



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

RAFAELA MARIA TEMÓTEO LIMA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DE POLPAS DE ACEROLA ORGÂNICA PASTEURIZADA E
NÃO-PASTEURIZADA**

FORTALEZA

2010

RAFAELA MARIA TEMÓTEO LIMA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DE POLPAS DE ACEROLA ORGÂNICA PASTEURIZADA E
NÃO-PASTEURIZADA**

Dissertação submetida ao 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 Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

Co-orientador: Prof. PhD Geraldo Arraes Maia

FORTALEZA

2010

L696a Lima, Rafaela Maria Temóteo
Avaliação da estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola orgânica pasteurizada e não-pasteurizada / Rafaela Maria Temóteo Lima, 2010.
94 fl. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

Co-orientador: Prof. PhD Geraldo Arraes Maia

Área de concentração: Tecnologia de Frutos Tropicais

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

1. Polpa de frutas – pasteurização 2. Polpa de frutas – conservação 3. Polpa de acerola – congelamento I. Figueiredo, Raimundo Wilane de (orient.). II. Maia, Geraldo Arraes (Co-Orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

RAFAELA MARIA TEMÓTEO LIMA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DE POLPAS DE ACEROLA ORGÂNICA PASTEURIZADA E
NÃO-PASTEURIZADA**

Dissertação submetida ao 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 Ciência e Tecnologia de Alimentos.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida desde que seja feito de conformidade com as normas da ética científica.

Rafaela Maria Temóteo Lima

Dissertação aprovada em: 26 / 02 / 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo - Orientador
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia - Co-orientador
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Universidade Federal do Ceará

Dra. Maria Lêonia da Costa Gonzaga
Universidade Federal do Ceará

À Deus,

Aos meus queridos pais, Francisco Jerson Lima
e Maria Suely Temóteo, por todo amor e carinho,

Às minhas irmãs, Camila Timóteo Lima e
Karyna Temóteo Lima, pela companhia e amizade,

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pelo seu infinito amor e fidelidade, e por sua constante presença.

À Universidade Federal do Ceará - UFC, por toda minha formação, desde a graduação até o mestrado.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo no início do curso.

À Empresa Nutrilite Amway, nas pessoas de Penha Rocha e Wilson Rocha, por disponibilizar os materiais para a pesquisa.

Ao meu orientador professor Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo, pela orientação, confiança, pelo exemplo de força, de profissional e de pessoa humana.

Ao meu co-orientador professor PhD. Geraldo Arraes Maia, pela orientação e pelo exemplo de vitalidade e competência.

Ao professor Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa, pela sua paciência, disponibilidade, presteza e constante ajuda para finalização da dissertação.

À professora Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant, por participar desta banca e pelas suas valiosas contribuições neste trabalho.

À Dra. Maria Leônia da Costa Gonzaga, por participar desta banca, contribuindo significativamente com o trabalho e por fazer-se presente nos momentos do experimento.

À professora Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, por todo o carinho e força transmitidos durante o decorrer deste trabalho e por autorizar a execução das análises microbiológicas.

Ao diretor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, José Façanha Gadelha, pela compreensão e concessão de tempo para conclusão deste trabalho.

Às bolsistas e funcionárias do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, especialmente Ticiane e Natália, pela execução das análises microbiológicas.

A todos os meus queridos companheiros de turma de mestrado, Ana Cristina Moraes, Ana Erbênia Mendes, Ana Valquíria Vasconcelos, Alaís Côrreia, Carlos Eliardo Cavalcante, Cristiane Pereira, Cristiane Rodrigues, Isabel Moreira, Geirla Freitas, Giovana Matias, Jamile Coutinho, Josália Liberato, Priscila Ximenes, Simone Lopes, Suelane Medeiros e Roberta Lopes, por todos os bons momentos vividos, pela companhia e amizade.

Às minhas queridas companheiras de turma de graduação, Débora Serpa, Cristiane Pereira, Priscila Ximenes, Suelane Medeiros e Virna Luiza, pelo bom convívio e carinho.

