, Longitude: 40º55´15"W, Temperatura média 20°C.....	44
FIGURA 4	Foto de fruta verde e o pó de acerola.....	45
FIGURA 5	Fluxograma de obtenção do pó de acerola por atomização.....	47
FIGURA 6	Coordenadas do sistema CIE lab de cor.....	51
FIGURA 7	pH do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	56
FIGURA 8	Acidez titulável (% de ácido málico) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	57
FIGURA 9	Conteúdo de sólidos solúveis do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	59
FIGURA 10	Relação sólidos solúveis e acidez titulável do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	60
FIGURA 11	Atividade de água do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	61
FIGURA 12	Umidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	62
FIGURA 13	Granulometria do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	64
FIGURA 14	Conteúdo de açúcares solúveis totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	65
FIGURA 15	Conteúdo de açúcares redutores do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	66
FIGURA 16	Conteúdo de clorofila total do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	67
FIGURA 17	Conteúdo de antocianinas totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	69
FIGURA 18	Luminosidade (L*) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	71
FIGURA 19	Coordenada a* do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	72
FIGURA 20	Coordenada b* do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	74
FIGURA 21	Chroma (c*) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	75
FIGURA 22	Ângulo Hue (h*) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.....	76

FIGURA 23 Conteúdo de ácido ascórbico do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 77
FIGURA 24 Conteúdo de polifenóis extraíveis totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 80
FIGURA 25 Atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 82
FIGURA 26 Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 84

LISTA DE TABELAS

Pág

TABELA 1 Composição química do fruto da acerola em diferentes estádios de maturação..... 20

TABELA 2 Conteúdo de vitamina C em frutos de acerola, oriundos de diferentes países..... 21

TABELA 3 Composição química da polpa de acerola e suco de acerola desidratado..... 22

TABELA 4 Breve comparação entre os dois sistemas..... 30

TABELA 5 Coeficiente de correlação de Person entre a atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC) e ácido ascórbico, antocianinas totais e polifenóis extraíveis totais..... 85

TABELA 6 Contagem de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C, aeróbios e mesófilos, bolores e leveduras e pesquisa de *Salmonella* sp. do estudo de estabilidade do pó de acerola orgânica verde durante 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 87

TABELA 7 Padrão microbiológico para frutas secas e desidratadas ou liofilizadas de 1997..... 88

TABELA 8 Padrão microbiológico para frutas secas e desidratadas ou liofilizadas de 2001..... 88

TABELA 9 Quadrados médios do pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 110

TABELA 10 Quadrados médios do conteúdo de clorofila total, vitamina C, antocianinas, atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC), atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC), polifenóis extraíveis Totais (PET) e atividade de água (Aw) da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 111

TABELA 11 Quadrados médios das coordenadas de cor L*, a*, b*, chroma (c*) e ângulo Hue (h*), umidade e granulometriada da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C..... 112

SUMÁRIO

Pág

RESUMO
ABSTRACT
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
1 INTRODUÇÃO..... 15
2. REVISÃO DE LITERATURA..... 17
2.1 Importância sócio-econômica do cultivo da acerola 17
2.2 Características da acerola..... 19
2.3 Produtos da acerola..... 21
2.4 Estabilidade dos produtos da acerola..... 23
2.5 Sistema de cultivo orgânico..... 25
2.6 Vitamina C..... 31
2.7 Compostos fenólicos totais..... 31
2.8 Atividade antioxidante total..... 33
2.8.1 Métodos de avaliação..... 34
2.9 Secagem (Desidratação)..... 38
3 MATERIAL E MÉTODOS..... 44
3.1 Material..... 44
3.1.1 Origem e localização do pomar..... 44
3.1.2 Colheita do material..... 44
3.2 Processamento do pó de acerola..... 46
3.3 Determinações analíticas..... 48
3.3.1 Sólidos solúveis (SS)..... 48
3.3.2 Acidez titulável (AT)..... 48
3.3.3 SS/AT..... 48
3.3.4 Atividade de água..... 48
3.3.5 pH 49
3.3.6 Umidade..... 49
3.3.7 Granulometria..... 49
3.3.8 Açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR)..... 50
3.3.9 Clorofila total..... 50
3.3.10 Antocianinas totais..... 50
3.3.11 Cor instrumental..... 51
3.3.12 Ácido ascórbico..... 52
3.3.13 Polifenóis extraíveis totais (PET)..... 52
3.3.14 Atividade antioxidante total (TEAC) - Método $ABTS^{+}$..... 53
3.3.15 Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC)..... 53
3.4. Análises microbiológicas..... 54
3.5 Análise estatística..... 54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 55
4.1 Características físico-químicas e químicas..... 55

4.1.1 pH 55
4.1.2 Acidez titulável (AT)..... 57
4.1.3 Sólidos solúveis (SS)..... 58
4.1.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)..... 60
4.1.5 Atividade de água (Aw)..... 61
4.1.6 Umidade..... 62
4.1.7 Granulometria..... 63
4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST)..... 64
4.1.9 Açúcares redutores (AR)..... 66
4.1.10 Clorofila total..... 67
4.1.11 Antocianinas totais..... 69
4.1.12 Cor instrumental..... 70
4.1.13 Ácido ascórbico..... 77
4.1.14 Polifenóis extraíveis totais (PET)..... 80
4.1.15 Atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC)..... 82
4.1.16 Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC)..... 84
4.2 Análise de correlação..... 85
4.3 Análises microbiológicas..... 86
CONCLUSÕES...... 89
REFERÊNCIAS..... 90
APÊNCIDE A..... 110
APÊNDICE B..... 111
APÊNDICE C..... 112

1 INTRODUÇÃO

Com uma extensão territorial de 8.512.965 km² o Brasil produz 43 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país uma grande diversidade de frutas o ano inteiro. Devido a essas características naturais, o Brasil se destaca internacionalmente como grande supridor de frutas frescas e processadas, portanto, é hoje o terceiro maior produtor mundial de frutas, perdendo apenas para China e Índia. (IBRAF, 2009).

Com o aumento da procura por alimentos naturais, percebe-se que a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) *in natura* teve um grande impulso no seu consumo, cujo fator principal é o elevado teor de vitamina C, sendo os países desenvolvidos o principal mercado consumidor no âmbito internacional (MOURA *et al.*, 2007).

Nutricionalmente, a vitamina C desempenha várias funções biológicas como a capacidade de ceder elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante. Nesse sentido dentre suas várias funções encontra-se a de reciclar a vitamina E, ser necessária para a produção e manutenção de colágeno, participando na hidroxilação da prolina. É essencial na oxidação da fenilalanina, da tirosina e na conversão da folacina em ácido tetra-hidrofólico (THFA). Também é necessária na redução do ferro-férrico em ferro-ferroso que ocorre no trato intestinal. Essas características fazem com que, freqüentemente, a vitamina C seja recomendada como suplementação alimentar (TAVARES *et al.,* 2003). Segundo Espín *et al.* (2000), a vitamina C tem papel importante na formação das proteínas, dos colágenos, e principalmente como agente antioxidante. Esta ação minimiza os danos oxidativos causados pelos radicais livres, que estão envolvidos na patogênese de muitas doenças degenerativas como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras. Além desta, a presença de outros compostos com funções antioxidantes a coloca em lugar de destaque entre as frutas. O impacto dos fitoquímicos antioxidantes sobre a saúde poderá ser mais bem entendido a partir do conhecimento de sua origem dietética, de sua concentração nos alimentos que compõem a dieta, de sua natureza química e de sua biodisponibilidade. A determinação do teor de ácido ascórbico, de polifenóis (taninos condensados, flavonóides e flavonóis), e de carotenóides, compostos com reconhecida ação antioxidante em vegetais, constitui um passo de grande importância para este entendimento, além de fornecer dados que permitirão estimar o seu consumo pela população.

A acerola pelo seu inegável potencial como fonte natural de vitamina C e sua grande capacidade de aproveitamento industrial, tem atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões do Brasil (NOGUEIRA *et al.*, 2002). Sendo uma fruta pequena, com sementes relativamente grandes, e muito perecível, seu consumo *in natura* é limitado. No mercado interno, a comercialização da acerola é realizada principalmente na forma de frutos *in natura* ou de polpa congelada, especialmente nos grandes centros urbanos, como o eixo Rio - São Paulo. Além disso, a acerola pode ser comercializada na forma de geléia, xarope, suco integral, sorvete, cápsulas de vitamina, cosméticos, entre outros (CARDOSO *et al.,* 2003).

Com o aumento da preocupação relacionado ao meio ambiente e sua conservação, a agricultura orgânica surge como uma proposta de uso racional do solo, preservando sua biodiversidade, ciclos e atividades biológicas, fazendo manejo adequado do mesmo sem as interferências de produtos químicos que agridam e modifiquem funções estranhas desempenhadas pelo ecossistema. A fruticultura orgânica ainda se encontra bastante incipiente, resultando em oferta irregular de produtos nas prateleiras dos supermercados e nas feiras orgânicas. No entanto, o crescimento do mercado brasileiro para o consumo de produtos orgânicos tem sido significativo, com taxa média anual de 22,5%. Na agricultura orgânica, as frutas ocupam a maior área plantada correspondendo a 11% do total (30 mil hectares) e 3,9% dos produtores (BORGES *et al*., 2003).

O aumento do consumo de produtos naturais provenientes da agricultura orgânica é uma tendência mundial. Atualmente uma empresa norte-americana processadora de frutos, localizada na região norte do estado do Ceará utiliza a acerola proveniente de cultivo orgânico como matéria prima para obtenção de vitamina C em pó, usada como principal ingrediente em suplementos ricos em vitamina C. Este produto é um dos mais comercializados pela empresa em diversos países, contribuindo para a geração de renda no Estado do Ceará.

Diante do exposto essa pesquisa objetivou avaliar a estabilidade físico-química, química e microbiológica do pó de acerola orgânica verde durante o armazenamento por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C, afim de se acompanhar a qualidade desse produto ao longo de sua vida de prateleira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância sócio-econômica do cultivo da acerola

A retração econômica observada nos últimos anos na economia mundial tem proporcionado uma redução nos preços dos principais produtos agropecuários, implicando no decréscimo do mercado internacional em termos de valor comercializado. Por outro lado, em função da mudança dos hábitos alimentares e da redução nas barreiras comerciais, tem-se observado um aumento no consumo de frutas, principalmente na forma *in natura*. Nesse contexto, a fruticultura é um dos setores que apresentam tendência de crescimento.

Devido às condições favoráveis de adaptação da cultura da acerola, o Brasil tornou-se um dos maiores produtores mundiais da fruta. Entretanto, essa planta ainda possui poucas variedades definidas e recomendadas. Isso consiste em um dos principais fatores que, associado ao plantio de mudas obtidas por via sexuada, levam à grande falta de uniformidade (quantitativa e qualitativa) da produção brasileira de acerola (MATSUURA *et al.*, 2001; MOURA *et al.*, 2007).

No Brasil, a aceroleira foi introduzida pelo Estado de Pernambuco (1956) através da Professora Maria Celene Cardoso de Almeida, da Universidade Federal de Pernambuco, que trouxe as sementes de Porto Rico. Apesar de estar presente no País por muitos anos, o interesse comercial por essa cultura teve inicio em 1990, quando se tornou conhecimento do potencial dessa fruta para o mercado externo, em especial para o Japonês. Os principais países que produzem comercialmente a acerola são: Brasil, Porto Rico, Cuba e Estados Unidos. Existem também registros de produção na Venezuela, Colômbia, em ilhas do Caribe e em países asiáticos, como filipinas e Vietnã. (BLISKA; LEITE, 1995; SILVEIRA, 2007).

A partir do início da década de 90 uma super oferta de acerola vem justificando estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir da mesma, que, na maioria das vezes, concentra na fruta *in natura* e na polpa as suas maiores formas de consumo (OLIVEIRA, *et al.*, 2003).

Recomendações dietéticas para uma alimentação saudável incluem o consumo de sucos de frutas, em parte, pela presença de vitamina C, um eficiente antioxidante natural que reduz a velocidade de iniciação ou previne a propagação de radicais livres, além de compostos

fenólicos e carotenóides, que também apresentam potencial antioxidante (GARDNER *et al.,* 2000).

Soares *et al.* (2001) citam que, a grande produção de acerola justifica estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria prima, como um pó que possa ser utilizado como suplemento alimentar, enriquecido com vitamina C, em quantidades compatíveis com a dose mínima diária exigida pelo organismo, podendo este ser produzido a partir de frutos verdes, pois estes têm maior teor de vitamina C quando comparado aos frutos maduros. Alves e Menezes (1995) relatam que os frutos são destinados à fabricação de produtos em pó, cápsulas, concentrados para enriquecimento de outros alimentos, estes podem ser colhidos no início da maturação, verde, verde amarelado ou até início da pigmentação vermelha, onde o teor de vitamina C é a característica mais importante.

Embora a acerola tenha sido introduzida no país na década de 50, somente no início dos anos 80 seu cultivo começou a ser feito em escala comercial e no final da década de 90 o nordeste brasileiro se destacou como a região de maior produção. Nesta região há uma variação na escala referente ao cultivo da acerola, que segundo Souza *et al.* (1999), ocorre porque as condições existentes nos diversos pólos de irrigação do Nordeste permitem que se produzam frutos de excelente qualidade durante quase todo ano, principalmente no período em que os mercados internacionais europeu, asiático e americano estão desabastecidos dos frutos. Com essa demanda crescente do mercado externo, a aceroleira ganhou "status" de pomar comercial no Brasil, onde existem alguns plantios comerciais de pequenos e médios portes instalados e outros em fase de implantação.

Um aspecto de grande importância na fruticultura é a sua relevância social, visto que tanto os cultivos extensivos, como os intensivos, exigem a presença constante do agricultor nas áreas de cultivo e requerem mão de obra em grande escala; além de se tratar de uma atividade agrícola que propicia a fixação do homem no campo. Em se tratando de culturas como a aceroleira, é de se esperar que haja atividade o ano quase todo, pois esta espécie produz de quatro a seis safras anuais (SOUZA *et al.,* 2006).

O Nordeste possui muitas condições favoráveis à fruticultura como disponibilidade de mão-de-obra, projetos de irrigação públicos e no semi-árido, clima que propicia baixa incidência de doenças e produção de frutas com qualidade de exportação, sendo a região nordestina responsável por cerca da metade das exportações de frutas brasileiras (Figura 1). O Nordeste produz durante todo o ano, mas somente em certos períodos (contra estação no hemisfério norte) é competitivo e tem acesso ao mercado exterior. A produção que deixa de ser embarcada em certos períodos pode ser absorvida pelos mercados

do Sul e Sudeste do Brasil (SOUSA, 2006). Os Estados que se destacam na região são: Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e o Estado do Ceará (PAIVA *et al.,* 2003; FREIRE *et al.,* 2007).

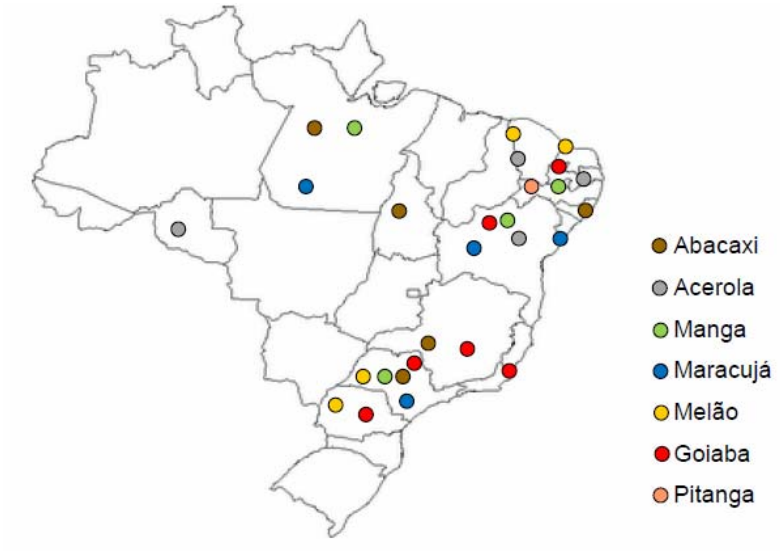

Figura 1 - Principais regiões produtoras de frutas tropicais
Fonte: Prado (2009)

2.2 Características da acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma planta proveniente da América Central que tem sido largamente cultivada na América do Sul, incluindo o Brasil, devido às boas adaptações ao clima e solo (VENDRAMINI; TRUGO, 2000). Esta fruta também é conhecida como Cereja da Antilhas (ARAÚJO; MINAMI, 2002).

A acerola, o fruto da aceroleira, é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e peso. Nela, o epicarpo (casca externa) é uma película fina; o mesocarpo ou polpa representa 70 a 80% do peso total do fruto e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado. Cada caroço pode conter no seu interior uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovóide, com dois cotilédones (ALMEIDA *et al.*, 2002). Dependendo do estágio de maturação e fertilização do solo pode apresentar coloração verde suave, amarelo-alaranjado ou vermelho escuro brilhante. Após ser coletado da planta, o fruto *in natura* possui curto período de vida

prateleira, dois a três dias, caso estocado a temperatura ambiente (VENDRAMINI; TRUGO, 2000).

A acerola é um fruto climatérico, com um elevado pico da taxa respiratória (900 mL CO_2 $kg^{-1}h^{-1}$), mas com uma baixa taxa no pico de produção de etileno (3 µL C_2H_4 $kg^{-1}h^{-1}$), o que está de acordo com sua alta perecibilidade (CARRINGTON; KING, 2002).

A qualidade sensorial e a composição química da acerola podem ser afetadas severamente em função da época da colheita, período de armazenamento, condições ambientais e estádio de maturação, além dos fatores genéticos influenciando desde a cor do fruto ao teor de vitamina C (VENDRAMINI; TRUGO, 2000; KONRAD *et al.*, 2002)

O teor de vitamina C e outras características atribuídas à qualidade da acerola, tais como coloração, peso e tamanho dos frutos, teor de sólidos solúveis e pH do suco, além de serem afetadas pela desuniformidade genética dos pomares, sofrem influência de vários outros fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e a ocorrência de pragas e doenças (NOGUEIRA *et al.*, 2002).

Têm sido observadas grandes variações nas características das acerolas estudadas em diferentes regiões (SEMENSATO; PEREIRA, 2000).

De acordo com Cerezal-Mezquita e García-Vigoa (2000), a acerola, além de ser reconhecida pelo teor em vitamina C, é também uma excelente fonte de bioflavonóides, proporcionando uma elevada atividade antioxidante.

Vendramini e Trugo (2000) fizeram a caracterização da composição química do fruto de acerola para os três diferentes estádios de maturação do fruto (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química do fruto da acerola em diferentes estádios de maturação (VENDRAMINI; TRUGO, 2000).

Constituintes	**Estádios 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 (%)	9,1	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	-

Na Tabela 2 pode-se observar o teor de ácido ascórbico em frutos de acerola produzidos em diversas localizações geográficas. Os resultados destoantes de frutos oriundos da Guatemala devem-se, possivelmente, a altitude onde os pomares estão localizados.

Tabela 2 - Conteúdo de vitamina C em frutos de acerola, oriundos de diferentes países (RIGHETTO, 2003).

País de origem dos frutos	Espécie botânica	Vit C (mg/100g) *	Fonte bibliográfica
Porto Rico	M. puncifolia	2247	Asenjo e Gusmán (1946)
Cuba	M. glabra	956	Luiz *et al.* (1946)
Flórida	M. puncifolia	1317	Mustard (1946)
Venezuela	M. puncifolia	1130	Jaffe *et al.* (1950)
Guatemala	M. glabra	15	Munsell *et al.* (1950a)
Guatemala	M. glabra	16	Munsell *et al.* (1950b)
México	M. puncifolia	2520	Cravioto (1951)
México	M. glabra	125	Cravioto *et al.* (1951)
Brasil	M. glabra	560 – 1540	Leme Jr. (1951)
Guatemala	M. glabra	26	Gusmán (1953)
Guiana Francesa	M. puncifolia	1759	Floch e Gelard (1955)
México	M. puncifolia	1900	Massien *et al.* (1955)
Haiti	M. puncifolia	1180	Asenjo (1956)
Colômbia	M. puncifolia	1100	Asenjo e Santmaria (s.d.)
Havaí	M. puncifolia	1945	Fitting e Miller (1958)
Brasil	M. glabra	1570	Brune *et al.* (1966)
Queensland	M. glabra	1625	Brown (1967)
Brasil	M. puncifolia	1975	Fonseca *et al.* (1969)
Brasil	M. puncifolia	1050	Leme Jr. *et al.* (1973)
Brasil	M. emarginata	1021 - 1822	Alves (1993)

* Vitamina C determinada na polpa de frutos parcialmente maduros.

2.3 Produtos da acerola

Segundo Carvalho *et al.* (2000), não se acredita no potencial de comercialização da fruta fresca, mas no processamento e conservação da polpa de acerola.

A acerola apresenta potencial para industrialização, uma vez que pode ser consumida sob forma de compotas, geléias, utilizada no enriquecimento de sucos e de alimentos dietéticos, comprimidos ou cápsulas de vitamina C, empregados como suplemento alimentar, chás, bebidas para esportistas, barras nutritivas e iogurtes (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al.*, 2002). Também é consumida na forma de suco (integral, concentrado, liofilizado), licor, *soft drink*, bombons, goma de mascar, néctares, purê, sorvetes, cobertura de biscoitos, refrigerantes, etc. (CARVALHO *et al.*, 2000). Barnabé e Venturini Filho (2004) desenvolveram formulações de refrigerantes, com elevado teor de vitamina C, a partir desta fruta.

De acordo com a legislação vigente, no Brasil comercializa-se o suco tropical de acerola, uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução em água potável, da polpa da

acerola, por meio de processo tecnológico adequado. Devendo este suco ser conservado por meios físicos adequados ou por meio de conservadores químicos autorizados para sucos de frutas. Podendo essa bebida apresentar-se com características de suco adoçado, o qual pode ter declarado no rótulo a expressão "suco pronto para beber", enquanto quando caracterizada como suco não adoçado, este deve ser diluído e adoçado antes do consumo, de acordo com as recomendações do fabricante (BRASIL, 2003a).

Soares *et al.* (2001) estudaram a desidratação da polpa de acerola. A polpa foi formulada e 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 3).

Tabela 3 - Composição química da polpa de acerola e suco de acerola desidratado (SOARES *et al.*, 2001).

Constituintes	Polpa de Acerola		Suco de Acerola desidratado	
	Média	Desvio	Média	Desvio
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
Lipídios (%)	0,21	0,04	4,18	0,78

As pesquisas comprovam os benefícios da acerola para a saúde. Foi observado que o consumo de suco de acerola (500 mg de vitamina C) durante 20 dias foi satisfatório para a normalização dos níveis séricos de vitamina C em idosos (ARANHA *et al.*, 2004), aumento significativo nos níveis séricos médios de vitamina C e de hemoglobina em crianças com anemia, suplementadas com suco de acerola, sendo sugerida a inclusão da acerola em programas de alimentação para populações de alto risco para a anemia (COSTA *et al.*, 2001), regulação do crescimento de células anormais na fase de promoção da tumorigenesis pulmonar em ratos, como resultado da supressão da fase de iniciação, no processo da auto-oxidação (NAGAMINE *et al.*, 2002).

Os agricultores japoneses conseguiram colocar no mercado local um suco claro de acerola que vendem como refresco, com o argumento de que este possui "vitaminas naturais". Na França, a acerola é utilizada como ingrediente para enriquecer sucos de laranja e iogurtes. Esses produtos estão posicionados como alimentos para manutenção e melhoria da saúde. Os alemães, principais consumidores europeus, consomem acerola como ingrediente às

marmeladas e geléias, que comercializam em lojas de produtos dietéticos (CARVALHO, 2000). No Brasil, também é utilizada para enriquecimento de sucos.

2.4 Estabilidade dos produtos de acerola

De acordo com Mori (2004) o estudo da estabilidade de um produto ou tempo de comercialização de produtos alimentícios consiste em submeter várias amostras a uma série de testes e examiná-las durante um período de tempo até o limite de aceitação. São observadas as alterações na qualidade do produto e o tempo que ele leva para se deteriorar até o limite que o torna impróprio para o consumo. A identificação dos atributos que se alteram e a definição quantitativa desse atributo são maneiras de monitorar a perda de qualidade durante o armazenamento.

A estabilidade de um alimento pode ser mantida por um determinado período de tempo pelo controle das interações químicas e das ações enzimáticas e de microrganismos que comprometem a qualidade do produto, por causarem alterações sensoriais, microbiológicas e nutricionais indesejáveis. Diante disso, vários estudos têm sido direcionados à avaliação da estabilidade dos produtos de acerola a fim de indicarem possíveis correções nas técnicas de processamento atualmente empregadas, bem como promoverem o desenvolvimento de novos produtos.

Os agentes físicos e químicos que afetam a estabilidade dos nutrientes são praticamente os mesmos, tanto no processamento, como durante o armazenamento do produto. Quando o processamento ocorre de forma adequada, as perdas em geral são pequenas e a retenção de nutrientes depende basicamente das condições e tempo de estocagem e comercialização (SILVA, 2007).

Segundo Padula (2002), a inaceitabilidade de um produto pode estar relacionada com diversos aspectos, dentre eles: a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações na aparência, cor, odor, sabor e textura do alimento, perda do valor nutricional e contaminação de metais ou monômeros provenientes da embalagem. Segundo Freitas (2004), as principais alterações bioquímicas ocorridas durante o processamento e armazenamento de frutos são relacionadas à ação de enzimas, escurecimento enzimático ou não enzimático e a oxidação e degradação de pigmentos.

Podem-se controlar as reações oxidativas causadas por enzimas pela remoção do oxigênio, pelo emprego de inibidores como dióxido de enxofre, pelo uso de antioxidantes, tais como ácido ascórbico e ácido cítrico e pelo tratamento térmico do produto (PERERA; BALDIWIN, 2001).

Durante o processamento e armazenamento dos produtos de acerola há perdas de ácido ascórbico, variando de acordo com o processo e equipamentos utilizados (MATSUURA *et al.,* 2002). No entanto, mesmo após o processamento da acerola, os produtos ainda retêm um alto conteúdo de vitamina C, desde que a matéria prima utilizada seja rica nessa vitamina. De acordo com Aguirre *et al.* (2000), suco de acerola desidratado acondicionado em embalagem aluminizada e estocado sob condições ambientes apresentou boa estabilidade quanto à cor e ao teor de vitamina C. Após seis meses as perdas verificadas para as ambas características foram da ordem de 10%.

A degradação oxidativa da vitamina C ocorre tanto em condições anaeróbias quanto aeróbias. O primeiro caso é caracterizado pela oxidação do ácido ascórbico sendo formado o ácido dehidroascórbico, que então é irreversivelmente convertido a ácido 2,3-dicetogulônico, um composto sem atividade vitamínica. Posteriormente, o ácido 2,3-dicetogulônico tende a sofrer descarboxilação, e essa reação promove a formação de furfural e CO_2. Em condições aeróbicas, a oxidação da vitamina C também leva á formação de furaldeídos, que facilmente sofrem polimerização, produzindo pigmentos escuros (LEE; KADER, 2000).

Alterações de causas físicas, químicas e microbiológicas são determinantes para a deterioração dos alimentos. Durante a estocagem e distribuição, os alimentos estão expostos a várias condições ambientais tais como temperatura, umidade, oxigênio e luz, que podem deflagrar as reações que levam à sua degradação. No limite, esses produtos podem estar alterados ao ponto de serem rejeitados pelos consumidores ou de representar um perigo para a saúde. Nos estudos de vida de prateleira, torna-se importante medir a variação de um dado atributo de qualidade, que seja especial para o apelo comercial de um determinado produto. Por exemplo, o teor vitamínico de um alimento pode ser invalidado, dependendo do grau de sua perda durante a estocagem (WOLKOFF, 2004).

Pimentel *et al.* (2001) avaliaram a influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola e concluíram que após seis meses de armazenamento houve uma perda de vitamina C da ordem de 14,93% no produto congelado, de 28,97% no submetido ao tratamento térmico e de 33,77% no preservado quimicamente. Os autores ressaltaram que o melhor método de preservação empregado em relação à retenção da vitamina C foi o

congelamento, mas devido ao alto teor de ácido ascórbico presente inicialmente na polpa (1.437,78 mg/g), consideram que os outros dois métodos empregados foram satisfatórios quanto à retenção de vitamina C.

Pitombo e Cantelmo (2000) estudaram os efeitos do armazenamento em diferentes umidades relativas e temperatura sobre os compostos voláteis e vitamina C no suco de acerola liofilizado. O conteúdo de vitamina C diminuiu com o aumento da temperatura e da atividade de água. Para a atividade de água a partir de 0,7 a perda de vitamina C é mais acentuada. O aumento da umidade foi mais determinante do que o aumento da temperatura para a perda de compostos voláteis.

Freitas *et al*. (2006), avaliando a estabilidade de sucos de acerola obtido por processo *hot fill* armazenados por 350 dias, observaram que houve uma redução de 45,12% no conteúdo de ácido ascórbico. No entanto, o produto ainda apresentou excelente fonte de vitamina, suprindo em 220% a mais do que o recomendado para ingestão diária que é de 45 mg para adultos de acordo com a Resolução RDC nº 269, de 22/09/2005. (BRASIL 2005a). Já em estudos de estabilidade de ácido ascórbico em produtos de acerola armazenados sob congelamento por quatro meses, Yamashita *et al*. (2003) observaram que tanto o tipo de processamento quanto a temperatura de armazenagem influenciam na estabilidade do ácido ascórbico.

O controle da temperatura é relevante para a preservação da qualidade dos alimentos, uma vez que seu aumento está diretamente relacionado com o aumento da velocidade das reações de deterioração, principalmente atividade enzimática, escurecimento não enzimático e as reações de oxidação (SARANTÓPOULOS *et al.,* 2001).

2.5 Sistema de cultivo orgânico

Impactos ambientais têm sido negativos devido ao uso da agricultura química, quando comparados ao sistema orgânico de produção. A agricultura química além de causar danos ambientais, também causa danos aos produtores, como também a saúde dos consumidores. Segundo Mader *et al.* (2002), em comparação com o sistema de cultivo convencional, o sistema orgânico apresenta o potencial de melhorar a qualidade do solo.

A agricultura orgânica surgiu de trabalhos do pesquisador Sir Albert Howard, entre as décadas de 20 a 40 na Índia. Sua base mestra é a manutenção da fertilidade do solo e

da sanidade geral das plantas e animais pela adubação orgânica, diversificação e rotação de culturas. Suas principais características são: uso da reciclagem de resíduos sólidos; uso de adubos verdes e restos de culturas; uso de rochas minerais; uso de manejo e controle biológico de insetos, mantendo a sanidade e fertilidade do solo para suprir as plantas de nutrientes e controlar os insetos-pragas, moléstias e ervas invasoras. Exclui o emprego de compostos sintéticos como fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos alimentares, no caso dos animais (AGRORGANICA, 2010).

O desafio de hoje é garantir a segurança alimentar, por meio de alimentos saudáveis e o fornecimento dos insumos necessários para a economia, de forma socialmente justa, sem comprometer o meio ambiente nem as gerações futuras. Esse comprometimento promoveu o amplo desenvolvimento da agricultura orgânica, acontecendo de forma muito intensa em outras partes do mundo, principalmente na União Européia. O Brasil não conseguiu ainda apresentar esta tendência, tendo apenas 0,24% de sua área sob este sistema produtivo (MAZOLLENI; NOGUEIRA, 2006).

Visando aliar qualidade de produtos alimentícios com preservação ambiental, têm-se desenvolvido a agricultura orgânica, que tem como princípio básico à manutenção da ciclagem de nutrientes e o equilíbrio biológico no sistema produtivo por meio da aplicação de matéria orgânica de origem vegetal e animal, substituindo a utilização de adubos industrializados usados no sistema convencional (CHITARRA; CHITARRA, 2005; OLIVEIRA *et al*., 2007).

A produção e o consumo brasileiros de alimentos orgânicos, incluindo as frutas, representam menos de 1% da agropecuária brasileira, porém tem mostrado expansão. A demanda internacional por produtos orgânicos cresce, aproximadamente, 25% ao ano, e os principais compradores são europeus, americanos e japoneses (BORGES *et al.,* 2006).

Entre os segmentos agrícolas, a agricultura orgânica vem despontando em diversas partes do mundo. No que concerne a evolução da área sob manejo orgânico certificada na América Latina e Caribe, o destaque de crescimento é para Argentina (2,8 milhões de hectares) e Brasil (1,8 milhões de hectares). Com suas vastas terras de pastagem, a Austrália continua a representar a maior área de superfície orgânica certificada, com 12 milhões de hectares plantados. A maior porção de área sob manejo da agricultura orgânica está na Oceania (37,6%), seguido pela Europa (24,1%) e América Latina (19,9%). Em termos de terras certificadas sob manejo orgânico, como proporção da área agrícola nacional, os países alpinos, como a Áustria (13,4%) e Suíça (11%), estão no topo das estatísticas. O mercado global para produtos orgânicos atingiu um valor de mais de 46 bilhões de dólares em

2007, com a grande maioria dos produtos consumidos na América do Norte e Europa. (WILLER; KILCHER, 2009).

No Brasil, o sistema orgânico de produção está regulamentado pelo Decreto n° 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003 que contém normas disciplinares para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade dos produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. De acordo com a referida Lei, sistema orgânico de produção agropecuária é definido como todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo à sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003b).

Para receber a denominação de produto orgânico, a unidade de produção precisa ser analisada e avaliada segundo as normas das instituições certificadoras. Além das questões relativas à cultura, o cultivo orgânico necessita atender adequadamente aos aspectos ambientais e sociais, ou seja, fornecer as condições adequadas aos trabalhadores da propriedade, cumprir a legislação sanitária e ambiental e dar destino adequado ao lixo produzido (BORGES *et al.,* 2006).

Tanto os alimentos provenientes do sistema orgânico de produção quanto os provenientes do sistema convencional de produção precisam estar de acordo com os mesmos padrões de qualidade e segurança. O alimento orgânico é diferente do convencional apenas na maneira como ele é plantado, manuseado e/ou processado.

Os consumidores frequentemente citam a preocupação com a saúde como a principal motivação para consumir alimentos orgânicos. A possível ausência de agrotóxicos é apontada como o principal atributo destes alimentos. Considerando-se a proibição da aplicação de pesticidas químicos sintéticos no sistema orgânico de produção, seria razoável assumir que alimentos produzidos organicamente, em geral, contenham menores níveis de resíduos de pesticidas do que aqueles produzidos convencionalmente (BOURN, 2003).

Pesquisadores do Instituto Biodinâmico (IBD, 2010) relatam que em estudos realizados em Londres diferenças estatisticamente significativas em favor dos orgânicos.

Verificaram mais nitrogênio nos convencionais, quando se sabe que isso pode significar ameaça à saúde, por causa do potencial carcinogênico de compostos nitrogenados, como a nitrosamina.

Segundo pesquisadores do mesmo Instituto estudos realizados por um grupo de cientistas reunidos pelo *The Organic Center* (TOC) mostram diferenças significativas em favor dos orgânicos, em duas classes críticas de nutrientes: polifenóis e conteúdo total de antioxidantes, como também foram encontrados níveis de 11 nutrientes em alimentos orgânicos superiores, em média, em 25% em relação aos convencionais.

Há um mercado potencial para os produtos orgânicos, uma vez que existe resistência de uma parcela da população em manter a aquisição e consumo de alguns alimentos convencionais, como tomate, morango e batata, cujo cultivo reconhecidamente envolve o emprego de substanciais quantidades de adubos sintéticos e pesticidas (PENTEADO, 2000).

A produção orgânica brasileira exportável (certificada) é bastante diversificada, sobretudo no que se refere aos produtos *in natura*. Segundo a Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex), em 2004, o valor dos produtos orgânicos exportados foi de U$ 115 milhões. O destino mais importante para estes produtos foi América do Norte (51%), seguido da Europa (46%). O valor total das importações realizadas pelo Brasil é desconhecido. Sabe-se, no entanto, que os produtos importados consistem de sementes e azeite de oliva da Itália, vinagre do Paraguai e arroz da Argentina. Para melhorar as exportações há problemas ainda a serem resolvidos. Esses problemas estão principalmente relacionados ao custo da certificação, às perdas na classificação, ao financiamento das estruturas de estocagem e às embalagens adequadas para a exportação (BRASIL, 2007).

Segundo Borges *et al.* (2005), existem pomares de frutas certificados em 16 estados da Federação: Bahia (abacaxi, açaí, acerola, banana, cajá, caju, ciriguela, graviola, laranja, limão, mamão, manga, mangaba, maracujá, melancia, melão, morango, uva); Ceará (abacaxi, acerola, caju, goiaba, maracujá, melão); Espírito Santo (banana, caju, limão, mamão, manga, maracujá); Goiás (goiaba); Maranhão (acerola, banana, cajá, goiaba, jaca, manga, maracujá); Minas Gerais (acerola, ameixa, atemóia – Annona cherimola Mill. x Annona squamosa L., banana, figo, goiaba, laranja, lichia – Litchi chinensis Sonn., limão, manga, maracujá, morango, nectarina, pêssego, tangerina, uva); Paraíba (manga); Pernambuco (abacate, banana, cajá, caju, ingá – Inga spp, jaca, laranja, manga, pitomba – Eugenia luschnathiana Berg, uva); Piauí (caju); Paraná (abacate, acerola, amora, atemóia, caqui, carambola, figo, goiaba, laranja, lichia, limão, manga, maracujá, marmelo, mexerica,

morango, pera, pêssego, uva); Rio de Janeiro (acerola, banana, lichia, limão); Rio Grande do Norte (abacaxi, acerola, banana, caju, graviola, laranja, mamão, pitanga); Rio Grande do Sul (citros); Santa Catarina (amora, banana, caqui, goiaba, kiwi, laranja, maçã, maracujá, mexerica, morango, nectarina – Prunus pérsica L., pera, pêssego, tangerina, uva); Sergipe (abacate, abacaxi, banana, carambola, citros, goiaba, graviola, jabuticaba); São Paulo (abacate, acerola, banana, caqui, fruteiras certificadas). Na Região Sul, os Estados do Paraná e Santa Catarina apresentam maior expressão para a diversificação da fruticultura orgânica.

A exportação para o mercado europeu, americano e japonês fez com que grupos de produtores africanos se unissem, produzindo principalmente: café, algodão, cacau, maçã, banana, mel, frutas secas, vegetais, baunilha, ervas, abacate, óleo de oliva, açúcar, castanha, caju, chá, óleo de palma, coco e especiarias. Uganda e Tanzânia destacam-se na exportação de vegetais e frutas tropicais frescas, frutas secas, café, chá, algodão, especiarias, dentre outros (WILLER; YUSSEF, 2004).

Segundo AGRORGÂNICA (2010), o sistema de cultivo orgânico tem como vantagem em relação ao sistema de cultivo convencional:

- Os produtos orgânicos são 100% saudáveis e mais nutritivos;
- Possibilitam aos consumidores uma alimentação livre de agrotóxicos;
- Os produtos orgânicos possuem sabor mais intenso;
- Os legumes, hortaliças e frutas orgânicas têm coloração mais forte, são mais saborosos e preservam seu valor nutricional inalterado, sendo que estudos preliminares mostram que frutas e hortaliças orgânicas contêm 2,5 vezes mais minerais que as produzidas artificialmente;
- Nos produtos orgânicos industrializados não são utilizados conservantes nem aromatizantes artificiais, possibilitando um sabor realmente natural;
- A utilização de produtos orgânicos ajuda a reduzir o número de 1 milhão/ano de agricultores com saúde prejudicada pelo contato com pesticidas em todo o mundo;
- A cultura de produtos orgânicos promove maior relação entre a terra e o agricultor, valorizando o trabalhador do campo, além de garantir contratação de mão-de-obra durante o ano todo, mesmo em entre-safras em função de plantação de outras culturas como forma de controle biológico;
- A agricultura orgânica contribui para um futuro melhor, pois preserva os ecossistemas naturais garantindo a biodiversidade e a recuperação dos solos;

- Os pesticidas, herbicidas, fungicidas e outros químicos artificiais infiltram-se nos lençóis freáticos. A utilização de produtos orgânicos ajuda a proteger a qualidade da água no planeta.

A Tabela 4 compara os dois sistemas de agricultura, mostrando as vantagens de um sistema saudável como o orgânico e sua contribuição à preservação do meio ambiente.

Agricultura convencional	Agricultura orgânica
Objetivo do manejo – a planta	Objetivo do manejo – o solo
Monocultura – uso unilateral do solo	Policultivo – diversificação do uso do solo e plantas
Manejo baseado em 16 nutrientes (N, P, K...)	Manejo baseado em 52 nutrientes - + micronutrientes
Antibiose – eliminar os problemas por meio da "cidas"	Probiose – equilibrar os problemas por meio de probióticos (vida controlando a vida)
Aumento da quantidade de minerais solúveis	Aumento dos minerais na forma protéica (bactérias, fungos, actinomicetos,proteína).
Acréscimo gradual de adubos químicos e agrotóxicos	Acréscimo gradual de adubos orgânicos
Indução de resistência nos patógenos (doenças)	Enfraquecimento gradual na virulência de doenças
Produtos com baixo tempo de comercialização	Produtos com alto tempo de comercialização
Menos sabor e aroma	Maior sabor e aroma
Nutrição humana incompleta	Nutrição humana completa
Produz à medida que degrada o meio ambiente	Produz à medida que recupera e mantém a saúde do solo e ecossistema
Produção quantitativa	Produção qualitativa
Não há controle de qualidade e origem	A certificação orgânica implica em controle da qualidade dos produtos

Tabela 4 - Breve comparação entre os dois sistemas (FRUTAL, 2001).

Bourn e Prescot (2003) relatam que os estudos disponíveis se concentram em quatro tipos básicos de comparação: 1) a análise química de alimento orgânico e convencional adquiridos no comércio; 2) o efeito da fertilização na qualidade nutricional das culturas; 3) a análise dos alimentos orgânicos e convencionais provenientes de propriedades conduzidas orgânica e convencionalmente e 4) o efeito da ingestão dos alimentos orgânicos e convencionais sobre a saúde humana ou animal. Segundo os mesmos autores, com exceção do conteúdo de nitratos e teor de matéria seca superiores, não há nenhuma evidência forte que alimentos orgânicos e convencionais diferem significativamente em concentrações da maioria dos nutrientes pesquisados.

O que se observa, de forma geral, é uma tendência à redução do teor de nitratos e ao aumento no teor de vitamina C de alimentos produzidos organicamente (WILLIAMS, 2002).

2.6 Vitamina C

Há uma grande variação no teor desta vitamina na composição da acerola. No caso da vitamina C, este fato é comum tanto em outras frutas quanto em hortaliças e geralmente está associado a fatores como: grau de maturação, influência ambiental, tais como as condições do solo, clima, regime pluvial, entre outros fatores pré e pós-colheita.

Esta vitamina atua como um excelente antioxidante sobre os radicais livres na fase aquosa, embora não seja capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que essa vitamina na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como molécula pró-oxidante e gerar os radicais livres H_2O_2 e OH^-. Porém, estes metais estão presentes em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997). Efeito semelhante ocorre em frutos muito ricos nessa vitamina como é o caso da acerola (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006).

O ácido ascórbico é um potente antioxidante com capacidade para eliminar muitas diferentes espécies reativas de oxigênio além de manter o α-tocoferol no estado reduzido e atuar como cofator de numero de enzimas para manter os íons metálicos no estado reduzido (ARRIGONI; DE TULLIO, 2002). De acordo com Maia *et al.* (2007), a vitamina C possui múltiplas funções nos animais destacando-se seu papel na produção e manutenção do colágeno, cicatrização, redução na suscetibilidade a infecções, na formação dos dentes e ossos, na absorção do ferro e prevenção do escorbuto.

Segundo Aldrigue *et al.* (2002) o ácido ascórbico tem função muito importante devido a sua ação fortemente redutora. É largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além do emprego como conservante, o ácido ascórbico é utilizado pelo enriquecimento de alimentos ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento.

2.7 Compostos fenólicos totais

Diversas pesquisas estimulam o consumo diário de, no mínimo, cinco porções de frutas e hortaliças variadas, pois alegam que a inserção desses alimentos na dieta promove melhora na saúde, devido ao seu potencial nutritivo e presença de fitoquímicos, muitos deles

desempenhando funções biológicas, com destaque para os que possuem ação antioxidante (USDA, 2009).

As frutas, reconhecidas fontes de vitaminas, minerais e fibras, são alimentos nutricionalmente importantes da dieta. No entanto, nos últimos anos, maior atenção tem sido dada a estes alimentos uma vez que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os polifenóis ou compostos fenólicos (MARTINEZ-VALVERDE *et al.,* 2000; KAUR, KAPOOR, 2002).

Os compostos fenólicos ou polifenóis encontram-se largamente em plantas e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina (ANGELO; JORGE, 2007). Esses compostos são de considerável importância fisiológica e morfológica, em plantas, participando no crescimento e reprodução dos vegetais, promovendo proteção contra patógenos e predadores além de contribuírem para a qualidade sensorial de frutos e vegetais (cor, adstringência e aroma) e seu equilíbrio oxidativo (BALASUNDRAM *et al.*, 2006; ANGELO; JORGE, 2007). Estão presentes na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídios) e proteínas. Quimicamente são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxilícos, incluindo seus grupos funcionais (MALACRIDA; MOTTA, 2005).

Heim *et al.* (2002) afirmam que os compostos fenólicos são ao maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos fazendo destes uma fonte natural de antioxidantes. Entretanto, o conteúdo de compostos fenólicos em alimentos vegetais depende de um número de fatores intrínsecos como gênero, espécie, cultivar e extrínsecos com agronômico, ambiental, manuseio e armazenamento (TOMÁS-BARBERÁN; ESPÍN, 2001).

Entre as frutas, a acerola destaca-se como uma boa fonte de compostos fenólicos, sendo encontradas quantidades consideráveis de alguns deles, como flavonóides (antocianinas, antocianidinas, flavonóis) e ácidos fenólicos, dentre outros compostos (LIMA *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2006).

Em polpa de acerola estudada por Kuskoski *et al.* (2006) foi identificado teor de polifenóis totais ao redor de 580,1 mg/100g. Lima *et al.* (2005) verificaram uma redução nos compostos fenólicos com o decorrer do desenvolvimento e em diferentes épocas do ano. Para os frutos maduros, os mesmos autores encontraram uma variação de 896 a 1.888 mg/100g na

estação seca, enquanto que na estação chuvosa os valores situaram-se na faixa de 737 a 1.653 mg/100g.

2.8 Atividade antioxidante total

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz constantemente radicais livres. Estas moléculas, geradas *in vivo*, reagem com o DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO *et al.*, 2006).

As recomendações de dietas para a vida saudável são unânimes quanto à inclusão ou aumento no consumo de frutas frescas e sucos de frutas, cujos benefícios eram tradicionalmente atribuídos à vitamina C, pela sua função de antioxidante natural, dita como capaz de fortalecer o sistema imunológico e combater radicais livres envolvidos nos processos degenerativos celulares.

O consumo regular de vegetais, em especial de frutas, está associado à prevenção de algumas doenças degenerativas, tendo em vista serem ricas em fitoquímicos, nutrientes ou não, muitos deles com ação antioxidante. Os compostos fenólicos, os carotenóides e o ácido ascórbico, componentes químicos usualmente presentes nestes alimentos, vêm sendo apontados como responsáveis por este efeito protetor em virtude de sua natureza química que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o "stress" oxidativo (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

Pesquisas mostram os efeitos do estádio de maturação sobre a qualidade nutritiva e sensorial, as alterações de cor e textura e os teores de nutrientes como açúcares e vitamina C nas frutas. A composição em fenólicos das frutas e, portanto, suas propriedades antioxidantes podem ser modificadas com a maturação, o que é facilmente percebido pela alteração na propriedade de adstringência. Entretanto, na maioria das frutas, o teor de vitamina C diminui com o amadurecimento.

Os efeitos defensivos dos antioxidantes naturais de frutas e vegetais estão relacionados a três grandes grupos: vitaminas, fenólicos e carotenóides (THAIPONG *et al.*, 2006).

2.8.1 Métodos de avaliação

Diversas metodologias para quantificação de antioxidantes têm sido empregadas em alimentos, como a mensuração da capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC), poder antioxidante de redução do íon férrico (FRAP), a capacidade antioxidante do equivalente Trolox (TEAC), o sistema β-caroteno/ácido linoléico e DPPH, todos baseados em diferentes mecanismos e utilização de diferentes antioxidantes. O método ORAC é considerado preferencial devido a sua relevância biológica através da eficácia *in vivo* (AWIKA *et al.,* 2003). O sistema β-caroteno/ácido linoléico, emprega ácido linoléico, Tween e β-caroteno, avaliando a capacidade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação lipídica do ácido linoléico (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006) e de acordo com Brand-Williams *et al.* (1995), o método do DPPH é baseado na captura do radical DPPH● (2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorbância a 515 nm.

a) Método FRAP

O FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), dentre os métodos em avaliação, é o único que não é baseado na capacidade de captura do radical livre e sim na capacidade de redução do Fe^{3+} em Fe^{2+} (BENZIE; STRAIN, 1996). Em meio ácido, o complexo férrico tripiridiltriazina é reduzido ao ferroso, mudando sua coloração para azul na presença de um antioxidante, causando um aumento da absorbância.

De acordo com Benzie e Strain (1996), no método original, a absorbância é monitorada após quatro minutos, entretanto, Pulido *et al.* (2000) afirmam que este tempo de reação não é completo e sugeriram o monitoramento prolongado após 30 minutos. A absorbância alcançada em um ponto fixo é interpolada em uma curva de calibração e os resultados são expressos em capacidade antioxidante equivalente a 1 mM $FeSO_4$ (ALVES *et al.*, 2006).

b) Método sistema β-caroteno/ácido linoléico

Desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), o sistema β-caroteno/ácido linoléico, emprega ácido linoléico, Tween e β-caroteno, avaliando a capacidade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação lipídica do ácido linoléico (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006). Consiste em um ensaio espectrofotométrico baseado na oxidação (descoloração) do β-caroteno induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoléico. A determinação é realizada a 470nm, na presença e na ausência de um antioxidante.

É um método simples, sensível, mas não específico, pois substâncias oxidantes ou redutoras interferem na determinação (SILVA *et al*., 1999). O ensaio é muito utilizado no intuito de monitorar a separação ou fracionamento de uma determinada amostra a fim de verificar a presença ou não de substâncias antioxidantes nesta. Estudos científicos com produtos naturais e atividade antioxidante geralmente lançam mão deste recurso (RIBEIRO, *et al*., 2002; CARDOSO, *et al*., 2005). A auto-oxidação do ácido linoleico atua como gerador de radicais livres, os quais interagirão com o β-caroteno ocasionando decaimento de sua absorbância. Substâncias antioxidantes impedirão ou retardarão este decaimento (JAYAPRAKASHA*, et al.,* 2007).