Aos estudantes e funcionários do laboratório, Alaís, Alessandra, Ana Valquíria, Andréa, Cinthia, Davi, Denise, Dona Hilda, Dona Luci, Dona Vandira, Eliardo, Geirla, Giovana, Jorgiane, Larissa, Leônia, Nara, Suelane, Paulinho, Seu Omar, Thiago, Virlane, pela amizade, irreverência e colaboração durante o experimento.

À doutoranda Virlane Kelly, mestranda Denise Josino e graduanda Cinthia Rodrigues, especialmente, por toda ajuda durante a parte experimental da pesquisa. Sem vocês meu trabalho não teria caminhado.

À Dona Hilda, pelas suas palavras de carinho e otimismo durante todo o período do experimento.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação Paulo Mendes, por sua disponibilidade, atenção e por todos os momentos de descontração ao longo deste curso.

Aos meus amados pais, Jerson e Suely, por toda paciência, pelo seu amor e por todo esforço para que pudesse ser quem hoje sou.

Às minhas irmãs Camila e Karyna, pelo companheirismo e amizade.

Aos queridos amigos do Ministério Universidades Renovadas, pela amizade, solidariedade e orações.

Aos meus queridos amigos Alexandre Diniz, Holivânia Canuto e Virgínia Lopes, pela longa amizade, pelos conselhos e paciência nos momentos difíceis e por sempre torcerem pela minha felicidade.

Ao querido amigo André Gustavo, pela sua presença em momentos tão importantes da minha vida, pelo seu carinho, companheirismo e incansável solidariedade.

Aos meus queridos companheiros do IFCE – Campus Limoeiro do Norte, Ana Cristina Morais, Anna Érika Ferreira, Ariosvana Fernandes, Clênio Jário, Elayne Cardoso, Elivânia, Heraldo Antunes, Jânia Augusta, Márcia Leal, Pahlevi Augusto, Renata Chastinet e Venício Soares, pelos momentos de descontração, carinho e amizade.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para que esse trabalho fosse finalizado.

Muito obrigada!

*“Jamais se desespere em meio às sombrias aflições de sua vida,
pois das nuvens mais negras cai água límpida e fecunda.”*

(Provérbio Chinês)

*“No Senhor ponho a minha esperança, espero em sua palavra.
A minha alma espera no Senhor mais que o vigia pela aurora.”*

(Salmo 130, 5-6)

RESUMO

Em todo o mundo se observa um aumento expressivo no consumo de frutas tropicais por suas propriedades e funcionalidades. O crescimento da indústria de frutas tem se baseado, em grande parte, à produção de polpas de frutas congeladas, que surge como uma alternativa viável e de baixo custo para viabilizar a oferta de frutos nos períodos de safra e entressafra. Tecnologias como a pasteurização e o congelamento proporcionam maior conservação do produto, prolongando o tempo de comercialização. 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 desempenhadas pelo ecossistema. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola pasteurizada e não-pasteurizada oriundas de cultivo orgânico armazenadas sob congelamento durante 360 dias. As polpas de acerola foram obtidas a partir de frutos de seis clones de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) provenientes de fazenda de cultivo orgânico. Os frutos foram colhidos em estágio maduro e transportados para uma unidade de processamento para obtenção das polpas. Os frutos foram despulpados e pasteurizados em pasteurizador de placas a $95 \pm 3^\circ\text{C}$ por 11 segundos, acondicionadas em potes de polietileno (250 g), sofreram congelamento rápido, sendo armazenadas em temperaturas de -18°C por 12 meses e analisados a cada 45 dias. As polpas não-pasteurizadas foram acondicionadas, com posterior congelamento. O armazenamento sob congelamento não ocasionou perdas significativas de qualidade das polpas de acerola. No entanto, o tratamento térmico influenciou negativamente nos conteúdos iniciais de alguns componentes, principalmente sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e redutores, antocianinas totais e carotenóides totais, que apresentaram conteúdos inferiores no início do armazenamento para as polpas pasteurizadas. O