Esta metodologia, apesar dos inconvenientes citados, é amplamente usada e como para a execução da mesma não necessita de elevadas temperaturas, permite assim, a determinação do poder antioxidante em produtos termo-sensíveis (SILVA *et al*., 1999).

c) Método DPPH●

O método está baseado na capacidade do DPPH (radical 2,2 - difenil-1-picrilhidrazila) em reagir com doadores de hidrogênio. Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe H^+ sendo então reduzido. Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido a sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH e a amostra, em solução. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH, ou seja, evitar sua oxidação é evidenciada pela porcentagem de DPPH restante no sistema. Então

a porcentagem de DPPH restante é proporcional a concentração de antioxidante (BONDET *et al.,* 1997; SANCHEZ-MORENO, 2002).

De acordo com Brand-Williams *et al*. (1995), o método do DPPH é baseado na captura do radical DPPH● (2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorbância a 515 nm. Este método foi modificado por Sánchez-Moreno *et al*. (1998) para medir os parâmetros cinéticos.

A atividade do anti-radical expressa pelo parâmetro EC_{50} é definida como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH● inicial. Algumas modificações nesse método são necessárias no sentido de adaptá-lo às frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante e o DPPH● depender da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado (ALVES *et al.,* 2006).

d) Método ORAC

O método ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) foi originalmente desenvolvido por Cao *et al.* (1993). Este método, relativamente simples e sensível, mede a capacidade do antioxidante em seqüestrar radicais peroxil que são gerados por uma fonte radicalar, AAPH (2,2-azobis (2-amidinopropano) dihidroclorado), a 37 °C. Neste ensaio, B-ficoeritrina (B-PE), uma proteína isolada de *Porphyridium cruentum*, foi escolhida como a sonda fluorescente. Porém, devido a algumas limitações encontradas na utilização desta sonda (fotosensibilidade, alta variabilidade, entre outras), Ou *et al*. (2001) resolveram utilizar em substituição à B-PE, a Fluoresceína (FL), uma sonda sintética que cobriu as limitações da B-PE, tornando o ensaio mais barato, reprodutivo e robusto ($ORAC_{FL}$). A queda na fluorescência da FL indica a extensão do dano causado pela sua reação com os radicais gerados. O efeito protetor de uma amostra contendo antioxidante é mensurado pelo cálculo da área sob a curva de decaimento da fluorescência da amostra comparando-se com a de uma amostra sem antioxidante presente. O ensaio ORAC permite o monitoramento do tempo e do grau de inibição durante o andamento da reação (CAO, *et al.* 1993; OU *et al*., 2001).

O método, em sua versão atual, permite fornecer informações substanciais sobre a capacidade antioxidante de alimentos, frutas, extratos vegetais e substâncias isoladas (WANG, *et al*., 1996; WANG, *et al.,* 1997; AABY, *et al.,* 2004; WU, *et al.,* 2004; SALVADOR, *et al.,* 2006).

e) Método ABTS●

O ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) é um método baseado na habilidade dos antioxidantes de capturar a longo prazo o cátion $ABTS^+$. Esta captura provoca um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

O ensaio TEAC (Trolox Equivalente Antioxidant Capacity) avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical 2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt ($ABTS^+$), quando comparada com uma quantidade padrão do antioxidante sintético Trolox (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano), um análogo da vitamina E, diferindo desta por ser solúvel em água. A atividade dos compostos testados é expressa em valores de TEAC, que é definido como a concentração de Trolox que possui a mesma atividade que 1 μM da substância antioxidante investigada. Os compostos são considerados ativos quando o seu valor de TEAC é próximo ao da quercetina, flavonóide usado como substância de referência (RE *et al.*, 1999).

O método *in vitro*, ABTS, tem sido amplamente usado para materiais biológicos, compostos puros e extratos de plantas de natureza hidrofílica e lipofílica. O composto cromógeno ABTS apresenta cor azul/verde, é solúvel em água e, quimicamente, estável (ANTOLOVICH, *et al.*, 2002).

Alguns autores têm determinado também, a atividade antioxidante total em equivalente de vitamina C (VEAC), conforme vários trabalhos, a partir do uso de uma curva padrão de ácido ascórbico 1 ppm, como Kuskoski *et al.* (2005) e Toit *et al.* (2001), onde este último cita em seu trabalho que o equivalente de vitamina C é uma unidade mais apropriada para medir antioxidantes em frutas, hortaliças e chás, por esta vitamina ser solúvel em água, assim como os antioxidantes presentes na maioria das frutas. A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo os resultados interpolados na curva padrão de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1 μM de trolox (TEAC) (ALVES *et al.*, 2006).

Como pode ser percebida na descrição de cada método, uma das maiores dificuldades na comparação de resultados é a falta de padronização das metodologias usadas, bem como na apresentação e/ou expressão dos resultados. Apesar disto, os resultados obtidos

por Alves *et al.* (2006) demonstraram ser marcantes para algumas frutas tropicais, como por exemplo, a elevada atividade antioxidante da acerola, independente dos métodos utilizados.

2.9 Secagem (Desidratação)

A desidratação é uma das técnicas mais antigas de preservação de alimentos utilizadas pelo homem (MELONI, 2003). O processo de desidratação não se trata somente da retirada de água de um alimento. Para que seja obtido um alimento desidratado, há necessidade de se preparar o alimento previamente ao processo, por meio de lavagem, corte, branqueamento e outras etapas, que podem, juntamente com a secagem propriamente dita, ser responsáveis por determinadas reações de deteriorações de qualidade, como reações de oxidação (VASQUES *et al.*, 2006). A desidratação, além de ser utilizada como um método de conservação objetiva também o refinamento do alimento, tendo-se como conseqüência a oferta de um novo produto no mercado.

De acordo com Fellows (2006), dentre as diferentes formas de preservação dos alimentos a desidratação é largamente utilizada por permitir uma estabilidade aos alimentos, prolongando sua vida de prateleira ao reduzir a atividade de água, consequentemente, inibindo o crescimento microbiano e a atividade enzimática. Ao reduzir o volume do produto torna-se economicamente uma operação interessante por diminuir custos de transporte e armazenamento.

Segundo Ordóñez (2005), desidratação, secagem, ou dessecação é definida como a extração deliberada e em condições controladas da água que os alimentos contêm e segundo Fellows (2006), desidratação é definida como a aplicação de calor sob condições controladas para remover, por evaporação, a maioria da água normalmente presente em um alimento, ou no caso da liofilização, por sublimação.

Entre os principais objetivos da desidratação (secagem), podem ser citados:

- Aumento do tempo de comercialização dos alimentos;
- Redução do peso e do volume desses alimentos a fim de baratear os custos de transporte e armazenamento;
- Facilitar o uso, como também sua forma de comercialização.

A desidratação além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento, tendo-

se como consequência a instalação de um novo produto no mercado, o que usualmente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (SOARES *et al.*, 2001).

Segundo Fellows (2006), existem diversos métodos para desidratação de alimentos. O método de escolha depende do tipo de alimento a ser desidratado, do nível de qualidade que se deseja obter e de um custo que possa ser justificado.

As melhores condições de secagem para um produto, raramente são as mesmas para outro, por causa das peculiaridades de cada produto.

2.9.1 Tipos de secadores

Segundo Fellows (2006), os tipos de secadores são:

- Secadores de superfície aquecida (ou de contato):

a) Secadores de tambor (secadores de rolo)

Tambores de aço ocos que giram lentamente tem seu interior aquecido por vapor pressurizado entre 120 e 170 °C. Uma fina camada de alimento é espalhada uniformemente sobre a superfície externa por imersão, borrifo ou espalhamento ou, ainda, por meio de rolos auxiliares de alimentação. Antes que o tambor tenha completado uma volta (entre 20 s e 3 min.), o alimento desidratado é raspado com uma espátula que percorre uniformemente toda a largura do tambor.

b) Secadores de esteira ou câmara a vácuo

Uma pasta de alimento é esparramada ou aspergida sobre uma esteira transportadora de aço que passa sobre dois tambores ocos dentro de uma câmara a vácuo a 1 a 70 torr. O alimento é seco pelo primeiro tambor aquecido a vapor e posteriormente pelas serpentinas aquecidas por vapor ou aquecedores radiantes localizados sobre a esteira. O alimento desidratado é resfriado pelo segundo tambor, resfriado com água e removido com uma espátula.

- Secadores a ar quente:

a) Secadores de caixa

Os secadores de caixa são grandes recipientes compridos, retangulares ou cilíndricos, providos de uma base de tela. O ar quente passa através de uma camada de alimento em velocidades relativamente baixas (p. ex., 0,5 m/s por metro quadrado de área de caixa).

b) Secadores de câmara (secadores de bandeja)

Tais secadores consistem em uma câmara com isolamento externo, provida de telas baixas ou bandejas perfuradas, cada uma das quais contém uma fina camada de alimentos (2 a 6 cm de profundidade). O ar quente é soprado a 0,5 a 5 m/s através de um sistema de dutos e chincanas para promover uma distribuição de ar uniforme sobre e/ou através de cada bandeja.

c) Secadores transportadores (secadores de esteira)

Secadores transportadores contínuos têm até 20 m de comprimento e 3 m de largura. O alimento é seco em uma esteira de tela em camadas de 5 a 15 cm de espessura. O fluxo de ar inicialmente é soprado de baixo para cima através do alimento e depois de cima para baixo nos estágios finais, para evitar que o alimento seco seja jogado fora da esteira.

d) Secadores de leito fluidizado

As principais características de um secador de leito fluidizado são um distribuidor para distribuir o ar em uma velocidade uniforme ao redor do leito de material; uma câmara cheia abaixo do distribuidor para produzir uma região homogênea de ar e evitar altas velocidades localizadas; e uma região de descarregamento ou fluxo livre acima do leito para permitir o abate de partículas levantadas pelo ar. Acima do distribuidor, as bandejas de tela contêm uma camada de alimento particulado de até 15 cm de profundidade. O ar quente é soprado através da camada, fazendo com que o alimento fique suspenso no ar e seja

vigorosamente agitado (fluidizado), expondo a máxima área superficial do alimento para a secagem.

e) Secadores de forno

Esses secadores são construções de dois andares nos quais existe uma câmara de secagem com um chão ripado localizado sobre a fornalha. O ar quente e os produtos de combustão da fornalha passam através de uma camada de alimento de até 20 cm de altura.

f) Secadores pneumáticos

Nesse tipo de secadores, alimentos úmidos em pó ou particulados – geralmente com umidade menor que 40% e partículas de tamanho ente 10 a 500 µm – são introduzidos em ductos de metal e suspenso em ar quente.

g) Secadores rotatórios

Um cilindro giratório de metal ligeiramente inclinado (até 5°) possui chincanas internas que fazem com que o alimento tombe, caindo através de um fluxo de ar quente em paralelo ou contracorrente á medida que se movimenta ao longo do secador. A ampla superfície do alimento exposta ao ar produz altas taxas de secagem e um produto desidratado de maneira uniforme.

h) Secagem solar e ao sol

A secagem ao sol é a operação de processamento agrícola mais amplamente utilizada no mundo. Métodos mais sofisticados (secadores solares) coletam a energia solar e aquecem o ar que é utilizado para a secagem. Os secadores solares são classificados em: secadores de circulação natural direta (uma câmara combinada de coleta e secagem); secadores diretos com um coletor separado; e secadores indiretos de convecção forçada (coletor separado e câmara de secagem).

i) Secadores em spray – *spray dryers*

A secagem por atomização (*spray drying)* é uma técnica amplamente utilizada na indústria de alimentos, e sob condições ótimas de transformação foi provado ser um método eficaz para obterem-se muitos produtos que podem apresentar diversas formas, tais como pós, grânulos ou aglomerados, dependendo das propriedades físicas e químicas do material inicial, do projetor do secador e da operação em si (ANDRADE; FLORES, 2004; CANO – CHAUCA, 2005). Uma alternativa para a preservação da acerola é a sua desidratação pelo processo de atomização (*spray drying*) que permite a obtenção de polpa de acerola desidratada (acerola em pó) com elevado teor de vitamina C. (TANAKA, 2007).

A secagem por atomização de alimentos ricos em açúcares tais como sucos, mel e derivados de amido hidrolisado, tem excelente potencial econômico. A transformação desses produtos em pequenas partículas secas resulta em redução de volume e, geralmente, em aumento de tempo de comercialização do produto (CANO – CHAUCA, 2005).

De acordo com Nogueira e Silva (1995) e citado por Silveira (2007), a secagem por ar quente, a temperatura de 150 a 300 ºC, em *spray dryer,* também denominada de atomização, consiste na passagem da emulsão com 40 a 60% de sólidos solúveis através de um atomizador, ou seja, um corpo dotado de furos com pequena espessura girando em alta rotação que provoca a subdivisão da massa líquida em milhões de gotículas formando uma nuvem ou *spray*.

Previamente ao processo de desidratação, realiza-se uma concentração do produto, nesta operação ocorre uma substancial redução de volume por evaporação. Para os alimentos sensíveis ao calor, como o suco de acerola, as condições térmicas em que ocorre a evaporação são fundamentais para qualidade do produto. As condições de pressão, normalmente em vácuo e temperatura são controladas para minimizar o efeito de degradação ao produto, como desenvolvimento de sabores estranhos, escurecimento, perda de nutrientes. São componentes essenciais de um evaporador: Trocador de calor, separador de vapor, condensador e outros acessórios como recuperadores de aroma, por exemplo.

Portanto, o processo de secagem consiste em pulverizar um líquido para dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente que supre o calor necessário à evaporação do solvente (geralmente água), resultando na formação de um pó. A evaporação da água é muito rápida, graças à alta relação área de superfície/volume das gotículas. Com isso, o tempo de exposição das partículas ao calor é curto (geralmente poucos segundos) e a temperatura do núcleo não ultrapassa os 100 °C, o que reduz a ocorrência de alterações

indesejáveis em compostos termossensíveis (DEYMONAZ, 2008), embora alguns compostos de sabor de baixo ponto de ebulição possam ser perdidos. Outra vantagem é que as partículas atomizadas são muito pequenas (geralmente menores que 100 µm), o que o torna altamente solúvel (OLIVEIRA, 2008b).

A câmara de secagem engloba quatro estágios (Figura 2):

Estágio 1 – Formação do *spray*

Estágio 2 – Contato da nuvem com o ar quente

Estágio 3 – Evaporação da umidade

Estágio 4 – Separação do ar com o produto seco

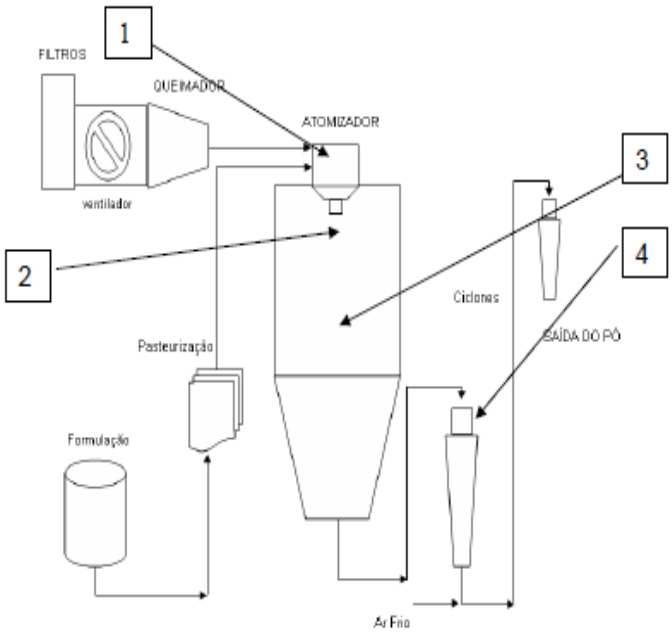

Figura 2 - Estágios de secagem na câmara e ciclone (NOGUEIRA; SILVA, 1995).

De acordo com Fellows (2006) o contato do produto com o ar provoca uma evaporação rápida, de 1 a 10 segundos, e as condições de umidade de saída se baseiam no controle da temperatura de saída do produto da câmara, normalmente de 90 a 100 ºC.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Origem e localização do pomar

O trabalho foi realizado com seis clones de aceroleiras (AC 69, Okinawa-OU, AC 26, AC 71, Apodi-OU e FP 19) provenientes de uma Fazenda de cultivo orgânico localizada na região norte do Estado do Ceará (Figura 3).

Figura 3 - Localização geográfica do Município de Ubajara-CE. Altitude: 847m, Latitude: 3º51´15"S, Longitude: 40º55´15"W, Temperatura média 20°C (Google Earth, 2010).

3.1.2 Colheita do material

Foi utilizada uma amostra composta dos seis clones de frutos de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). Os frutos foram colhidos manualmente (período da colheita Fevereiro de 2009) no estádio verde e transportados imediatamente para processamento em

uma unidade industrial de Processamento de Frutas Orgânicas localizada na região norte do Estado do Ceará. Após obtenção da acerola orgânica verde em pó, as amostras foram imediatamente transportadas ao Laboratório de Frutas e Hortaliças e ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/UFC em Fortaleza, CE, onde foram armazenadas a temperatura de 20 ± 2 °C e dado início os devidos procedimentos analíticos.

A fruta destinada ao processo foi preferencialmente verde (Figura 4), no entanto, devido à dificuldade de se controlar a colheita, adotou-se um percentual limite de aceitação de 20% de frutos maduros para processamento, a fim de que não fosse comprometida a coloração do concentrado final e, conseqüentemente, do extrato em pó de vitamina C.

Figura 4 - Foto de fruta verde e o pó de acerola.
Fonte: Silveira (2007)

3.2 Processamento do pó de acerola

De acordo com o fluxograma da Figura 5, os frutos verdes recepcionados foram pesados, selecionados quanto ao estádio de maturação e desfolhados. Após a retirada das folhas, os frutos foram higienizados (hipoclorito de sódio a 200 mg/L) e selecionados novamente para retirada dos frutos indesejáveis ao processo e realizou-se uma nova pesagem. Em seguida, o material foi desintegrado para a extração do suco em moinho e prensado em prensa tipo rosca sem fim, para menor perda de umidade. Realizou-se um tratamento enzimático com a finalidade de despectinizar e reduzir a viscosidade para um melhor rendimento do processo e facilitar a clarificação. Após o tratamento enzimático realizou-se um tratamento químico para neutralizar os ácidos orgânicos, exceto o ácido ascórbico. Esse tratamento foi realizado com a adição de hidróxido de cálcio, quantidade suficiente para atingir o pH 7,3 a 7,9. Na complementação das etapas de acabamento, o suco ainda impuro, mas com visível separação das fases, sofreu seguidas operações unitárias para clarificação, primeiramente através de um decantador centrífugo e complementado por sistema de ultrafiltração. O suco límpido foi submetido a uma concentração por evaporação pelo equipamento APV (Falling film - 2 efeitos). O suco concentrado final com 32 °Brix foi transferido para um tanque de formulação para adição de maltodextrina. O produto formulado foi pasteurizado a 104 °C, em um trocador de superfície raspada. Em seguida, o suco foi encaminhado ao atomizador e o pó foi peneirado, sendo o material retido na peneira de 42 mesh reincorporado ao processo de formulação. Seguiu-se o envase em sacos aluminizados de 100 g e mantidos a temperatura de 20 ± 2 °C. Os pós de acerola foram avaliados a cada 45 dias durante 360 dias de armazenamento.

RECEPÇÃO
↓
PESAGEM
↓
DESFOLHAMENTO
↓
LAVAGEM EM ÁGUA CORRENTE E IMERSÃO
EM HIPOCLORITO DE SÓDIO A 200 PPM
↓
SELEÇÃO
↓
PESAGEM
↓
DESINTEGRAÇÃO E PRENSAGEM
↓
TRATAMENTO ENZIMÁTICO/CORREÇÃO DE pH
↓
ULTRAFILTRAÇÃO
↓
CONCENTRAÇÃO (32 °Brix)
↓
FORMULAÇÃO INICIAL
↓
CONCENTRAÇÃO
↓
PASTEURIZAÇÃO
↓
DESIDRATAÇÃO (*Spray dryer*)
↓
PENEIRAMENTO
↓
FORMULAÇÃO FINAL
↓
PRODUTO ELABORADO
↓
ENVASE (Sacos aluminizados)
↓
ARMAZENAMENTO (20 ± 2°C)

Figura 5 – Fluxograma de obtenção do pó de acerola por atomização.

3.3 Determinações analíticas

3.3.1 Sólidos solúveis (SS)

Após a filtração da diluição (1:10; pó: água destilada), o valor de sólidos solúveis foi obtido por refratometria medida em °Brix, em refratômetro marca ATAGO N-1, com escala variando de 0 a 32 °Brix, calculando-se a leitura para 20 ºC, segundo Brasil (2005b) e foram feita as devidas correção nos cálculos finais de acordo com a diluição utilizada.

3.3 2 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada pela diluição de 1 g de polpa em 100 mL de água destilada titulando-se a amostra com solução de NaOH 0,1 N recentemente padronizada, usando solução de fenolftaleína como indicador, conforme descrito nas normas do Brasil (2005b). Os resultados foram expressos em grama (g) de ácido cítrico /100 mL de amostra.

3.3.3 SS/AT

A relação SS/AT foi obtida através do quociente entre essas duas determinações (BRASIL, 2005b).

3.3.4 Atividade de água

A atividade de água foi medida através do instrumento Analisador digital Higrotermo 95. Após a estabilização do aparelho (± 20 min.) colocou-se uma quantidade de amostra suficiente para preencher o recipiente de leitura, sem encher em demasia nivelando a

superfície da amostra com o auxilio de uma espátula. Levou-se a amostra ao analisador de atividade de água e esperou-se que a leitura se estabilize (cerca de 30 min), para em seguida proceder-se a leitura.

3.3.5 pH

O pH foi determinado através de leitura direta, obtida após a diluição de 1:10 (pó: água destilada) em potenciômetro de marca WTW, modelo 330i/SET, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0 conforme a AOAC (1995).

3.3.6 Umidade

Foi determinada através de medidor de umidade OHAUS MB45, da Metler Toledo, com aquecimento de luz, controlável via programa, acoplada a balança, sendo o teste concluído quando se estabilizou o peso da amostra submetida a uma temperatura constante ajustada conforme o produto.

3.3.7 Granulometria

A granulometria foi determinada através do equipamento Ro-Tap type sieve shaker (W. S. Tyler Inc., Mentor, OH) , seguindo a metodologia de ASBE (2006) – onde se utilizou peneiras de 42 mesh para separar os materiais. Os resultados foram expressos seguindo a fórmula abaixo.

$$(\%) \text{ partículas não retidas} = 100 - (Pf - Pi)$$

Onde: Pf = peso da peneira com partículas que não passaram pela peneira.

Pi = peso da peneira vazia.

3.3.8 Açúcares solúveis totais e açúcares redutores

Os açúcares solúveis totais e os redutores foram dosados pelo método do DNS, segundo metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados foram expressos em grama (g)/100g de amostra.

3.3.9 Clorofila Total

Utilizou-se 1 g do material contendo 10 mL de uma solução de acetona a 80% para desintegração em gral (almofariz). Ao volume do extrato, após a homogeneização, adicionou-se a acetona a 80% até a completa descoloração, seguida de filtração. O volume final do extrato foi de 50 ml (BRUINSMA, 1963). A leitura de absorbância em espectrofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800 foi feita a 652 nm até meia hora do início da extração e os extratos envolvidos em papel alumínio. Os níveis de clorofila total foram determinados em mg/100g de casca, seguindo a equação por Engel e Poggiani (1991).

$$\text{Clorofila total} = [((x_{abs} \times 1000 \times V) / (1000 \times W)) / 34{,}5] \times 100$$

Onde:

V = volume final do extrato clorofila-acetona;

W = peso da casca em gramas;

x_{abs} = média das absorbâncias.

3.3.10 Antocianinas totais

Foram determinadas segundo a metodologia descrita por Francis (1982), onde foi homogeneizado 1 g da amostra com solução de HCl (1,5 N) e etanol 85% na proporção (15:85) para sua extração. Deixou-se uma noite de repouso sob refrigeração e na ausência de luz. A seguir o extrato foi filtrado e feito a leitura do mesmo em espectofotômetro de marca

SHIMADZU, modelo UV-1800 a 535 nm. Os resultados foram expressos em mg/100 mL e calculados através da fórmula: (absorbância x diluição x 100) / g x 98,2.

3.3.11 Cor instrumental

Determinada pela média de leituras efetuadas em uma placa de petri, em quantidade da amostra suficiente para cobrir a base da placa, através de colorímetro Konica Minolta spectrophotometer CM – 3500d. Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas CIE lab (Figura 6) que inclui as variáveis L*, a*, b*, Chroma (c*), Ângulo Hue (h*). Onde L* é uma medida da luminosidade de um objeto e varia do 0 (para o preto) até o 100 (para o branco), a* é uma medida do vermelho (a* positivo) ou do verde (a* negativo); b* é uma medida do amarelo (b* positivo) ou do azul (b* negativo). A partir destas coordenadas, foram calculadas as coordenadas cilíndricas c* e h* (Equações 1 e 2), onde c* define o a saturação e h* representa o ângulo de tom.

$c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]\ ½$ Equação 1

$h^* = \arctan (b^*/a^*)$ Equação 2

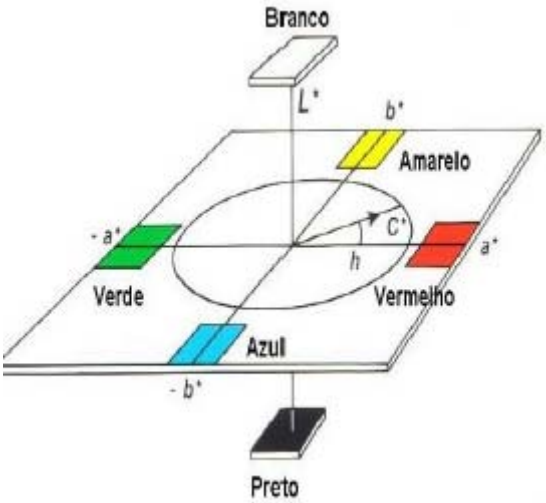

Figura 6 - Coordenadas do sistema CIE lab de cor (HunterLab, 1978).

3.3.12 Ácido ascórbico

Foi obtido por titulometria usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração róseo claro permanente. Inicialmente foi pesado 0,2 g e depois diluído em um balão de 50 mL, desta diluição foi retirada uma alíquota de 1 mL e esta diluída em 50 mL de ácido oxálico. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico / 100 mL de amostra, de acordo com ITAL (1990).

3.3.13 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri *et al.* (1997) com pequenas modificações. A extração foi realizada usando 5 g do pó de acerola diluído para 50 mL de água destilada e apartir dele retirou-se 10 mL, em seguida foi adicionado 40 mL de solução de etanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração e protegido da luz. Logo em seguida, a mistura foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 100 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em 40 mL de uma solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais 1 hora e protegido da luz. Logo em seguida essa mistura foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 100 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim o extrato para determinação dos polifenóis totais, através de leitura em espectofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV- 1800 a 700 nm. Os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente(AGE)/100g.

3.3.14 Atividade antioxidante total (TEAC) - Método $ABTS^+$

A atividade antioxidante total foi determinada através do radical ABTS, utilizando uma curva padrão da solução padrão de Trolox 2 mM como referência, conforme metodologia descrita por Re *et al.* (1999) com pequenas modificações. A extração foi realizada usando 5 g do pó de acerola diluído para 50 mL de água destilada e apartir dele retirou-se 10 mL e em seguida foi adicionado 40 mL de solução de etanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração e protegido da luz. Logo em seguida, a mistura foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 100 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em 40 mL de uma solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais 1 hora e protegido da luz. Logo em seguida essa mistura foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 100 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim o extrato para determinação da atividade antioxidante total, através de leitura em espectofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800 a 734 nm. Os resultados foram expressos em µmTrolox/g.

3.3.15 Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC)

A atividade antioxidante total equivalente em acido ascórbico foi determinada através dos dados da atividade antioxidante total, conforme metodologia descrita por. Uma curva padrão linear de 0 - 20 mg de ácido ascórbico por 100 mL foi utilizada como padrão e os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico (AA)/100g, conforme Kim *et al.* (2002).

3.4 Análises microbiológicas

Foram realizadas as análises de: contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores e leveduras; contagem de coliformes a 35 °C e de coliformes a 45 ºC e pesquisa de *Salmonella* sp. (APHA, 2001).

3.5 Análise estatística

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com nove tempos de amostragem (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360 dias), com três repetições. Os dados obtidos foram analisados através do SAS versão 8.1 (2006) através de análise de regressão, sendo testado até o modelo cúbico, verificando-se o coeficiente de determinação (R^2) ao nível de 5% de significância.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físico-químicas e químicas

Para os parâmetros de sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, ácido ascórbico, antocianina, clorofila total, atividade antioxidante total equivalente ao Trolox, atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais, luminosidade (L*) e coordenada a* diferença significativa ($p \leq 0,05$) no decorrer do tempo de armazenamento (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias). Já para os parâmetros de pH, relação SS/AT, atividade de água, umidade, granulometria e coordenadas de cor b*, chroma (c*) e ângulo Hue (h*) não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do tempo de armazenamento (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias).

4.1.1 pH

Os valores do parâmetro pH não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento ($p > 0,05$), portanto, observou-se que o pH é um parâmetro de baixa variabilidade nesse produto de acerola (Figura 7). O pH do pó de acerola orgânica verde manteve-se estável durante 360 dias de armazenamento com valores próximos a 7,01.

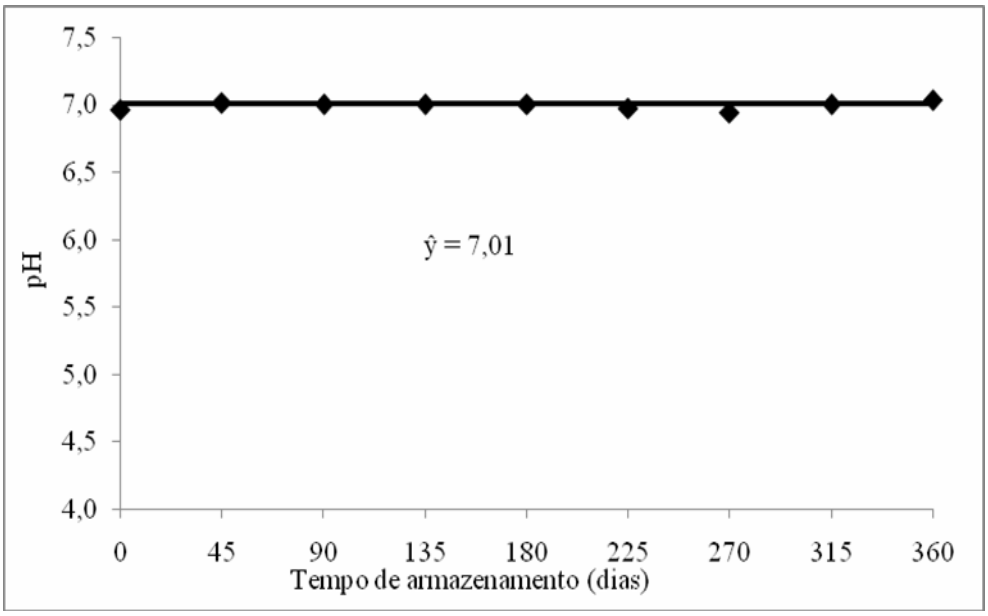

Figura 7 - pH do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Comportamento semelhante, mas com valores inferiores ao desse estudo foram relatados por Gomes *et al.* (2004), ao estudarem armazenamento de acerola madura em pó em temperatura ambiente, como também foi relatado por Lopes (2005) ao estudar a caracterização física, físico-química e química da polpa de acerola madura *in natura* congelada durante estocagem de 180 dias e Galdino *et al.* (2003) quando estudaram a estabilidade da polpa de umbu em pó por 60 dias.

Os teores de pH foram próximos aos encontrados por Silveira (2007), que relatou valores médios de 7,30, quando estudou o processamento de acerola orgânica verde em pó. Figueirêdo *et al.* (2001) quando estudaram o armazenamento do suco de acerola microencapsulado, encontraram para o suco de acerola verde apresentou valor de pH de 3,50 valor semelhante ao encontrado por Soares *et al.* (2001) ao estudarem desidratação da polpa de acerola madura pelo processo "*foam-mat*" e Gomes *et al.* (2002) ao estudarem caracterização de polpa de acerola madura em pó.

Araújo (2005) observou uma pequena diminuição de pH, valores estes entre 2,97 a 3,16 ao estudar a conservação pós-colheita e estabilidade da polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses. Oliveira (2008a), quando estudou a avaliação da qualidade pós-colheita durante o armazenamento das polpas de seis clones de aceroleiras maduras, verificaram valores de 2,77 a 3,82 durante 330 dias de armazenamento, comportamentos estes diferentes ao estudado nesse trabalho.

4.1.2 Acidez titulável (AT)

A análise estatística dos valores obtidos para a variação de acidez titulável em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém não foi possível ajustar aos modelos testados (Figura 8).

Na Figura 8 podem ser observados os valores de AT obtidos neste trabalho que foi observado pequena variação, de 0,46 para 0,44% de ácido málico durante o período de armazenamento de 360 dias, com tendência a estabilidade nos últimos 180 dias de armazenamento. Essa variação pode estar associada à oxidação dos ácidos orgânicos presentes. Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003).

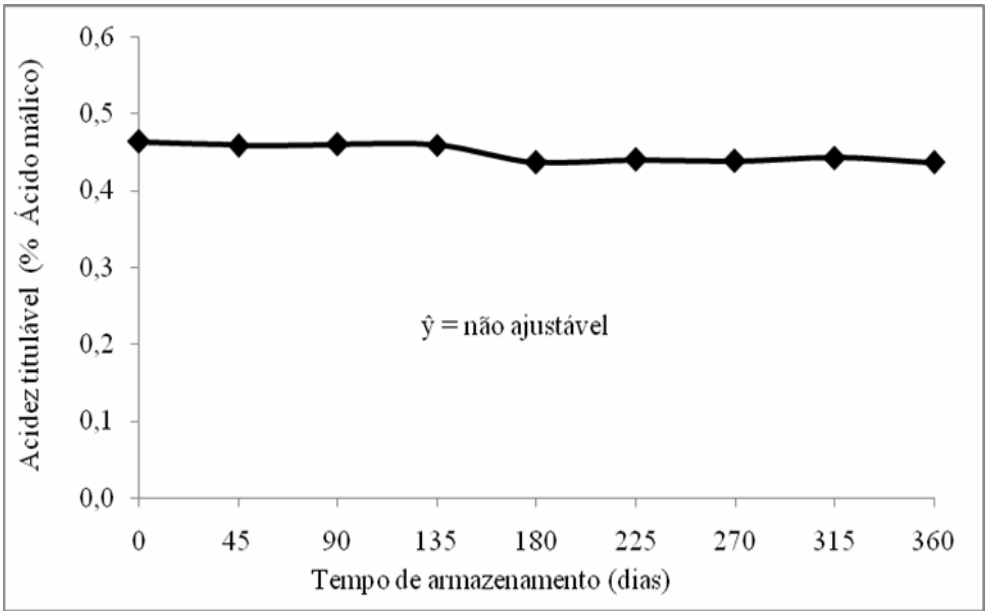

Figura 8 - Acidez titulável (% de ácido málico) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Comportamento semelhante ao desta pesquisa foi relatado Menezes *et al.* (2009), que estudaram a comparação do pó da acerola verde obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização, como também foi relatado por Soares *et al.* (2001), que estudaram a estabilidade do pó da acerola madura pelo processo *"foam-mat"* durante três meses. Silva *et al.* (2005), ao estudarem armazenamento de umbu-cajá em pó, relataram redução no teor de acidez em um período de 60 dias. Comportamento divergente foi observado por Lopes (2005) ao estudar a caracterização física, físico-química e química da polpa de acerola madura *in*

natura congelada durante estocagem de 180 dias, onde esta autora relatou a estabilidade desse parâmetro nos dias de armazenamento.

A acidez é um importante parâmetro de avaliação da qualidade de frutos, tendo em vista que reações bioquímicas tais como hidrólise, oxidação ou fermentação alteram a concentração de íons de hidrogênio, consequentemente influindo nos teores de acidez (BRASIL, 2005a). Valores próximos ao dessa pesquisa no início do armazenamento foram relatados por Silveira (2007) cujos valores foram de 0,38 a 0,40% de ácido málico para a acerola orgânica em pó quando estudou a linha de processamento de acerolas orgânicas verdes para a elaboração do pó de acerola. De acordo com Righetto (2003) ao estudar a estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização, foi encontrados valores de 0,22 a 0,29% de ácido málico, e 0,0012 a 0,0019% de ácido cítrico, valores estes próximos ao encontrados neste trabalho.

Resultados superiores foram encontrados por Brunini *et al.* (2004), quando estudaram a caracterização física e química de acerolas maduras provenientes de diferentes regiões de cultivo, valores estes de 0,504 a 1,112% de ácido málico e por Aguiar (2001) 0,89 a 2,10% de ácido málico, ao analisar a acidez total em frutos *in natura* de acerola madura, como também Chaves *et al.* (2004) quando estudaram a caracterização físico-química do suco da acerola, encontrando para o suco de acerola verde valor 1,44% de ácido málico. A acidez obtida por Araújo (2005) ao estudar a conservação pós-colheita e estabilidade da polpa madura de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses observou para os clones Frutacor (1,22% de ácido málico) e II 47/1 (1,92% de ácido málico) também foram superiores aos determinados no presente trabalho.

4.1.3 Sólidos solúveis (SS)

Os valores de sólidos solúveis apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) com o tempo de armazenamento (Figura 9), ajustando-se a um modelo linear. Verificou-se uma diminuição no conteúdo de sólidos solúveis do pó estudado, cujos valores variaram de 100,35 a 97,89 °Brix (Figura 9).

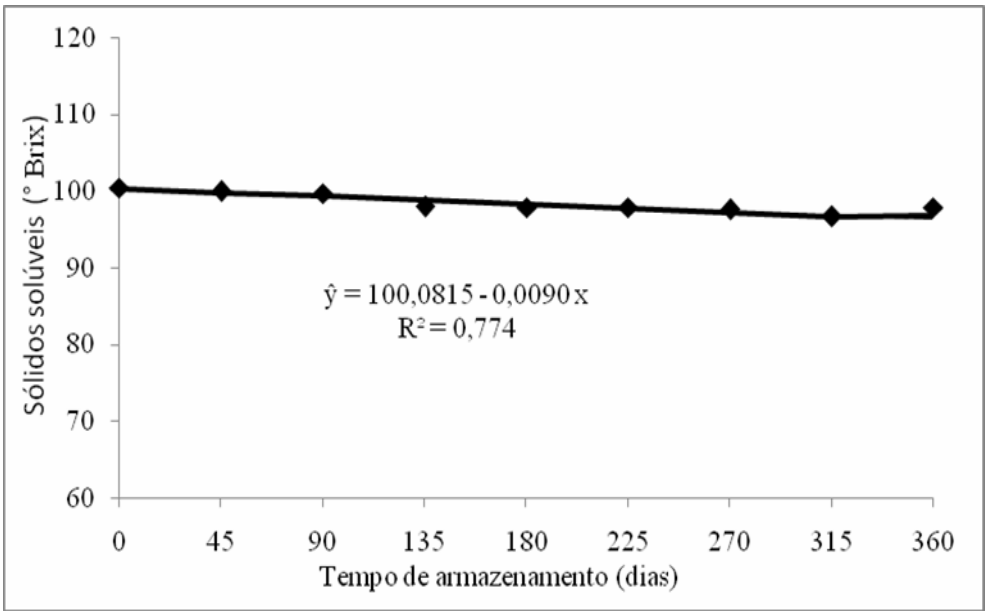

Figura 9 - Conteúdo de sólidos solúveis do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Chitarra e Chitarra (2005) que relatam que os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, incluindo principalmente açúcares, ácidos orgânicos e outros constituintes. Portanto esta variação pode estar associada à oxidação dos ácidos orgânicos presentes no pó, como ocorreu na acidez (Figura 9). Araújo (2005) também observou esse comportamento ao estudar a conservação pós-colheita e estabilidade da polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses.

Esses resultados assemelharam-se ao encontrado por Silveira (2007), ao estudar as etapas do processamento de acerolas orgânicas verdes em pó, que foi de 100 °Brix, mas inferiores ao relatados por Soares *et al.* (2001) que estudaram a desidratação da polpa de acerola madura pelo processo "*foam-mat*"que encontraram 63 °Brix. Oliveira (2006) estudou a análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó e observou valores de 15,33 °Brix. Já Costa *et al.* (2007) relataram de 60,38 °Brix e 60,71 °Brix para pós alimentícios obtidos das cascas e dos bagaços de abacaxi ao estudarem a comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi

Silva (2008) estudando frutos maduros dos mesmos clones de aceroleiras de cultivo orgânico utilizados nessa pesquisa obteve valores de 12 °Brix e para os clones cultivados no sistema tradicional obteve valor de no máximo 7,5 °Brix, portanto, o sistema de cultivo orgânico parece ter contribuído para a concentração dos sólidos solúveis, mas não foram encontrados relatos na literatura sobre tal comportamento.

A pequena variação da acidez durante o armazenamento do pó de acerola (Figura 9) provavelmente contribuiu para a relativa estabilidade do conteúdo de sólidos solúveis. Araújo (2005) também observou esse comportamento em polpas de acerolas maduras congeladas durante 12 meses. Os elevados teores de sólidos solúveis devem-se à remoção de água no processo utilizado de secagem e com isso provocam a concentração dos sólidos solúveis no pó de acerola.

4.1.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)

A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável do pó de acerola orgânica verde não apresentou diferença significativa durante o período de armazenamento ($p > 0,05$), com valor médio de 219,67 (Figura 10). Esse comportamento deve-se principalmente ao comportamento da acidez (Figura 8) como também dos sólidos solúveis (Figura 9) de forma equivalente.

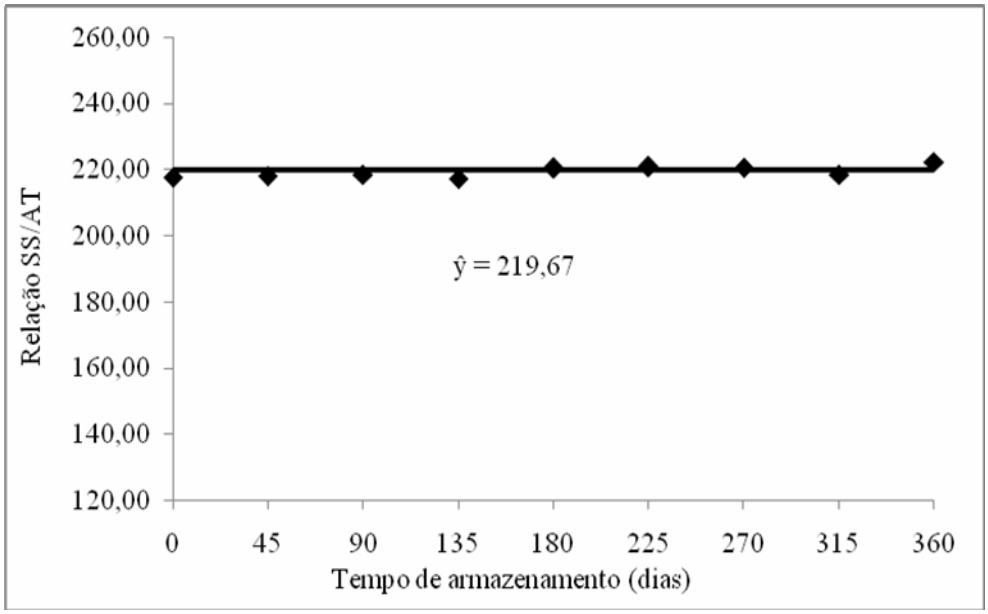

Figura 10 - Relação sólidos solúveis e acidez titulável do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e acidez, dando uma boa noção do equilíbrio entre esse dois componentes estando, dessa forma, diretamente relacionada com

a qualidade do fruto (MUSSER *et al.,* 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esses mesmos autores relatam que os açúcares solúveis presentes nos frutos são responsáveis pela doçura e sabor, através do equilíbrio com os ácidos.

Oliveira (2008a), estudando frutos de clones de acerola madura *in natura* por 330 dias observou comportamento diferente, onde a relação SS/AT variou com o tempo de armazenamento. O valor médio nesse estudo foi superior ao de Moura *et al.* (2007), ao analisarem acerolas provenientes de 45 clones convencionais (7,67). Musser (2001) trabalhou com 12 acessos de aceroleiras em Pernambuco encontrando média de 4,36 a 6,85. Valores encontrados nesta pesquisa foram bastante superior devido o trabalho ser com acerola em pó e os autores citados acima terem sido com a fruta *in natura*.

4.1.5 Atividade de água (Aw)

O parâmetro atividade de água não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo representados pelas médias (Figura 11).

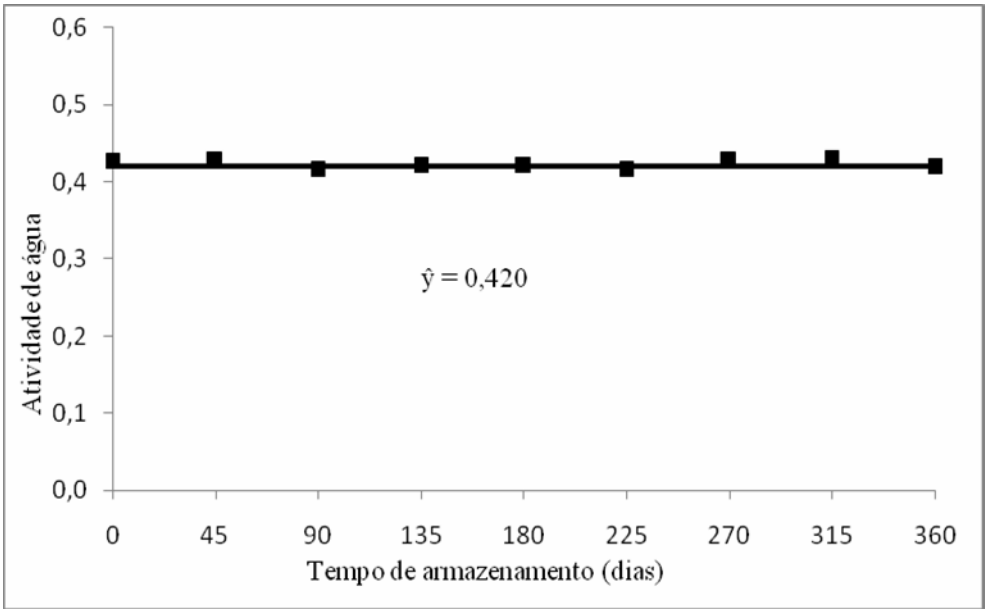

Figura 11 - Atividade de água do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Os valores obtidos nesse estudo foram superiores aos relatados por Righetto (2003) em estudo com da atividade de água dos encapsulados de suco de acerola verde

produzidos por atomização, onde a atividade de água variou entre 0,199, para o suco formulado atomizado com 50% de maltodextrina, e 0,257, para o suco formulado atomizado com 12,5% de matodextrina e 37,5% de goma arábica. Ambas as pesquisas obtiveram valores baixos, típicos de alimentos desidratados.

A água está presente como constituinte na maioria dos alimentos e influencia praticamente todos os processos deteriorativos. A atividade de água é um parâmetro de referencia no processamento de alimentos e armazenamento e é baseado em efeitos amplamente reconhecidos, tais como: A_w determina o crescimento de microrganismos, está relacionada às reações de degradação químicas, enzimáticas e físicas, sendo também mais facilmente medida do que o conteúdo de umidade e sua medida é não destrutiva (MALTINI *et al.*, 2003).

4.1.6 Umidade

A análise estatística dos valores obtidos para a umidade em função do tempo de armazenamento não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$), com valor médio de 3,80 (Figura 12).

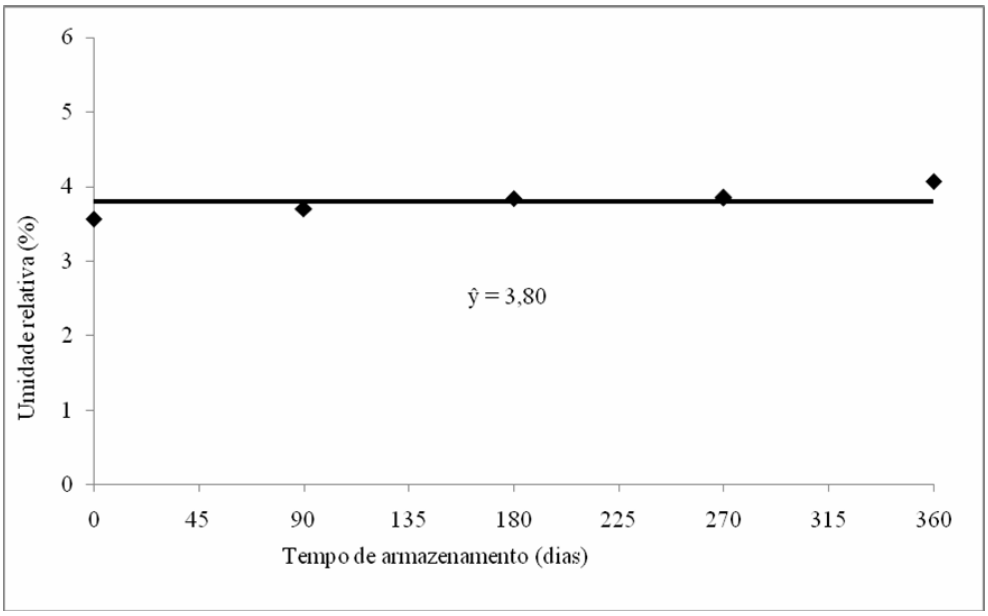

Figura 12 – Umidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Resultado semelhante ao dessa pesquisa foi observado por Figueirêdo *et al.* (2001) que não verificaram tendência de acréscimo da umidade do suco de acerola microencapsulado em *spray dryer* com o tempo de armazenamento.

Valor semelhante ao desse estudo foi relatado por Righetto (2003) estudando a caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização, relatou valores de 3,28 para o suco atomizado e 4,24% para o suco liofilizado, ambos foram formulados com 50% de maltodextrina.

Comportamento divergente ao dessa pesquisa foi relatado por Gomes *et al.* (2004) quando estudaram armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente por 60 dias e observaram que o valor do teor de umidade inicial foi de 4,074%, observaram também que o teor de umidade aumentou com o tempo, atingindo um percentual de ganho de umidade de 51,31% ao final do armazenamento de 60 dias. Ao estudarem a estabilidade do pó de acerola desidratada pelo processo "*foam-mat*", durante o armazenamento à temperatura ambiente, Soares *et al.* (2001) observaram comportamento semelhante, onde trabalharam com um teor de umidade inicial de 7,24% o qual, após 90 dias, subiu para 12,30%, resultando num aumento de 69,89%.

Valores inferiores ao desse estudo foram relatados por Tonon *et al.* (2009) quando estudaram as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó, observaram teores de 1,78%, 1,45% e 1,68% para o pó com as concentrações de 10, 20 e 30% de matodextrina. O mesmo autor ainda relatou que na temperatura de 138 °C o teor de umidade foi de 2,56% e na temperatura de 202 °C foi de 0,66%. Mas valores superiores foram relatados por Oliveira *et al.* (2006) quando estudaram a análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó, onde a pitanga formulada do tipo A (com 15% de maltodextrina) obteve valor de 8,12% de umidade, já a formulada do tipo B (com 30% de maltodextrina) apresentou 7,64% de umidade.

4.1.7 Granulometria

A granulometria não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo representados pelas médias (Figura 3). O tamanho das partículas do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C não sofreu variação.

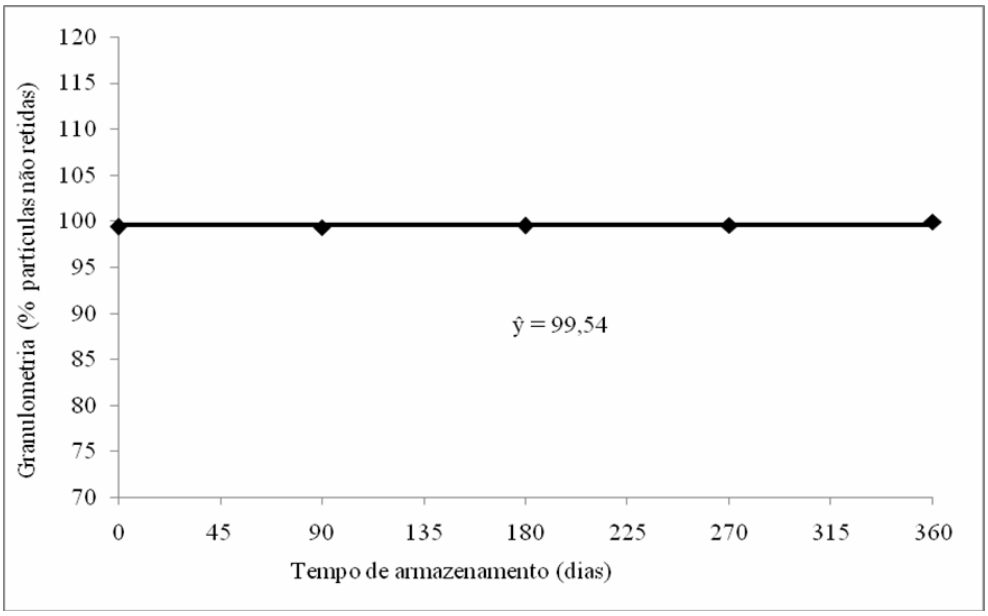

Figura 13 – Granulometria do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Comportamento diferente ao desse estudo foi relatado por Endo *et al.* (2007) ao estudarem a avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. flavicarpa) desidratado, onde observaram que houve aumento do tamanho das partículas com a adição de açúcar, como também por Tonon *et al.* (2009), quando estudaram as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó observaram que as partículas apresentaram diâmetros muito variados.

4.1.8 Açúcares solúveis totais (AST)

A análise estatística dos valores obtidos para o conteúdo de açúcares solúveis totais em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), ajustando-se a um modelo quadrático (Figura 14). O conteúdo de açúcares totais reduziu no decorrer dos dias de armazenamento, valores foram de 39,26% no inicio do armazenamento para 27,45% no 225º dia de armazenamento e a partir desse dia apresentou tendência à estabilização (Figura 14). Os açúcares solúveis são responsáveis pela doçura dos frutos devido ao seu equilíbrio com os ácidos, portanto, essa pequena redução pode ser devido à hidrólise dos açúcares ao longo do tempo de armazenamento.

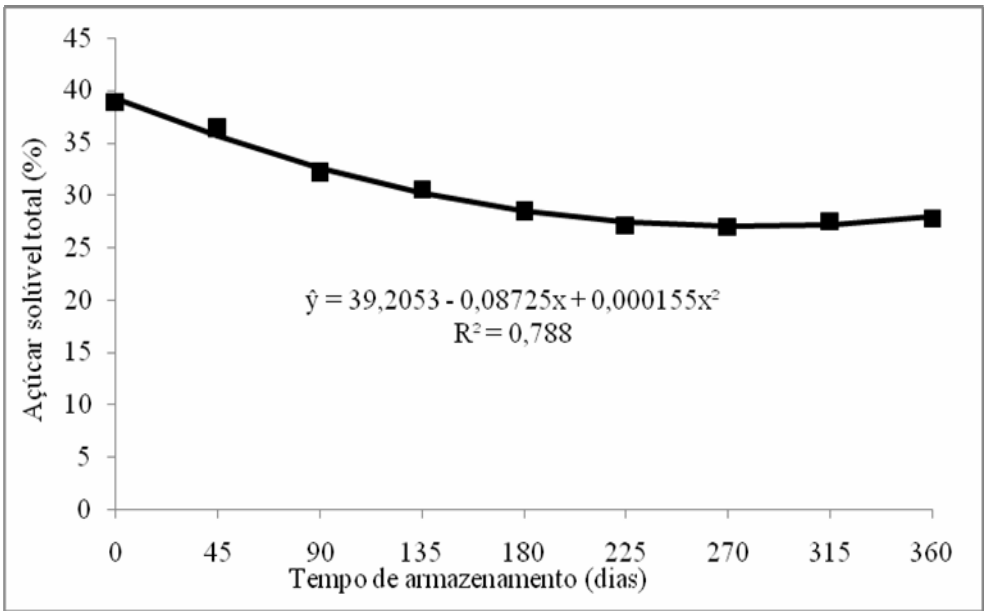

Figura 14 - Conteúdo de açúcares solúveis totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Soares *et al.* (2001) estudaram a estabilidade do pó da acerola pelo processo *"foam-mat"* durante três meses foi observado comportamento e valores semelhantes ao dessa pesquisa, com variável de 43,22% no dia do processamento para 38,37% aos de 90 dias de armazenamento. Costa *et al.* (2007) relataram que os resultados observados para a análise de açúcares totais foram de 37,33% para o pó obtido da casca de abacaxi e 36,05% para o pó do bagaço da mesma, quando estudaram a comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi, onde esses valores foram parecidos ao aqui estudado no início do armazenamento.

Valores inferiores ao dessa pesquisa foram relatados por Vendramini e Trugo (2000) ao estudarem a composição química de acerolas em diferentes estádios de maturação, verificaram que em acerolas imaturas (verdes) tinham 4,4 g/100g, nas intermediárias (amarelas) 4,3 g/100g e nas maduras 4,4 g/100g.

Do ponto de vista tecnológico (vinhos, sucos, geléias, doces em massa, etc.), as melhores matérias primas são aquelas com maiores teores de açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo os mesmos autores, os açúcares solúveis presentes nas frutas na forma livre ou combinada são também responsáveis pela doçura e sabor, devido o equilíbrio com os ácidos orgânicos, pela cor atrativa, como derivados de antocianidinas (glicosídeos), e pela textura, quando combinados adequadamente, compondo os polissacarídeos estruturais. Segundo Gomes *et al.* (2002) os principais açúcares em frutos são: glicose, frutose e sacarose em proporções variadas, de acordo com a espécie.

4.1.9 Açúcares redutores (AR)

A análise estatística dos valores obtidos para açúcares redutores em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), ajustando-se a um modelo quadrático (Figura 15). Verificou-se diminuição no decorrer dos dias de armazenamento de 34,72% no início do armazenamento para 23,68% no 360° dia de armazenamento, mantendo-se praticamente estável nos últimos 180 dias de armazenamento. Essa redução pode ser devido as reações químicas como as não-enzimáticas como a reação de Maillard, no entanto, não foi feita análises para confirmar essa hipótese.

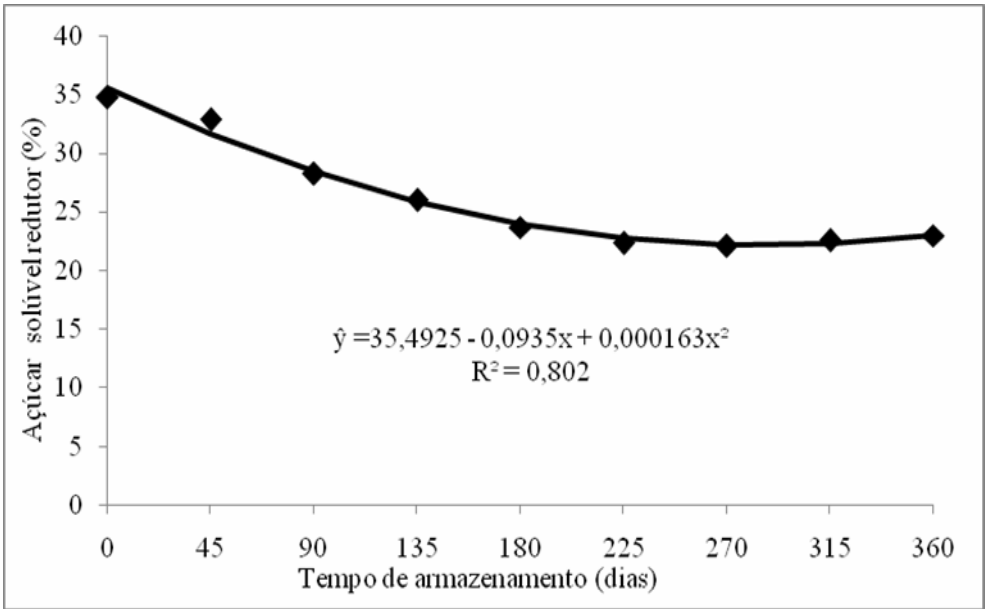

Figura 15 - Conteúdo de açúcares redutores do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

O mesmo comportamento foi relatado por Soares *et al.* (2001) quando estudaram a estabilidade do pó da acerola pelo processo *"foam-mat"*, porém com valores superiores (43,22% inicialmente e depois de 90 dias de armazenamento houve uma redução nesse valor para 38,37%). Galdino *et al.* (2003) relataram que o conteúdo de açúcares redutores das amostras em embalagem laminada diminuíram gradativamente de 96,39% para 36,56% com o decorrer do tempo de armazenamento ao estudarem a estabilidade da polpa de umbu em pó durante 60 dias. Pereira *et al.* (2006) observaram os açúcares redutores do tomate em pó durante o armazenamento de 60 dias, reduziram de 42,31 para 39,21%. Costa *et al.* (2007)

relataram que no pó obtido do bagaço de abacaxi havia 32,94% de açúcares redutores, valor esse semelhante ao estudado nessa pesquisa no início do armazenamento.

Valores encontrados nesse estudo foram inferiores aos relatados por Figueirêdo *et al.* (2001) que obtiveram para os açúcares redutores de 1,89% determinados no suco da acerola verde, quando estudaram o armazenamento do suco de acerola microencapsulado, como também os obtidos por Matsuura *et al.* (2001) que foram de 3,13%, quando estudaram as avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola**.** Em trabalho realizado por Vendramini e Trugo (2000) caracterizando acerolas em diferentes estádios de maturação, verificaram que em acerolas imaturas (verdes) tinham 3,3 g/100g, nas intermediárias (amarelas) 4,2 g/100g e nas maduras 4,4 g/100g.

4.1.10 Antocianinas totais

Estatisticamente o conteúdo de antocianinas totais apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) ao longo do armazenamento e se ajustou a um modelo linear (Figura 16). Os valores de antocianinas totais sofreram uma redução no decorrer do período de armazenamento, variando de 2,7 mg/100g no inicio do armazenamento para 1,6 mg/100g no 225° dia mantendo-se constante este valor até o último dia de armazenamento.

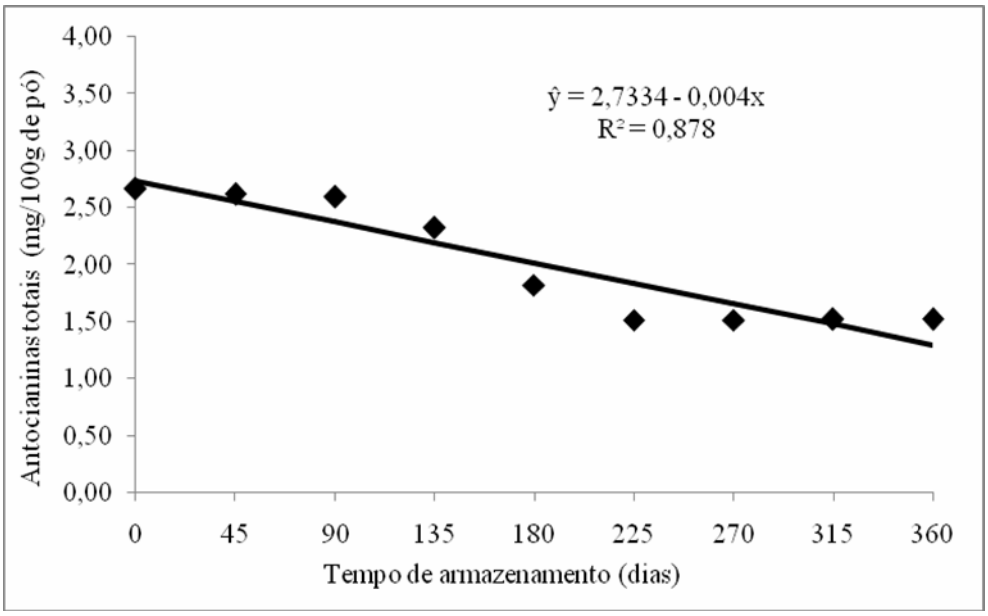

Figura 16 - Conteúdo de antocianinas totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Justifica-se a análise de antocianinas totais neste trabalho pelo fato de usarem na elaboração do pó não só acerolas verdes, como também 20% de acerolas maduras. A diversidade de dados encontrada na literatura representa o que se encontra no mercado atual, ou seja, desde a coloração da casca verde - amarelada até extremamente vermelha.

Os dados obtidos nesse trabalho mostraram-se inferiores aos encontrados por Brito *et al.* (2007) ao estudarem o conteúdo de antocianinas totais presentes em algumas frutas tropicais, onde para a acerola roxinha liofilizada observou 261 mg e para a o clone convencional de acerola liofilizada, conteúdo de 528 mg/100g. Lima *et al.* (2003), em estudo com polpa de acerola de 12 acessos armazenada por seis meses sob congelamento (- 18 °C). Silva (2008), estudando frutos maduros de clones de aceroleiras provenientes de cultivo orgânico, encontrou valores que variaram de 3,87 mg/100g a 21,55 mg/100g. Aguiar (2001) encontrou conteúdo de antocianinas totais variando de 0,37 a 38,38 mg/100g de polpa em frutos comercialmente maduros de 75 clones de aceroleiras.

Comportamento semelhante ao desse estudo foi relatado por Agostini-Costa *et al.* (2003) ao estudaram o teor de antocianinas em polpas maduras de acerolas congeladas por nove meses e acusaram redução significativa de 9% e a perda acumulada de antocianina de 14% após congelamento da polpa por 12 meses. Redução de 16,23% em relação ao tempo zero no conteúdo de antocianinas totais também foi observada por Lopes (2005) quando estudou a estabilidade da polpa congelada de acerola madura *in natura* armazenada por 180 dias. Agostini-Costa *et al.* (2001) avaliaram o teor de antocianinas totais em polpa de acerola congelada durante 12 meses de armazenamento e verificaram decréscimos de 10% e 17% após 8 e 12 meses de estocagem, respectivamente.

As antocianinas são pigmentos muito instáveis que podem ser degradadas, sob ação da vitamina C, oxigênio, temperatura, pH do meio, entre outros, no próprio tecido ou destruídas durante o processamento e estocagem dos alimentos (LIMA *et al.*, 2003), sendo pigmentos responsáveis pela coloração vermelha da acerola, daí a importância de mensurá-las, já que o interesse comercial também leva em consideração a aparência, pois uma polpa com coloração amarelada não será tão aceita pelos consumidores.

Segundo Lima *et al.* (2000) e Araújo (2005), as características físico-químicas de frutos podem ser influenciadas por diversos fatores, a exemplo do grau de maturação, variedade, condições climáticas e edáficas, exposição ao sol, localização da fruta na planta, manuseio pós-colheita, tratos culturais e à própria cultivar.

4.1.11 Clorofila total

A análise estatística dos valores obtidos para o conteúdo de clorofila total apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), ajustando-se a um modelo cúbico (Figura 17). Nesse parâmetro observou-se redução durante o armazenamento a temperatura de 20 ± 2 °C, de 74,27 mg/100g no dia do processamento para 69,7 mg/100g no 225º dia de armazenamento, valor este mantido estável até o último dia de armazenamento. Portanto apresentaram uma redução de 5,37% em 360 dias de armazenamento a 20 ± 2 °C em relação ao dia de processamento.

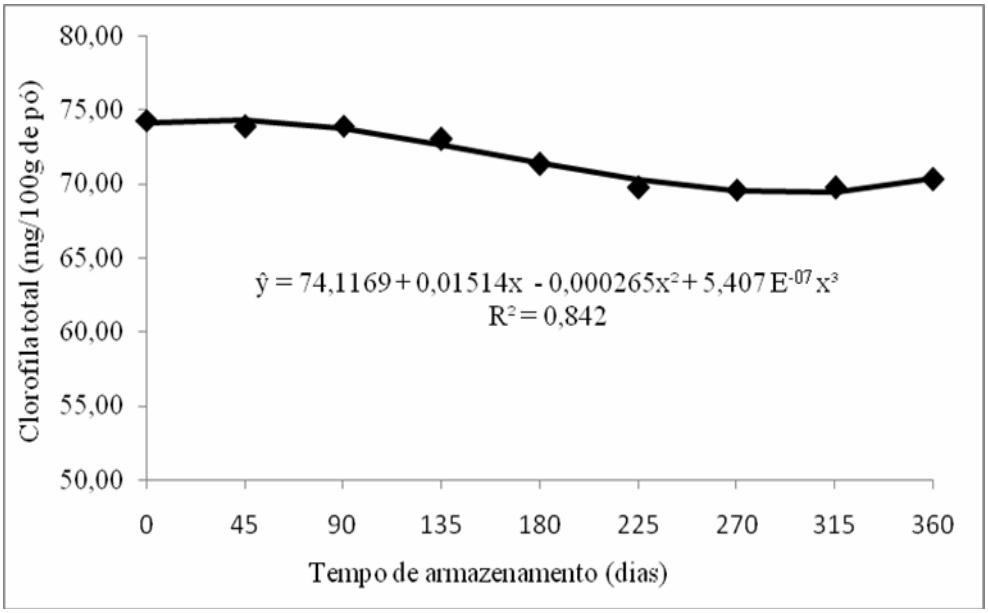

Figura 17 - Conteúdo de clorofila total do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Os processos de degradação e síntese são eventos bioquímicos que se encontram envolvidos a muitas enzimas, no caso da clorofila, a clorofilase é a enzima responsável pela degradação (Berger, 1989).

O mesmo comportamento foi relatado por Pereira *et al.* (2005) quando estudaram a caracterização de goiaba cv. cortibel armazenadas sob refrigeração por 29 dias, onde os resultados obtidos por esses autores foram superiores aos obtidos nesse trabalho. Comportamento semelhante também ao relatado por Anselmo (2007), ao estudar conservação pós-colheita de melão *Cantaloupe* 'Torreon', onde o teor de clorofila variou de 53,93 mg/100g no início, para 17,55 mg/100g no 7º dia de armazenamento sob refrigeração. E

valores inferiores foram relatados por Souza (2007) ao estudar a qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro onde observou teores médios de 26,47 mg/100g.

Rufino (2008) estudando as propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais observou para as frutas açaí *in natura* (20,8 mg/100g de matéria fresca), juçara *in natura* (21,5 mg/100g de matéria fresca) e para a acerola *in natura* não foi possível a sua determinação.

Segundo Figueirêdo (1998), a clorofila é responsável pela cor verde, e é abundante nos frutos jovens e folhas. A sua degradação é causada por vários fatores, dentre eles podemos citar: alteração no pH, atividade enzimática da clorofilase, oxidantes e outros.

4.1.12 Cor instrumental

a) Luminosidade (L*)

A luminosidade média do pó de acerola não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento de 360 dias, sendo representada pelas médias (Figura 18). Onde podemos observar que não houve escurecimento (enzimático ou não enzimático) da acerola orgânica verde em pó em 360 dias de armazenamento.

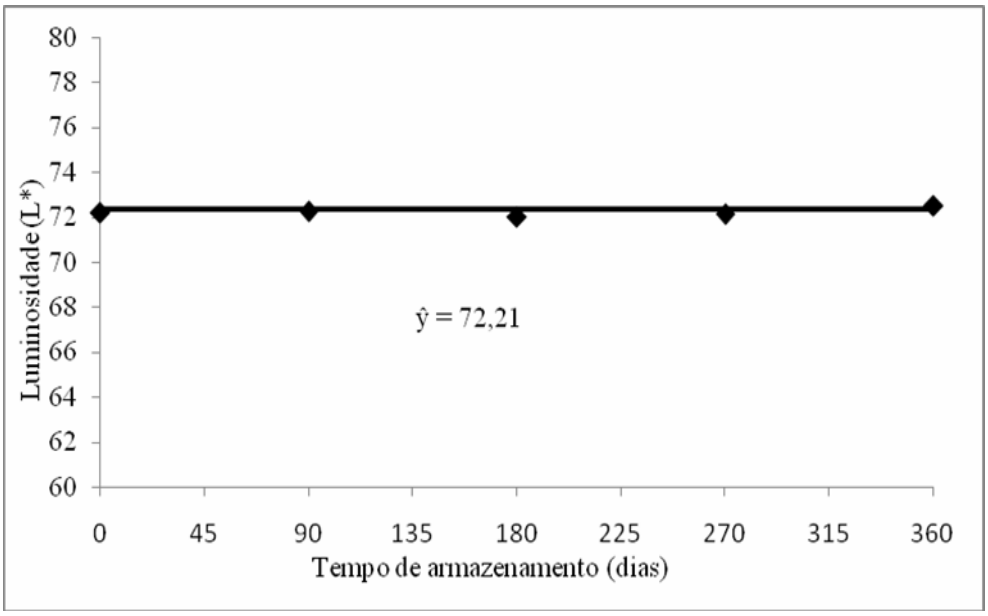

Figura 18 – Luminosidade (L*) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

A coordenada L* representa a luminosidade, portanto mede a quantidade de luz que é refletida de uma cor. O brilho de um determinado objeto tendo o branco absoluto como referência (mais clara, mais escura), limites: preto e branco (KONICA MINOLTA, 1998), portanto, o pó apresentou elevada luminosidade durante todo o período de armazenamento.

Comportamento semelhante foi relatado por Silva *et al.* (2005) ao estudarem o armazenamento de umbu-cajá em pó por 60 dias em embalagens laminadas, cujo valor médio observado foi de 46,37.

Comportamento divergente ao dessa pesquisa foi observado por Neves e Lima (2009) ao estudarem a estabilidade da polpa de acerola congelada por 180 dias, cujos valores foram de 37,52 para 42,58. Lopes (2005) também observou que a luminosidade da polpa congelada de acerola madura *in natura* armazenada por 180 dias também aumentou, cujos valores observados foram de 35,42 para 43,69. Figueirêdo *et al.* (2005), ao estudarem a alteração da cor da acerola em pó sob condições controladas durante 30 dias a uma temperatura de 15 °C, onde relataram que houve redução de 53,10 para 48,28 da luminosidade no decorrer dos dias de armazenamento. Silva *et al.* (2005) estudaram o armazenamento de umbu-cajá em pó por 60 dias observaram redução de 46,27 para 44,27 da luminosidade no final do armazenamento para as polpas armazenadas em embalagens de polietileno. Gomes *et al.* (2004) estudaram armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente por 60 dias observaram uma redução no valor da luminosidade com o

aumento do tempo a qual, em termos percentuais e ao final do armazenamento, totalizou 18,84%.

b) Coordenada a*

A análise estatística dos valores obtidos para a coordenada a* em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém não ajustável aos modelos testados (Figura 19).

Na Figura 19 podem ser observados os valores obtidos nesse trabalho que variaram de 2,02 para 2,94 durante o período de armazenamento, portanto, observou-se um aumentou com o tempo de armazenamento.

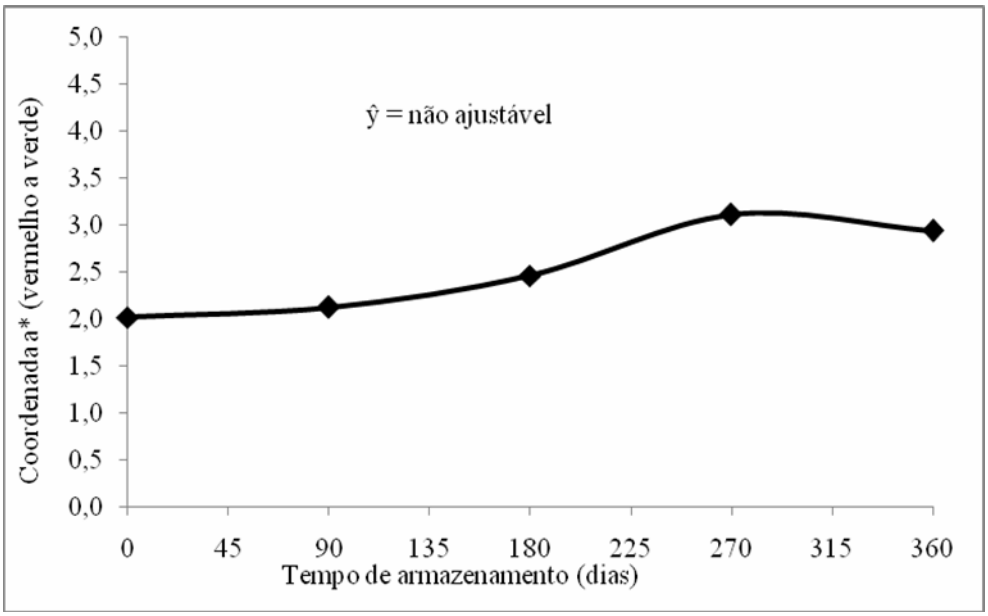

Figura 19 – Coordenada a* do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Os principais tipos de pigmentos responsáveis pelas cores em alimentos de origem vegetal são a clorofila, os carotenóides e as antocianinas. A variação da coordenada a* pode ser devido a pequena redução dos conteúdos de antocianinas totais (Figura 16) e de clorofila total (Figura 17), sendo mais expressivo a redução desse último parâmetro, fazendo com que a coordenada a* aumentasse nos últimos dias de armazenamento, a deixando mais na linha do positivo.

Segundo Konica Minolta (1998), a coordenada a* mede os valores dos componentes cromáticos a* (+a*: grau da cor vermelha do fruto; -a*: grau da cor verde).

Comportamento semelhante ao desse estudo foi observado por Silva *et al.* (2005) que estudaram o armazenamento de umbu-cajá em pó por 60 dias observaram um aumento no valor de a* de 13,33 para 15,07 para as polpas armazenadas em embalagens de polietileno ao final do armazenamento, como também Gomes *et al.* (2004) ao estudarem o armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente por 60 dias e relataram que entre o tempo inicial e o final do período de armazenamento houve um aumento de aproximadamente 35%. Comportamento divergente foi observado por Neves e Lima (2009) ao estudarem a estabilidade da polpa de acerola congelada por 180 dias, cujos valores foram de 14,20 para 8,01 como também por Lopes (2005) onde observou que a coordenada a* da polpa congelada de acerola madura *in natura* armazenada por 180 dias apresentou tendência a estabilização ao longo do armazenamento.

Valores superiores ao desse trabalho foram relatados por Figueirêdo *et al.* (2005) que estudaram a alteração da cor da acerola maduras em pó sob condições controladas durante 30 dias a uma temperatura de 15 °C, onde relataram que houve uma redução de 9,71 para 7,89 na intensidade do vermelho no decorrer dos dias de armazenamento. Onde pode ser justificado porque as acerolas maduras possuem pigmentos como as antocianinas e os carotenóides e as acerolas verdes contém pigmentos como a clorofila. Nessa pesquisa utilizou-se uma porcentagem de acerolas maduras, por isso foi observado valor positivo para essa coordenada estudada.

c) Coordenada b*

A coordenada b* não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo representados pelas médias (Figura 20).

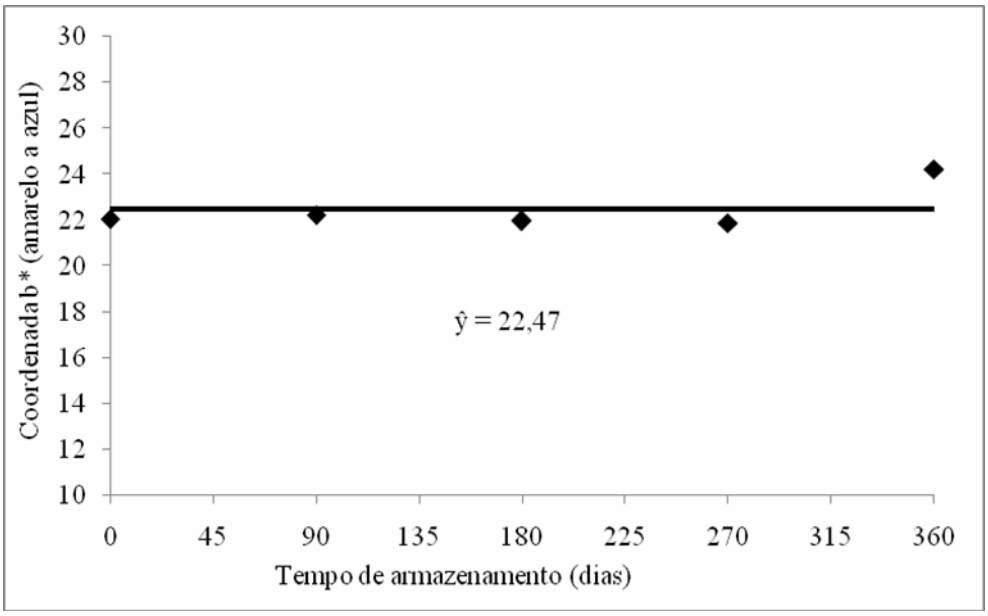

Figura 20 – Coordenada b* do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Segundo Konica Minolta (1998), essa coordenada mede os valores dos componentes cromáticos b* (+b*: grau da cor amarela; -b*: grau da cor azul).

Comportamento semelhante ao desse estudo foi relatado por Gomes *et al.* (2004) estudaram o armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente por 60 dias e relataram que não houve diferença significativa entre as médias dos valores de b* entre os quatro primeiros períodos e entre os três últimos períodos de armazenamento. Apesar disso o percentual de aumento do valor de b* no final do armazenamento de 60 dias com relação ao tempo zero foi de aproximadamente 21%.

Comportamento divergente ao desse trabalho foi relatado por Figueirêdo *et al.* (2005) ao estudarem a alteração da cor da acerola em pó sob condições controladas durante 30 dias a uma temperatura de 15 °C, onde relataram que houve um aumento no valor de b* de 12,06 para 13,64 no decorrer dos dias de armazenamento, como também Neves e Lima (2009) ao estudarem a estabilidade da polpa de acerola congelada por 180 dias, cujos valores foram de 17,59 para 20,78 e Lopes (2005) também observou que a coordenada b* da polpa congelada de acerola madura *in natura* armazenada por 180 dias aumentou ao longo do armazenamento, cujos valores observados foram de 14,19 para 23,98.

d) Chroma (c*)

O croma não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo representados pelas médias (Figura 21).

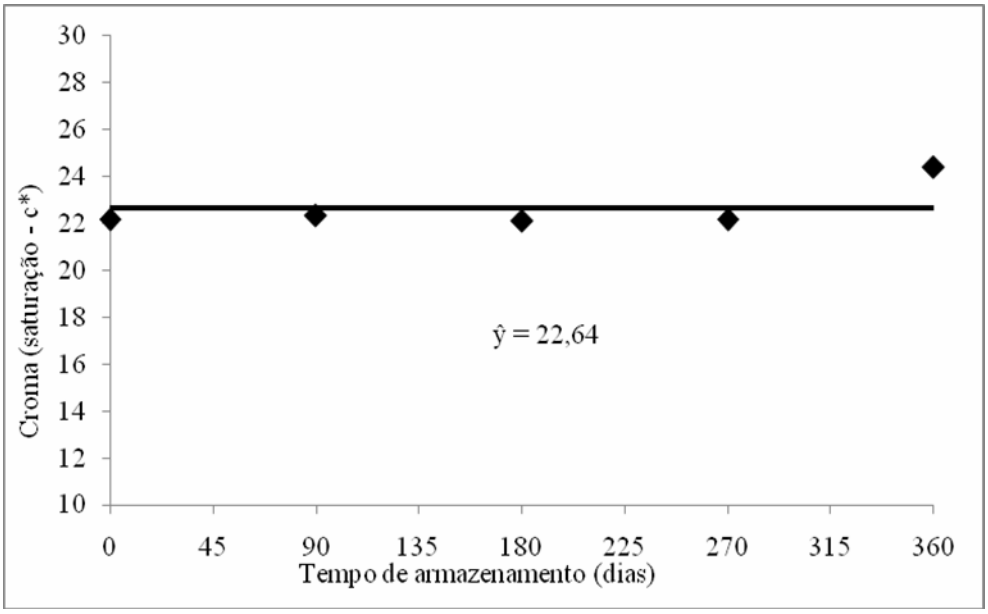

Figura 21 – Chroma do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

O chroma representa o grau de concentração ou pureza de uma cor. Uma cor é tanto mais saturada quanto menos a quantidade de branco ou preto tiver. Uma cor está completamente saturada, quando não possui nem branco nem preto, sendo definido pela distância do ângulo Hue no centro do diagrama tridimensional (KONICA MINOLTA, 1998). Portanto, nesse estudo verificou-se que a acerola orgânica verde em pó por apresentar pouco pigmento aparente, apresentou pouca variação na saturação, mantendo-se sempre com uma aparência clara da cor.

Valores superiores ao observados nesse estudo foram relatados por Lima *et al.* (2007) que estudaram a caracterização cromática de polpas de acerola de diferentes genótipos, observaram valores de c* que variaram de 28,0 a 39,0. Brunini *et al.* (2004) estudaram a caracterização física e química de acerolas *in natura* provenientes de diferentes regiões de cultivo e obtiveram valores de c* que variaram de 23,78 a 61,54.

Valor inferior foi relatado por Tonon *et al.* (2009), quando estudaram as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó, observaram valor de c* de 10,22.

e) Ângulo Hue (h*)

O ângulo Hue (h*) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no decorrer do armazenamento, sendo representados pelas médias (Figura 22). Mantendo sempre a mesma tonalidade para o pó de acerola orgânica verde durante 360 dias de armazenamento. Esse comportamento pode ser devido ao produto apresentar pouca pigmentação e por isso não pôde ser observada alteração na tonalidade ao longo do armazenamento.

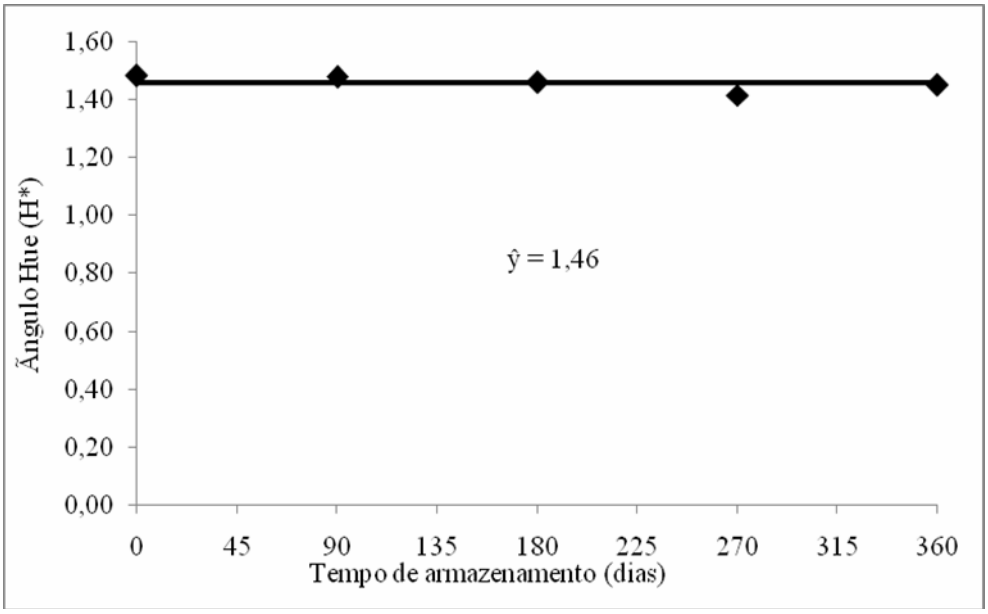

Figura 22 – Ângulo Hue (h*) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Bruninin *et al.* (2004) estudaram a caracterização física e química de acerolas *in natura* provenientes de diferentes regiões de cultivo e obtiveram valores de h* que variaram de 0,11 para 0,91.

Valores superiores foram observados por Lima *et al.* (2007) que estudaram a caracterização cromática de polpas de acerola de diferentes genótipos, observaram valores de h* que variaram de 31,9 para 68,4.

4.1.13 Ácido ascórbico

O conteúdo de ácido ascórbico, estatisticamente, apresentou diferença significativa com o tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$) (Figura 23), mas os dados não foram ajustado aos modelos testados, mas variou no decorrer do armazenamento. O teor inicial médio de ácido ascórbico no pó de acerola orgânica verde foi de 22.781 mg/100g de pó (22,8%) e com o armazenamento esse valor reduziu, aproximando-se de 19.100 mg/100g de pó (19,1%), portanto, houve uma redução de 17% ao longo dos 360 dias de armazenamento. Esta diminuição no valor pode ser devido à oxidação do ácido ascórbico por causa da influência da pressão parcial de oxigênio, o pH, a temperatura, que produzem grandes perdas de ácido ascórbico, como também pela exposição durante a realização das análises ao ar, luz, calor, portanto o ácido ascórbico por ser facilmente oxidado devido as condições do meio (STADLER, 2008). Segundo De Rosso e Mercadante (2007), outro fator que pode afetar a estabilidade do ácido ascórbico é a sua capacidade de complexar com as antocianinas, conduzindo à degradação de ambos.

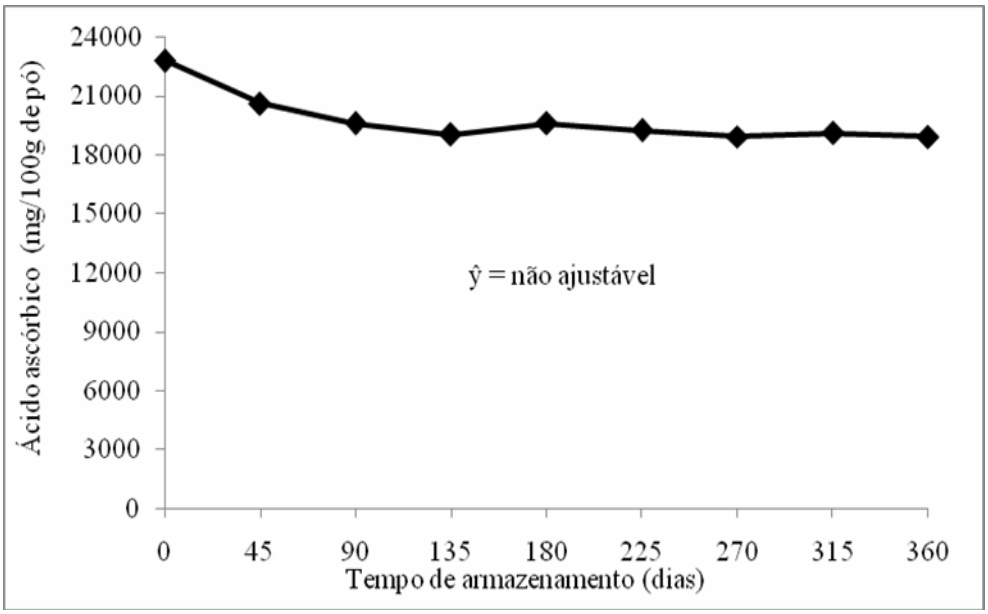

Figura 23 - Conteúdo de ácido ascórbico do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

O alto teor de ácido ascórbico e a presença de antocianinas destacam este fruto no campo dos funcionais pela habilidade desses compostos em capturar radicais livres no organismo humano (MESQUITA; VIGOA, 2000). O ácido ascórbico, o β-caroteno e outros

carotenóides agem como antioxidantes no organismo humano (SIZER; WHITNEY, 2003). Menezes *et al.* (2009), ao estudaram a comparação do pó da acerola verde obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização, verificaram que para o processo de secagem em estufa como também para o liofilizado verifica-se uma redução no conteúdo de ácido ascórbico do início para o final do armazenamento de 180 dias. Para o pó liofilizado constatou-se uma redução de 33,47%, enquanto que o seco em estufa foi verificado 49,52%. Redução superior ao encontrado nessa pesquisa.

Comportamento semelhante ao desta pesquisa foi relatado por Tanaka (2007) que estudou influência da desidratação por atomização sobre o teor ácido ascórbico no suco de acerola. Este mesmo autor relatou que no suco de acerola verde clarificado concentrado orgânico continha 33,5% de ácido ascórbico e quando este foi microencapsulado o teor diminuiu para 17,8%. Continuando a pesquisa, Tanaka (2007) estudou a estabilidade desse suco microencapsulado e liofilizado, onde relatou que houve uma perda de ácido ascórbico significativa no período de 90 dias. Para o suco microencapsulado no dia do processamento, havia 17,8% de ácido ascórbico e depois esse teor reduziu para 16,7% de ácido ascórbico, já para o liofilizado a redução foi de 31,3% para 24,3%.

Comportamento divergente foi relatado por Lopes (2005) quando estudou a estabilidade da polpa congelada de acerola madura *in natura* armazenada por 180 dias que observou uma tendência a estabilidade do conteúdo de ácido ascórbico. Oliveira *et al.* (2001) avaliaram a estabilidade da polpa de acerola branqueada e estocada sob temperatura de congelamento, e verificaram que não houve variação significativa no teor de vitamina C ao longo de 12 meses, cujo valor médio foi de 1.319 ± 58mg/100g.

Os valores encontrados nesse estudo no início do armazenamento assemelharam-se aos observados por Silveira (2007), que estudou vários pontos da linha de processamento de acerolas orgânicas verdes em pó e obteve valor médio para a acerola atomizada de 21,84% de ácido ascórbico. Figueiredo *et al.* (2001), em estudo da estabilidade de suco de acerola microencapsulado, utilizando uma proporção de 15% de maltodextrina e 5% de goma arábica na formulação do suco integral e submetendo à atomização obtiveram como valores médios em sete ensaios somente 2,2% de ácido ascórbico.

Redução superior ao desta pesquisa foi relatada por Gomes *et al.* (2004), ao estudar o armazenamento do pó da acerola seco em secador tipo leito de jorro. Verificaram que o teor de ácido ascórbico diminui com o aumento do tempo de armazenamento, atingindo uma redução de 29,72% ao final de 60 dias. Comportamento semelhante foi observado por Yamashita *et al.* (2003) ao estudarem a estabilidade do ácido ascórbico em produtos da

acerola, evidenciando uma redução no teor de vitamina com o tempo de armazenamento em sucos armazenados em temperatura ambiente e na acerola *in natura*.

Valores inferiores aos apresentados no presente trabalho foram relatados por Soares *et al.* (2001), estudando a estabilidade do pó da acerola pelo processo *"foam-mat"* no qual observaram inicialmente valores médios de 15,16% e aos 90 dias de armazenamento redução de para 9,93%.

A estabilidade do ácido ascórbico durante o processo de produção de pó de acerola ainda é pouco estudada para efeitos comparativos de resultados, embora existam trabalhos da estabilidade de encapsulados de suco de acerola verde ao longo da armazenagem em diferentes temperaturas como o apresentado por Righeto (2003), que comprovou a eficiência do processo de atomização comparado à liofilização, onde constatou que a concentração de ácido ascórbico do pó de suco de acerola está relacionada a dois fatores básicos na formulação: a quantidade de ácido ascórbico do suco concentrado utilizado na formulação, e o percentual de maltodextrina utilizado. Righeto (2003), utilizando 50% de maltodextrina obteve 8,4% de ácido ascórbico para o atomizado e 7,45% para o liofilizado.

A manutenção do conteúdo final de ácido ascórbico ao final do armazenamento pode ser explicada pela acidez, bem como pelo conteúdo de polifenóis totais. Segundo Oliveira *et al.* (1999) a degradação oxidativa da vitamina C pode ser reduzida em meio ácido e na presença de compostos fenólicos que exercem efeito protetor sobre essa vitamina. Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o "stress" oxidativo (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

Apesar da redução do teor de ácido ascórbico com o armazenamento, o pó de acerola ainda apresenta uma quantidade elevada dessa vitamina. No Brasil a Ingestão Diária Recomendada de vitamina C é de 45 mg para adultos de acordo com a Resolução RDC nº 269, de 22/09/2005. (BRASIL 2005a; FAO/OMS, 2001).

4.1.14 Polifenóis extraíveis totais (PET)

A análise estatística dos valores obtidos para a variação dos polifenóis extraíveis totais (PET) em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), mas não foi ajustado aos modelos testados (Figura 24). Os PET tiveram valores iniciais de 6.004,20 mg de ácido gálico equivalente/100g, no dia do processamento, e de 5.265,74 mg de ácido gálico equivalente/100g no último dia de armazenamento, portanto, 12,3% de redução em relação ao início do armazenamento.

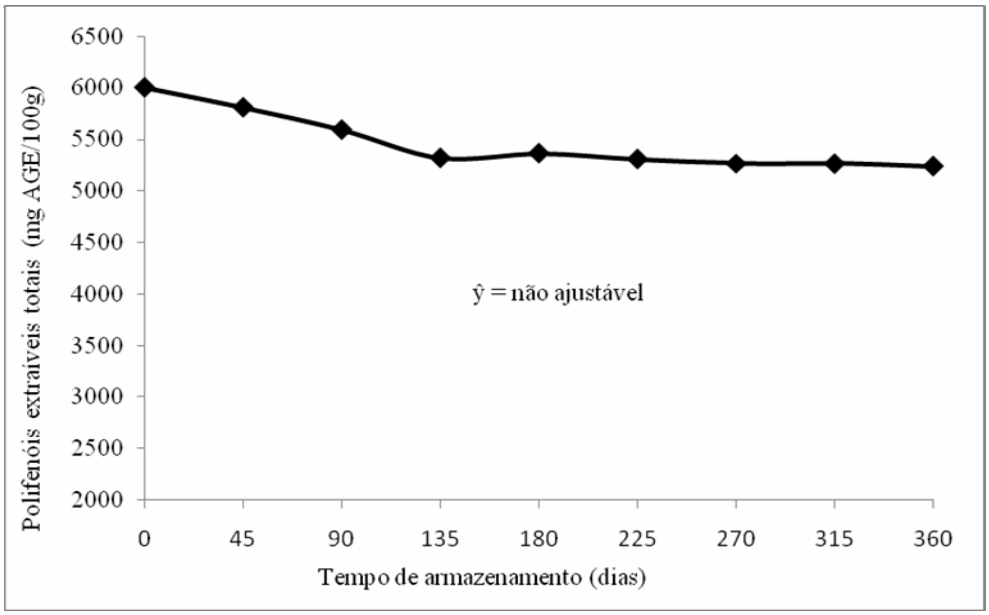

Figura 24 - Conteúdo de polifenóis extraíveis totais do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Valores superiores foram relatados por Rufino (2008), que estudou as propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais, observou conteúdo de 10.279,9 mgAGE/100g na acerola liofilizada, 5671,8 mgAGE/100 na jussara liofilizada e 11.615,1 mgAGE/100 em camu-camu liofilizado.

A composição de compostos fenólicos em frutas pode ser modificada pelo ambiente e fatores pós-colheita, incluindo armazenamento e processamento. O processamemto e armazenamento prolongados promovem oxidação enzimática e química dos compostos fenólicos, contribuindo para a sua redução (KAUR; KAPOOR, 2001). Klopotek *et al.* (2005) ao estudarem o efeito do processamento do morango a diferentes produtos, constataram que o processamento reduz em aproximadamente 70% o conteúdo de compostos

fenólicos de 257,1 mgAGE/100g de morangos íntegros para 73,6 mgAGE/100g na polpa de morango. Klimezak *et al.* (2007) estudaram o efeito do armazenamento na atividade antioxidante de suco de laranja e evidenciaram uma diminuição no conteúdo de polifenóis totais armazenados durante seis meses. O suco de laranja armazenado a 18 °C apresentou uma menor degradação dos polifenóis durante seis meses quando comparado aos sucos armazenados a 28 e 38 °C armazenados ao longo do mesmo período, sendo constatado que a temperatura e o tempo de armazenamento também afetam o conteúdo de polifenóis.

Valores observados nesse trabalho foram superiores quando comparados com a fruta madura *in natura,* como os analisados por Sampaio *et al.* (2009) ao estudarem a qualidade, componentes bioativos e atividade antioxidante de clones de aceroleiras encontraram valores que variaram de 451,00 mgAGE/100g para o clone Frutacor e de 1104,79 mgAGE/100g para o clone II47/1. Alves *et al.* (2008), estudando a quantificação da atividade antioxidante em frutas tropicais obtiveram 900,00 mgAGE/100g de matéria seca para a acerola liofilizada e na fruta *in natura* determinaram valor de 1055,9 mgAGE/100g. Kuskoski *et al.* (2005) que estudaram a aplicação de diversos métodos químicos para determinar a atividade antioxidante em polpas de frutos observaram que no extrato da polpa de acerola 580,01 mgAGE/100g, valor semelhante ao encontrado na polpa de manga (544,9 mgAGE/100g) e também Kuskoski *et al.* (2006) quando estudaram babaçu, polpa de acerola, açaí e morango observaram que no extrato de babaçu contém elevado teor de polifenóis totais (897,6 mgAGE/100g) comparados aos outros frutos em bagas, como o jambolão (229,6 mgAGE/100g). As polpas congeladas de açaí e de morango também apresentam elevados valores: 136,8 mgAGE/100g e 132,1 mgAGE/100g, respectivamente.

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (HEIM *et al.*, 2002). Embora a vitamina C seja considerada por alguns autores como o maior contribuinte na atividade antioxidante, Sun *et al.* (2002) demonstraram que a contribuição do ácido ascórbico na determinação da atividade antioxidante de 11 frutos é baixa e afirmaram que a maior contribuição para a atividade antioxidante total de frutos se deve à composição de compostos bioativos.

4.1.15 Atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC)

Estatisticamente, a atividade antioxidante total do pó de acerola apresentou diferença significativa durante o tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$), porém, não foi possível ajustar os dados a nenhum modelo (Figura 25). Esses dados variaram de 1209,76 para 984,27 µM Trolox/g de pó, implicando uma redução de 18,6% com relação ao dia do processamento, como também houve uma tendência à estabilização nos últimos dias de armazenamento.

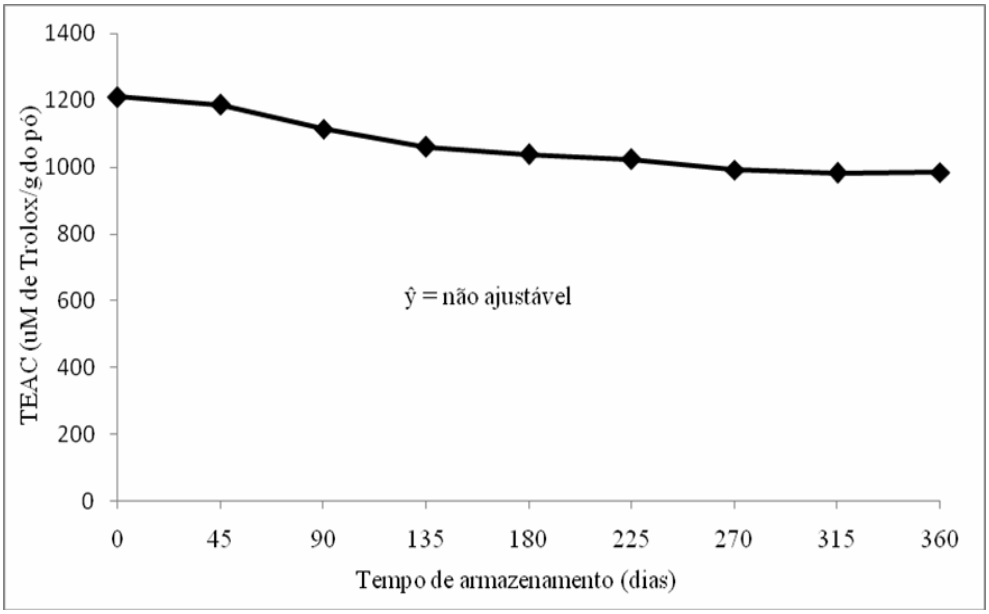

Figura 25 - Atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Comportamento semelhante foi relatado por Oliveira (2008a), que observou redução da atividade antioxidante em frutos de clones convencionais de aceroleiras maduras durante 330 dias de armazenamento de 198,02 para 52,37 µM Trolox/g. Klopotek, *et al.* (2005) também observaram a diminuição da atividade antioxidante total quando estudaram o efeito do processamento do morango a diferentes produtos, onde na polpa foi de 1190 µM Trolox/g na fruta *in natura* para 56,5 µM Trolox/g no vinho de morango.

Rufino (2008) ao estudar as propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais, observou valores próximos ao dessa pesquisa e relatou que para a acerola liofilizada foi de 952,9 µM Trolox/g e para o camu-camu liofilizado foi de 1237,2 µM Trolox/g, valores estes semelhantes ao ultimo dia e ao primeiro dia de armazenamento, respectivamente.

Valores superiores ao dessa pesquisa foi relatodo por Alves *et al.* (2008) que relataram para a acerola i*n natura* e liofilizada valores de 1315,0 μM Trolox/g e 1783,4 μM Trolox/g, respectivamente, ao estudarem a quantificação da atividade antioxidante em frutas tropicais.

Mezadri *et al.* (2008) estudaram os compostos antioxidantes e atividade antioxidante de acerolas e de seus derivados e concluíram que quanto maior for o nível de processamento nos frutos, mais baixo será a sua capacidade antioxidante. Concluíram também que a atividade antioxidante de acerola não é creditada somente a um tipo de composto bioativo, mas a soma deles.

A acerola tem atividade antioxidante devido ao alto teor de vitamina C (TANAKA, 2007), apresentando-se como alternativa comercial altamente viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que vem justificando estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria prima, que concentra na fruta *in natura* e na polpa, sua maior forma de consumo (SOARES *et al.*, 2001).

A redução da atividade antioxidante total pode ser devida à oxidação da vitamina C e dos compostos fenólicos, como também pela degradação das antocianinas. Kaur e Kapoor (2001) afirmam que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequencia do processamento e armazenamento afetando, dessa forma, a capacidade antioxidante do alimento.

Valores inferiores ao desse estudo foram relatados por Prado (2009), ao estudar a composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais e observou que dentre as frutas analisadas a acerola se destacou com 788 ± 55 μM Trolox/g (em base seca), bem como Kuskoski *et al.* (2006) observou valores de 68 μM Trolox/g na acerola para o TEAC quando estudaram a atividade antioxidante de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas.

A capacidade antioxidante de sucos de acerola depende da ação sinérgica entre os constituintes de diferentes frações, sendo a vitamina C e os compostos fenólicos os componentes mais importantes (RIGHETTO *et al.,* 2005).

Os resultados obtidos no presente trabalho para o teor de clorofila foram bastante expressivos, indicando que o pó de acerola orgânica verde é uma fonte razoável de clorofila. Portanto, apresentam em sua composição quatro parâmetros importantes, clorofila, ácido ascórbico, polifenóis e atividade antioxidante, caracterizando assim, a acerola orgânica verde em pó como um produto de alto valor nutricional, apresentando também atividade funcional.

4.1.16 Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC)

Assim como ocorreu com a atividade antioxidante total (Figura 25) e o conteúdo de ácido ascórbico (Figura 23), neste trabalho o conteúdo de atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC), apresentado na Figura 26, apresentou diferença significativa durante o tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$), porém, não foi possível ajustar os dados em nenhum modelo. Esse parâmetro também diminuiu com o decorrer dos dias de armazenamento, de 1521,05 para 1362,45 mg de ácido ascórbico/100g de pó apresentando tendência a estalibização nos últimos dias de armazenamento. Portanto, houve uma redução de 10,43% em 360 dias de armazenamento em relação ao dia do processamento.

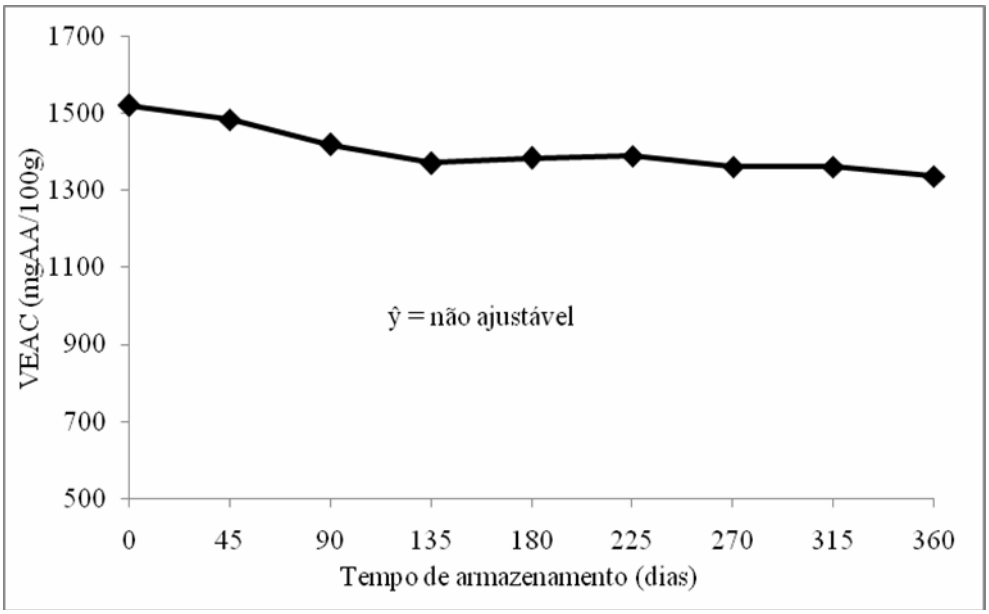

Figura 26 - Atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC) do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

Os dados em VEAC se justificam pelo fato de que as amostras são alimentos e a vitamina C se encontra diariamente na dieta alimentar (KIM *et al.*, 2002), o que não significa que esteja correlacionada com o conteúdo de vitamina C na amostra.

Cataneo *et al.* (2008), ao estudarem a atividade antioxidante de bagaço de uva para a produção de vinho, observaram valores semelhantes ao desse trabalho cujos valores médios obtidos foram de 1214,65 mgAA/100g. Já Kuskoski *et al.* (2005) trabalhando com polpa de acerola madura encontrou valores de 1198,9 mgAA/100g que foram similares ao do final do armazenamento desta pesquisa. Kuskoski *et al.* (2006) quando estudaram a atividade

antioxidante de frutos tropicais silvestres e polpas congeladas relataram, valores pouco inferiores (VEAC: 959,1 mgAA/100g).

Leong e Shui (2002) estudaram a atividade antioxidante de frutos de 27 mercados de Cingapura e os frutos classificados com valores maiores que 600 mgAA/100g como tendo um elevada capacidade antioxidante, o sapoti foi destaque, com uma valor de 3396 ± 387,9 mgAA/100 g, que é superior a acerola.

As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estádio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas), apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes. Por sua vez, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO *et al.*, 2008).

4.2 Análise de correlação

Verificou alta correlação positiva entre a atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC) e ácido ascórbico (r = 0,83), antocianinas totais (r = 0,74) e polifenóis extraíveis totais (r = 0,94), ao nível de 0,1% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5 – Coeficiente de correlação de Pearson entre a atividade antioxidante total equivalente ao Trolox (TEAC) e ácido ascórbico, antocianinas totais e polifenóis extraíveis totais.

Parâmetros	Coeficiente de correlação (r)
	TEAC
Polifenóis extraiveis totais	0,942 *
Ácido ascórbico	0,833 *
Antocianinas totais	0,749 *

* Significativo ao nível de 0,1%

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que os polifenóis totais e o conteúdo de ácido ascórbico foram os que mais contribuíram para a atividade antioxidante total. O conteúdo de antocianinas totais também contribuiu consideravelmente.

Muitos estudos também têm verificado uma correlação direta entre a atividade antioxidante total e os compostos fenólicos, sendo estes considerados os mais representativos entre as substâncias bioativas com atividade antioxidante (SILVA, 2008). De acordo com Heim *et*

al. (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos, conflitando com os resultados obtidos por Sun *et al.* (2002), em que a contribuição do ácido ascórbico na atividade antioxidante de 11 frutos foi baixa, sendo a maior contribuição dada pela composição de outros compostos bioativos.

Santos (2007) aplicou a correlação de Pearson entre as variáveis ácido ascórbico, carotenóides, antocianinas e compostos fenólicos encontrados em polpas de açaí, e verificou correlação para as variáveis antocianinas ($r = 0,72$) e compostos fenólicos ($r = 0,59$), ao nível de 5% de probabilidade.

Kuskoski *et al.* (2006) constataram uma correlação direta entre os valores de polifenóis totais ($r = 0,9914$, $p \leq 0,01$) e de antocianinas totais ($r = 0,9686$, $p \leq 0,01$) com os valores de atividade antioxidante em equivalente de Trolox (TEAC) em 15 frutos avaliados.

Segundo Hassimoto *et al.* (2005), argumenta-se que a atividade antioxidante não ocorre pela contribuição de um ou outro composto isolado, mas ao sinergismo entre eles, resultando na atividade antioxidante total. Diante do exposto, como foi observada correlação direta da atividade antioxidante com dois dos principais grupos de compostos bioativos (polifenóis totais e ácido ascórbico), acredita-se que a ação antioxidante dos materiais deve-se, basicamente, a esses dois compostos.

4.3 Análises microbiológicas

Com o objetivo de se determinar as condições higiênico-sanitárias do processamento, bem como verificar as possíveis alterações de natureza microbiológica advindas do manuseio do produto processado e das condições de estocagem, foram realizados os ensaios microbiológicos indicados ao tipo de alimento em estudo. Na Tabela 6 estão apresentados os resultados do ensaio microbiológico da estabilidade do pó de acerola oriunda de cultivo orgânico durante 360 dias de armazenamento a temperatura de 20 ± 2 °C.

Tabela 6 – Contagem de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C, aeróbios e mesófilos, bolores e leveduras, pesquisa de *Salmonella* sp. do estudo de estabilidade do pó de acerola orgânica verde durante 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

	RESULTADOS (dias de armazenamento)								
DETERMINAÇÕES	0	45	90	135	180	225	270	315	360
Coliforme a 35°C (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salmonella sp. (25 g)	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*	Aus*
Contagem de aeróbios e mesófilos (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	2,0 x 10	2,0 x 10	2,0 x 10

Aus* = Ausência

Em relação a pesquisa de *Salmonella* sp. o produto encontra-se de acordo coma Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Secretaria de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001; Tabela 8). Em relação à contagem de bolores e leveduras, a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 não estabelece padrões para bolores e leveduras, mas a Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997 (ANVISA, 1997; Tabela 7) já o faz, com valor máximo de 2 x 10^3 UFC/g, para que o alimento seja considerado inócuo à saúde. Resultados semelhantes foram obtidos por Soares *et al.* (2001) em acerolas em pó e por Matta *et al.* (2004) para sucos de acerola clarificados.

Comparando os resultados obtidos com os padrões vigentes (Tabela 7 e 8) estabelecidos para frutas secas e desidratadas pode-se verificar que os mesmos atendem aos padrões vigentes, estando o pó de acerola em condições recomendáveis de consumo. A manutenção das características iniciais e ao longo do período de estocagem indica que as condições de embalagem e de armazenamento não favoreceram o crescimento microbiano, não tendo sido, portanto, neste intervalo de tempo, provocadas alterações a níveis relevantes que fossem capazes de tornar o meio ideal ao aumento da população microbiana.

Tabela 7 - Padrão microbiológico para frutas secas e desidratadas ou liofilizadas (ANVISA, 1997).

Grupo de alimentos	Microrganismos	Tolerância para amostra indicativa (máximo permitido)
Frutas secas, desidratadas ou liofilizadas	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	10
	Coliformes a 35 °C (NMP/g)	-
	Salmonella sp./25g	Ausência
	Bolores e Leveduras (UFC/g)	2×10^3

Tabela 8- Padrão microbiológico para frutas secas e desidratadas ou liofilizadas (ANVISA, 2001).

Grupo de alimentos	Microrganismos	Tolerância para Amostra Indicativa	Tolerância para Amostra Representativa			
			n	c	m	M
Frutas secas, desidratadas ou liofilizadas	Coliformes a 45 °C/g	10^2	5	2	10	10^2
	Salmonella sp/25g	Ausência	5	0	Ausência	-

Alteraçõs microbiológicas são indesejáveis em qualquer tipo de alimento, bem como a detecção de microrganismos patogênicos e indicadores de má condições higiênico-sanitárias. A *Salmonella* sp. é um microrganismo gram-negativo e um dos principais causadores de infecção alimentar. Segundo Franco e Landgraf (2003), baixas contagens de bolores e leveduras são consideradas normais, não significativas, em alimentos frescos e congelados. No entanto, contagens elevadas representam, além do aspecto deteriorante, que pode levar inclusive à rejeição do produto, um risco à saúde pública devido à possível produção de micotoxinas por algumas espécies de bolores.

Os coliformes a totais (35° C) e fecais (45 °C) colonizam o trato intestinal de animais de sangue quente, incluindo os humanos e podem contaminar os alimentos por meio de falhas no aspecto higiênico durante o processamento. Já a *Salmonella* pode estar presente em frutos, dada a possibilidade do contato com matéria fecal animal durante seu cultivo. (SILVA JÚNIOR, 2001). Portanto, ambos microorganismos são empregados como indicadores de qualidade higiênico-sanitária na manipulação de alimentos.

CONCLUSÕES

O estudo da estabilidade de acerola em pó oriunda de cultivo orgânico permitiu observar alterações com o tempo de armazenamento dos parâmetros: sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, ácido ascórbico, antocianina total, clorofila total, atividade antioxidante total equivalente ao Trolox, atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais, luminosidade (L*), coordenada a*.

Os parâmetros pH, relação SS/AT, atividade de água, umidade, granulometria e coordenadas de cor b*, chroma (c*) e ângulo Hue (h*) não sofreram alterações no mesmo período, mantendo-se praticamente constantes.

A acerola orgânica verde desidratada por atomização apresentou um teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos e atividade antioxidante total superiores ao da acerola madura *in natura*.

Nessa pesquisa permitiu-se observar que o pó de acerola orgânica verde obteve elevados valores de atividade antioxidante total equivalente ao Trolox, e de atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico, além de elevado teor em ácido ascórbico e conteúdo de polifenóis extraíveis totais durante o armazenamento por 360 dias, que apesar da redução observada nesses parâmetros ao longo do armazenamento mantiveram-se elevados durante o período analisado. Portanto, a partir destes resultados pode-se concluir que a acerola orgânica em pó tem características de alimento funcional e seus compostos bioativos apresentaram boa estabilidade ao longo do tempo nas condições de armazenamento testadas, podendo ser utilizada como ingrediente funcional em diferentes alimentos.

Os resultados da análise microbiológica indicaram que o produto foi processado e manipulado sob condições higiênico-sanitárias satisfatórias, tendo inclusive mantido as características ideais de consumo durante 360 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

AABY, K., HVATTUM, E., SKREDE, G. Analysis of flavonoids and other phenolic compounds using high-performance liquid chromatography with coulometric array detection: Relationship to antioxidant activity **J. Agric. Food Chem**. Norway v. 52, p. 4595-4603, 2004.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Rev. Bras. Frut.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides e antocianinas. In: 4° Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. **Livro de Resumos**. Campinas, p. 58, 2001.

AGRORGÂNICA. Disponível em: www.agrorganica.com.br. Acesso em: 04 de fevereiro de 2010.

AGUIAR, L. P. **β-Caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) **-** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 87f**.** 2001.

AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. Diagnóstico sobre a industrialização de produtos de origem vegetal desidratados. **Informativo Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 2-3, 2000.

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. Ed. UFPB, v.1, João Pessoa, p. 198, 2002.

ALMEIDA, J. I. L.; LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M. **Produtos de Acerola.** Fortaleza-CE: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, p. 40, 2002.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos**. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRRJ.. p. 133-141. 2006.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. S. M.; SAMPAIO, C. G. **Antioxidant Activity Measurement in Tropical Fruits: a Case Study with Acerola.** Acta Hort. (ISHS) n. 773, p. 299 – 306, 2008.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B. Botânica da Aceroleira. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, A. E. **Cultura da acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ / UESB, p. 07-14, 1995.

ANDRADE, I.; FLORES, H. Optimization of spray drying of roselle extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). In: **Drying 2004 -** Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004). São Paulo, v. A, p. 597-604, 2004.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz.** v. 66, n. 1, p. 1-9, São José do Rio Preto/SP, 2007.

ANSELMO, F. D. M. **Qualidade e conservação pós-colheita de Melão *cantaloupe* 'torreon' para exportação.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 98f. 2007.

ANTOLOVICH M.; PRENZLER PD; PATSALIDES E; MCDONALD S; ROBARDS K. Methods for testing antioxidant activity **Analyst**, Wagga Wagga , Austrália, v. 127, p. 183-198, 2002.

ANVISA - Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária - Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos, 2007. PORTARIA Nº 451, DE 19 DE SETEMBRO DE 1997.

ANVISA - Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária - Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos, 2001. -RESOLUÇÃO RDC Nº 12, DE 02 DE JANEIRO DE 2001

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 15. ed. Washington: AOAC, v. 2, 1995.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). DOWNES & ITO [coords.] .**Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 1.ed.Washington, DC:, p. 676, 2001.

ARANHA, F. Q.; MOURA, L. S. A.; SIMÕES, M. O. S.; BARROS, Z. F.; QUIRINO, I. V. L.; METRI, J. C.; BARROS, J. C. Normalização dos níveis séricos de ácido ascórbico por suplementação com suco de acerola (*Malpighia glabra L.*) ou farmacológica em idosos institucionalizados. **Rev. Nutri.,** Campinas, v. 17, n. 3, p. 309-317, 2004.

ARAÚJO, P. G. L. **Conservação pós-colheita e estabilidade da polpa congelada de acerolas Apodi, Cereja, Frutacor, II 47/1, Roxinha e Sertaneja**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 67f., 2005.

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. Acerola. In: LOPES, R. PAIVA, J. R. **Melhoramento de fruteiras tropicais:** Aceroleira. Viçosa: UFV, p.63-100. 2002.

ARRIGONI, O.; DE TULIO, M. C. Ascorbic acid: much more than Just an antioxidant. **Biochim. Biophys. Acta,** Bari, Italia, v. 1569, p. 1-9, 2002.

ASABE. ANSI/ASAE S319.3 – Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. In. ASABE Standars, p. 602-605. **Amer. Soc. Agricult. Biolog. Eng.**, St. Joseph, MI. (2006).

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; WU, X.; PRIOR, R. L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L., Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (Sorghum bicolor) and sorghum products. **J. Agric. Food Chem**, Texas, v. 51, n. 23, p. 6657–6662, 2003.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potencial uses. **Food Chem.,** Sydney, Austrália, v. 99, p. 191-203, 2006.

BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G. Características Físico-químicas e Sensoriais de refrigerantes de acerola produzidos a partir de suco desidratado e extrato seco da fruta. **J. Food Tecnol.,** Campinas,SP, v. 7, p. 69- 76, 2004.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Ana. Biochem.,** Hong Kong, v. 239, p.70-76, 1996.

BERGER, H.S. El color en alimentos medidas instrumentales. El color en la postcosecha de frutas y hortalizas. **Pub. Misc. Agrí.** n.31, Santiago do Chile, p.79-85,1989.

BLISKA, F. M. M.; LEITE, R. S. S. F. Aspectos econômicos e de mercado. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. **Acerola no Brasil: produção e mercado.** Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, p. 107-123, 1995.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. **Food Sci. Technol.-Leb**. Massy, France, v. 30, p. 609-615, 1997.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; Produção Orgânica de Frutas. **Comunicado Técnico nº 113** Embrapa. Cruz das Almas, BA. n° 113, 2005

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; CORDEIRO, Z. J. M. Cultivo orgânico da bananeira. **Circular técnica nº 81.** Embrapa. Cruz das Almas, BA. n° 81, 2006.

BORGES, A. L.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. S.; SILVA, M. N. B. Cultivo orgânico de fruteiras tropicais – manejo do solo e da cultura. **Comunicado Técnico nº 64**, Cruz das Almas, BA, 2003.

BOURN D, PRESCOTT J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr**. Dunedin, New Zealand, v. 42, n.1, p. 1-34, 2003.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**. Massy - France, v.28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de produtos orgânicos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – Brasília: IICA : MAPA/SPA, **Agronegócios** ; v. 5, p. 108, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Regulamenta o Regulamento Técnico para fixação dos padrões de Identidade e Qualidade Gerais para o Suco Tropical e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Ed. nº 174, de 9 de setembro de 2003a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal n° 10.831 de dezembro de 2003. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez 2003b.

BRASIL. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos CNNPA**. Resolução n.12, de 24 de julho de 1978, revogado pela resolução RDC n.273, de 22 de setembro de 2005a.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para analise de alimentos.** Brasil. Ministério da Saúde, 1018p. 2005b.

BRITO E.S.; ARAÚJO, M. C. P.; ALVES, R. E.; CARKEET, C.; CLEVIDENCE, B. A.; NOVOTNY, J. A. . Anthocyanins Present in Selected Tropical Fruits: Acerola, Jambolão, Jussara, and Guajiru**. J. Agric. Food Chem**. v. 55, n. 23, p. 9389–9394, 2007.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v. 2, p. 241-249, 1963.

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. Frut.,** Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Inn. Food Sci. & Emerg. Tech.,** Oxford, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.

CAO, G. H.; ALESSIO, H. M.; CUTLER, R. G. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. **Free Radical Biol. Med**. v. 14, p. 303-311, 1993.

CARDOSO, C. E. L.; LOPES, R. L.; ALMEIDA, C. O. Aspectos econômicos**.** In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da acerola**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 185-196, 2003.

CARDOSO, C. L., SILVA, D. H. S., CASTRO-GAMBOA, I., BOLZANI, V.S. New biflavonoid and other flavonoids from the leaves of *Chimarrhis turbinata* and their antioxidant activities. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 16, 2005.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALES, M. G. N.; POPPER,I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Rev. Bras. Frut.,** Jaboticabal-SP, v. 24, n. 1, p. 124-126, 2002.

CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripenig in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* D.C.. **Depart. Biol. Chem. Sci.**, University of the West Indies: Scientia Horticulturae, v. 92, Issue 1, p. 1-7, 2002.

CARVALHO, R. A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açú, Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 21. (documento 49), 2000.

CATANEO, C. B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Ciênc. Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 93-102, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Unicamp, p. 208, 2003

CEREZAL-MEZQUITA, P.; GARCÍA-VIGOA, Y. La acerola – fruta marginada de America con alto contenido de acido ascorbico. **Alimentaria**, Madri, v. 37, n. 309, p. 113-125, 2000.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola**. Rev. Biol. Ciênc. Terra**. v. 4, n. 2, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª Edição, Lavras: UFLA, 2005,785 p.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Rev. Ciênc. Agron.,** Fortaleza-CE, v.38, n.2, p.228-232, 2007.

COSTA, M. J.C; TERTO, A. L. Q; SANTOS, L. M. P; RIVERA, M. A. A; MOURA, L. S. A. Efeito da Suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Rev. Nutri.,** Campinas, v.14, n.l, p.13-20, 2001.

DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. C. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. **Food Chem.**, v. 103, p. 935- 943, 2007.

DEYMONAZ, C.; HOBSON, M.; DIAZ, D.; GUIDINGER, N. **Spray drying.** Disponível em:< http://www.wsu.edu/~gmhyde/433_web_pages/drying-web-pages98/spray-dry/Spray-Drying-intro.htm>. Acesso em: 26 de dezembro de 2008.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M.. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciênc. Tecnol. Alim.,** v. 26, n.2, p. 446-452, 2006.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, E.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. flavicarpa) desidratado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 2, 2007

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função sombremanento em mudas de quatro espécies florestais. **Rev. Bras. Fis. Veg..** Londrina, v. 3, n. 1, p. 39 – 45, 1991.

ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C., WICHERS, H.J.; GARCÍA-VIGUEIRA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, p. 1588-1592, 2000.

FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática.** 2ª edição. Artmed. Porto Alegre. 602p., 2006.

FIGUEIRÊDO, R. M. F. **Caracterização físico-química do suco e pó de acerola (*Malpighia punciflora,* L.)**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos. [s.n.], 1998.

FIGUEIRÊDO, R. M. F., GRANDIN, A., MARTUCCI, E. T. Armazenamento do suco de acerola microencapsulado**. Rev. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2001.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MARTUCCI, E.T. Alterações de cor da acerola em pó sob condições controladas. **Rer. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.49-57, 2005.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P.(Ed). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207., 1982.

FREIRE, L. O. F; LIMA, A. N; SANTOS, F. G. B.; MARINUS, J. V. M. L.; FREITAS, H. E. S. C. Teores de nutrientes na área foliar de plantas em fase de produção e exportação de nutrientes de frutos de acerola em pomares do Estado da Paraíba. **Rev. Bras. Eng. Amb.**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 79 – 91, 2007.

FREITAS, C. A. S. **Estabilidade do suco troppical de acerola (Malpighia emarginata D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. Dissertação (mestrado) – Tecnologia de alimentos.** 101f. Fortaleza-CE. 2004.

FREITAS. C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; RODRIGUES, M. C. P.; SOUSA, P. H. M. **E**stabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata*

D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 26, n. 3, p. 544-549, 2006

FRUTAL, **Produção Orgânica de Frutas Tropicais do Semi-Árido**. Disponível em: Conteúdo Técnico Frutal 2001 e Simpósio de Inovações Tecnológicas e Gerenciais, Fortaleza, Ceará, 2001.

GALDINO, P. O; QUEIROZ, A. J. M. Q.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Rev. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 73-80, 2003.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; McPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chem.**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 471-474, 2000.

GOOGLE EARTH. Europa Technologies, 2010. US – Dept. of Stade Geographer, 2010

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 3, n. 24, p. 384-389, 2004.

GOMES, P. M. A., FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Rev. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.53, p.2928-2935, 2005.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBOLYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chenistry, metabolism and structure-activity relationships. **J. Nutrit. Biochem.,** v. 53, p. 1984-1989, 2002.

HUNTERLAB. Color Measurement of Transluscent Materials. Hunter Associates Laboratory, Incorporated 9529. Lee Highway, Fairtax Va. 22030, USA. 1978.

IBD. Instituto Biodinâmico (Botucatu, SP). Projetos certificados IBD. Botucatu: 2010. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/News_Detalhe.aspx?idnews=194>. Acesso em: 27 janeiro de 2010.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Fruticultura**, 2009. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901_FrutasBrasileirasAscensao.asp>. Acesso em: 15 de janeiro de 2010.

ITAL - **Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Manual Técnico de Analise Química de Alimentos. Campinas, 1990.

JAYAPRAKASHA, G.K., NEGI, P.S., JENA, B.S., RAO, J.M. Antioxidant and antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extracts. **J. Food Comp. Analysis** v. 20, p. 330–336, 2007

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Intern. J. Sci. Tech.,** Oxford, v. 37, p. 153-161, 2002.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic – the millenniun's health. **Intern. J. Sci. Tech.,** Oxford v. 36, p. 703 -725, 2001.

KIM, D-O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y.Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **J. Agric. Food Chem.,** v. 50, n. 13, p. 3713-3717, 2002.

KLIMEZAK I., MALECKA M., SZLAHTA M. AND A. GLISZEZYNSKA-SWIGLO: Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **J. Food Comp. Anal.** v. 20, p. 313-322, 2007

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BÖHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity**. J. Agric. Food Chem.,** v. 53, p. 5640–5646, 2005.

KONICA MINOLTA, Konica Minolta Sensing, Inc. Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. Daisennishimachi, Sakai. Osaka, Japan. p. 59, 1998.

KONRAD, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; GENEROSO, E. C. S. Qualidade de frutos de aceroleira sob diferentes sistemas de irrigação na região da alta paulista, SP. In: **XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agricola,** 2002, Salvador. Anais... Salvador: 2002, CD Rom.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 25, n. 4, p.726-732, 2005.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T. FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciênc. Rural,** v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stabilitity of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Posth. Bio. Tech.**, Amsterdam , v. 20, p. 207-220, 2000.

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chem**. n. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. Caracterização físico-química e sensorial de pitanga roxa. **Rev. Bras. Frut.,** Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 382-385, 2000.

LIMA, V. L. A.; MELO, 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 (M*alpighia emarginata* D.C.), **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. , p. 101-103, 2003

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; GUERRA, N. B. Correlation Between the Anthocyanin Content and Chromatic Characterization of Acerola Pulps from Fruits of Different Genotypes. **Braz. J. Food Tech.,** v. 10, n. 1, p. 51-55, 2007.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chem.,** v. 90, p. 565-568, 2005.

LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2006.

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas-SP. 193f., 2005.

MADER, P.; FLIEBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**, London, v. 296, p. 1694-1697, 2002.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. G.; PRADO, G. M. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 27, p. 130-134, 2007.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 659-664, 2005.

MALTINI, E.; TORREGIANI, D.; VENIR, E.; BERTOLO, G. Water activity and the preservation of plant foods. **Food Chemistry**, v. 82, p. 79-86, 2003.

MARCO, G. A rapid method for evaluation of antioxidants. **J. Americ. Oil Chem. Soc.,** v. 45, p. 594-598, 1968

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de La dieta. **Arch. Latinoam. Nutr.,** Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; FOLEGATTI, M. I. S.OLIVEIRA, J. R. P.; OLIVEIRA, J. A. B.; SANTOS, D. B. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia punicifolia* L.). **Rev. Bras. Frut.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. L. S.; FERREIRA, D. C. 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.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M.; SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, n. 2, p. 293-297, 2004.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Rev. Econ. Soc. Rural**, Brasília, v. 4, n. 2, 2006.

MENEZES, A. R. V.; JUNIOR, A. S.; CRUZ, H. L. L.; ARAUJO, D. R.; SAMPAIO, D. D.Estudo Comparativo do pó da acerola verde (*Malphigia Emarginata* D.C) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização**. Rev. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2009

MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Braz. J. Food Tech.,** v. 19, n. 2, p. 89-94, 2006.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Braz. J. Pharm. Sci.,,** v. 44, n. 2, 2008.

MELONI, P. L. S. Desidratação de frutas e hortaliças. Fortaleza: **Instituto Frutal**, 2003.

MESQUITA, P. C.; VIGOA, Y. G. La acerola. Fruta marginada de America con alto contenido de ácido ascórbico. **Alimentaria**, Madrid, v. 37, n. 309, p. 113-126, 2000.

MEZADRI, T.; VILLAÑO, D. FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (Malpighia emarginata DC.) fruits and derivates. **Food Chem.**, v. 21, p. 282-290, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**. New York, v. 31, p. 426 – 4287, 1959.

MILLER, H. E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **J. Americ. Soc.,** v. 48, p. 91, 1971.

MORI, E. E. M. **Determinação da vida-de-prateleira através da análise sensorial e correlações**. In: Reações de Transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. Moura, S.C.S.R.; Germer, S.P.M. (ed.) Campinas: ITAL. 3ª ed. p. 63-83, 2004. (Manual Técnico nº 6).

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira *(Malpighia emarginata* D.C.). **Rev. Ciênc. Agron.,** v. 38, n. l, p. 52-57, 2007.

MUSSER, R. S. **Caracterização de acessos de aceroleira *(Malpighia emarginata* D. C.) do Banco Ativo de Germoplasma em Pernambuco.** 2001.143f. Tese (Doutorado em Botânica e Melhoramento Vegetal), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

MUSSER, R. S.; LEMOS, M. A.; LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Características Físico-químicas de Acerolas do Banco Ativo de Germoplasma de Pernambuco. **Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 24, n. 4, p. 556 - 561, 2004.

NAGAMINE, L; AKIYAMA, T.; KAINUMA, M. Effect of acerola cherry extract on cell proliferation and activation of Ras signal pathway at the promotion stage of lung tumongenesis in mice. **J. Nutri. Sci. Vitam.,** Tokyo, v. 8, n. l, p. 69-72, 2002.

NEVES, M. V. M.; LIMA, V. L. A. G. Efeito do congelamento sobre a estabilidade da polpa de acerola adicionada de extrato comercial de própolis. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v. 20, n.1, p. 87-94, 2009.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; JÚNIOR, J. F. S. Efeitos do Estádio de Maturação dos Frutos nas Características Físico-Químicas de Acerola. **Pesq. Agrop. Bras.,** Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

NOGUEIRA, R. I; SILVA, F. C. Produtos Desidratados, In: São José, A. R. & Alves, R. E. **Acerola no Brasil- Produção e Mercado.** Vitória da Conquista (BA), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995.

ODIN, A. P. Vitamins as antimutagens: advantagens and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation Research,** Amsterdam, v. 386, n. l, p. 39-67,1997.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Rev. Bras. Prod. Agroin.**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 25 – 33, 2006.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; KOBAYASHI, A. K. Produção de Mudas. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (Org.). **A cultura da aceroleira.** 1. ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 73-88, 2003

OLIVEIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; LIMA, J. S.; MENDES, F. F.; FONTANÉTTI, A.; SOUZA, L. V.; MELO, A. V. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo, **Rev. Bras. Agroecol.** Viçosa, v. 2, n. 1, 2007

OLIVEIRA, L. S**. Avaliação da qualidade pós-colheita e capacidade antioxidante durante o armazenamento das polpas de seis clones de aceroleiras** / Dissertação

(Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Curso de Pós – Graduação em Bioquímica. Fortaleza, CE. 107f., 2008a

OLIVEIRA, M. A. **Avaliação da influência de adjuvantes de secagem sobre as propriedades de suco de caju atomizado** / Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.Centro de Ciências Agrárias, Curso de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, CE. 63f., 2008b.

OLIVEIRA, M. E. B., BASTOS, M. S. R., FEITOSA, T., BRANCO, M. A. A. C., SILVA, M. G. G., Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas – SP, v. 19, 1999.

OLIVEIRA, M. E. B.; BORGES, M. F.; NASSU, R. T.; RODRIGUES, C. L. J.; ALMEIDA, G. B. de. Polpa de acerola: avaliação química, físico-química, microbiológica e sensorial durante o armazenamento. In: 4° Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. **Livro de Resumos**. Campinas, p. 274, 2001.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos:** Componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed. p. 2005, 294, v. 1

OU, B; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **J. Agric. Food Chem**. v. 49, p. 4619-4626, 2001.

PADULA, M. Influência da embalagem na vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. Cap. 4.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S. Seleção de clones de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) no Estado do Ceará, Brasil. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort**. v. 47, p. 99 – 102, 2003.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, p. 110, 2000.

PERERA, C. O.; BALDWIN, E. A. biochemistry of fruits and its implication on processing. In. ARTHEY, D.; ASHURST, P. R**. Fruit Processing: nutrition, products and quality management.** 2ª Ed, 2001, Garthersburg-Maryland: AN ASPEN PUBLICATION, p. 19-33, 2001.

PEREIRA, I.E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Rev. Biol. Ciênc. Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 83-90, 2006.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*psidium guajava)* estocadas sob refrigeração em filmes X-Tend. **Aliment. Nutr.**, Araraquara v. 16, n. 1, p. 11-16, 2005

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research Intern.**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PIMENTEL, M. L. et al. Influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Rev. Bras. Frut.**, Jaboticabal-SP, v. 23, n. 1, p. 143-146, 2001.

PITOMBO, R. N. M.; CANTELMO, M. C. P. W. Jugo de acerola (*Mapighia punicifolia* L.) liofilizado: comportamiento higroscópico, efectos del almacenamiento humedades relativas y temperaturas, sobre la vitamina C y compuestos volatiles. **Alimentaria**, Madri, v. 37, n. 316, p. 119-128, 2000.

PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", p. 106, Piracicaba, 2009.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing antioxidant power assay. **J. Agric. Food Chem.,** v. 48, p. 3396-3402, 2000.

RE, R; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A; YANG, M.; RICI-EVANS, C.. Antioxidanty activity applying an improved ABTS radical cátion decolorization assay. **Free Rad. Biol. Med.,** v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, A.B.; SILVA, D.H.S.; BOLZANI, V.S. Flavonóis glicosilados antioxidantes de *Nectandra grandiflora* (Lauraceae) **Eclet. Quím**. v. 27, 2002.

RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização /** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2003.

RIGHETTO, A.M.; NETTO, F. M.; CARRARO, F. Chemical composition and antioxidant activity of juices from mature and immature acerola (*Malpighia emarginata* DC). **Food Sci. Tech.**, v. 11, n. 4, p. 315-321, 2005.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais.** Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 237f. Mossoró- RN. 2008.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Sci. Technol. Int**. v. 8 p. 121-137, 2002.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal Science Food Agriculture**, v.76, p.270-276, 1998.

SALVADOR, M.J.; FERREIRA, E.O.; MERTENS-TALCOTT, S.U.; CASTRO, W.V.; BUTTERWECK, V.; DERENDORF, H.; DIAS, D.A. Isolation and HPLC quantitative analysis of antioxidant flavonoids from *Alternanthera tenella* Colla. **Z. Naturforschung.** v. 61, p. 19-25, 2006.

SAMPAIO, C.G., MORAIS, S.M., RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E. AND BRITO, E.S. Quality, bioactive compound content, and antioxidant activity in fruits of brazilian acerola clones. **Acta Hort.** (ISHS). n. 841:p. 463-466, 2009.

SANTOS, G. M. **Contribuição da vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos no potencial antioxidante de produtos comerciais de açaí e cupuaçu.** 2007. 99f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart), **Arch. Latinoam. Nutri.,** Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición . v. 58, n. 2, 2008.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. Alterações de alimentos que resultam em perda de qualidade. In SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas – SP: CETEA/ITA, cap. 01, p. 1-22, 2001

SAS. Sas Institute Inc., Cary, NC, versão 8.1, 2006.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols**. J. Nutri.**, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SEMENSATO, L. R.; PEREIRA, A. S. Características de frutos de genótipos de aceroleira cultivados sob elevada altitude. **Pesq. Agropec. Bras.,** Brasília-DF, v. 35, n. 12, p. 2529-2536, 2000.

SILVA JÚNIOR, E. A. Critérios microbiológicos para interpretação de laudos. **Manual de controle higiêncio-sanitário em alimentos**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2001. cap. 39, p. 333-343.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, 82f. 2007a.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova,** v. 22, n. l, p. 94-103, 1999.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M,; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1179-1184, 2005.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias, Curso de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, CE. 134 f., 2008.

SILVEIRA, W. R. **Estabilidade da vitamina C no processamento de acerola (*Malpighia emarginata D.C.*) em pó em uma Agroindústria no Estado do Ceará. Fortaleza (CE).** Monografia do Curso de Especialização em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Ceará**,** 66f. 2007.

SIZER, F.S.; WHITNEY, E.N. **Nutrition: concepts and controversies.** 9.ed. Belmont (CA): Brooks Cole, p. 800, 2003.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA, A. e FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "FOAM-MAT". **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUSA, P. H. M. **Desenvolvimento de néctares mistos de frutas tropicais adicionados de *Gingko biloba* e *Panax ginseng***. 2006. 134f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUZA, H. K. O.; SILVA, V. E.; FILGUEIRA, M. A.; CHAVES, J. W. N. Infestação da Aceroleira por *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae) em Mossoró-RN. **Caatinga**, Mossoró-RN, v. 12, n. 1, p. 25-28, 1999.

SOUZA, M. C. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 124f., 2007.

SOUZA, M. J. H.; GUIMARÃES, M. C. A.; GUIMARÃES, C. D. L.; FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, A. M. S. Potencial agroclimático para a cultura da acerola no Estado de Minas Gerais. **Rer. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 390 – 396, 2006.

STADLER, Zecliz. **Determinação do Teor de Vitamina C em Alimentos**. Curitiba, 2008. 27f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Química Experimental para o 2o. Grau, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná. 2008.

SUN, J.; CHU, Y. F.; LIU. R. H.Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **J. Agri. Food Chem.,** v. 50, p. 7449–7454, 2002.

TANAKA, D. L.; **Influência da desidratação por *spray drying* sobre o teor ácido ascórbico no suco de acerola (*Malpighia ssp*)**. 2007. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual Paulista "Professor Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2007.

TAVARES, J. T. Q.; SANTOS, C. M. G.; TEIXEIRA, L. J.; SANTANA, R. S.; PORTUGAL, A. M. Estabilidade do Ácido ascórbico em polpa de acerola submetida a diferentes tratamentos. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 2, 2003.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estinating antioxidant activity from guava fruit extract. **J. Food Comp. Analysis,** v. 19, p. 669-675, 2006.

TOIT, R. D.; VOLSTEEDT, Y.; APOSTOLIDES, Z. Comparision of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. **Toxicology,** v. 166, p. 63-69, 2001.

TOMÁS-BARBERÁN, F.; EESPÍN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality of ruits and vegetables. **J. Sci. Food Agric.,** v. 81, p. 853-876, 2001.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, N. D.. Influence of drying air temperature and carrier agent concentration on the physicochemical properties of açai juice powder**. Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, n. 29, v. 2, p. 444-450, 2009

USDA - **United States Department of Agriculture.** Disponível em <http://www.usdabrazil.org.br/>. Acesso em: 22 de dezembro de 2009.

VASQUES, A. R.; BERTOLI, S. L.O; VALLE, R. C. S. C.;VALLE, J A. B.. Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v. 26, n. 4, 2006 .

VENDRAMINI, A. L.;TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia punicifolia* L.) at three stages of maturity. **Food Chem.**, v. 71, n. 2, p. 195-198, 2000.

WANG, H., CAO, G., PRIOR, R.L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **J. Agric. Food Chem.** v. 45, p. 304 -309, 1997

WANG, H., CAO, G., PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **J. Agric. Food Chem.** v. 44, p. 701 -705, 1996.

WILLER, H.; KILCHER, L. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2009 (Editors). **Bonn: IFOAM**, p. 304, 2009

WILLER, H.; YUSSEF, M. (Eds.). The world of organic agriculture: statistics and emerging trends. 2004. **Bonn: IFOAM**, 2004.

WILLIAMS, C.M. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? **Proc. Nutr. Soc.**, v. 61, n. 1, p. 19-24, 2002.

WOLKOFF, D. B. **Estudo da estabilidade de repositor hidroeletrolítico formulado à base de sucos clarificados de acerola e caju**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP. 194f., 2004

WU, X.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.M.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; PRIOR, R.L. Lipophilic and hydrophilic capacities of common foods in the United States. **J. Agric. Food Chem.,** v. 52, p. 4026-4037, 2004.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

APÊNDICE A

Tabela 9 - Quadrados médios do pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

FV	GL	Quadrado médio					
		pH	SS	AT	SS/AT	AST	AR
Tratamento	7	(0,0658)	(14,61)	(0,0013)	(139,8861)	(169,1663)	(205,4746)
Linear	1	0,1203 ^{ns}	90,45 *	0,0073 *	432,2492 ^{ns}	1067,0134 *	1318,7031 *
Falta de ajuste	6	0,0580 ^{ns}	3,78 ^{ns}	0,0004 *	98,1199 ^{ns}	40,9024 *	46,4420 *
Quadrádica	2	0,2581 ^{ns}	103,89 *	0,0076 *	432,7002 ^{ns}	1342,1975 *	1621,6310 *
Falta de ajuste	5	0,0447 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,0004 *	114,398 ^{ns}	1,8555 ^{ns}	3,6944 ^{ns}
Cúbica	3	0,4750 ^{ns}	106,21 *	0,0077 *	463,9086 ^{ns}	1342,3148 *	1625,3849 *
Falta de ajuste	4	0,01022 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,0005 *	131,0360 ^{ns}	2,2031 ^{ns}	3,6824 ^{ns}

APÊNDICE B

Tabela 10 - Quadrados médios do conteúdo de clorofila total, vitamina C, antocianinas totais, atividade antioxidante total equivalente ao trolox (TEAC), atividade antioxidante total equivalente em ácido ascórbico (VEAC), polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade de água (Aw) da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

FV	GL	Quadrado médio		
		TEAC	VEAC	PET
Tratamento	7	(66408,5471)	(35440,7736)	(687904,783)
Linear	1	482058,8227 *	206919,8865 *	4296840,716*
Falta de ajuste	6	7029,9363 *	10943,7575 *	172342,507 *
Quadrádica	2	523356,1393 *	245317,5869 *	4296840,716 *
Falta de ajuste	5	1318,7063 *	6368,1003 *	34086,368 *
Cúbica	3	523685,1738 *	260813,1071 *	5356807,271 *
Falta de ajuste	4	1516,6407 *	4542,6163 *	29286,199 *

FV	GL	Quadrado médio			
		Clorofila	Ácido ascórbico	Antocianinas	Aw
Tratamento	7	(36,1995)	(14147556,5)	(2,513)	(0,000396)
Linear	1	243,8419 *	66965935,67 *	17,5068 *	0,000049 ^{ns}
Falta de ajuste	6	6,5363 *	6602073,75 *	0,3711 ^{ns}	0,000446 ^{ns}
Quadrádica	2	252,8707 *	96157570,39 *	17,9453 *	0,000147 ^{ns}
Falta de ajuste	5	6,2876 *	2837146,91 *	0,3598 ^{ns}	0,000505 ^{ns}
Cúbica	3	283,0269 *	108620559,46 *	19,4940 *	0,000645 ^{ns}
Falta de ajuste	4	1,31385 ^{ns}	911978,49 *	0,1221 ^{ns}	0,000506 ^{ns}

APÊNDICE C

Tabela 11 - Quadrados médios das coordenadas de cor L*, a*, b*, chroma (c*) e ângulo Hue (h*), umidade e granulometriada da análise estatística dos dados da estabilidade do pó de acerola orgânica verde armazenado por 360 dias a temperatura de 20 ± 2 °C.

FV	GL	Quadrado médio						
		L*	a*	b*	c*	h*	Umidade	Granulometria
Tratamento	5	(0,6466)	(0,9623)	(2,2098)	(2,20745177)	(8569,72)	(0,2159)	(634,0761)
Linear	1	0,0008 ^{ns}	2,7328 ^{ns}	2,7384 ^{ns}	3,39978467 ^{ns}	17123,91726 ^{ns}	0,0043 ^{ns}	1252,0772 ^{ns}
Falta de ajuste	4	0,8619 *	0,3721 ^{ns}	2,0336 ^{ns}	1,81000747 ^{ns}	5718,32088 ^{ns}	0,2864 ^{ns}	428,0757 ^{ns}
Quadrádica	2	0,2198 ^{ns}	2,7730 ^{ns}	6,3189 ^{ns}	6,80967821 ^{ns}	29373,3621 ^{ns}	0,7833 ^{ns}	2164,5984 ^{ns}
Falta de ajuste	3	1,1833 *	0,5381 ^{ns}	1,2602 ^{ns}	1,01006444 ^{ns}	2452,75891 ^{ns}	0,0401 ^{ns}	185,8529 ^{ns}
Cúbica	3	2,3352 ^{ns}	3,5935 ^{ns}	8,7134 ^{ns}	8,75832856 ^{ns}	33665,41624 ^{ns}	0,8414 ^{ns}	2491,1665 ^{ns}
Falta de ajuste	2	0,2513 ^{ns}	0,2557 ^{ns}	0,1259 ^{ns}	0,07147854 ^{ns}	613,46367 ^{ns}	0,0222 ^{ns}	45,1379 ^{ns}

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SUELANE MEDEIROS MOURA

ESTABILIDADE DE ACEROLA EM PÓ ORIUNDA DE CULTIVO ORGÂNICO

FORTALEZA - CE

2010

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo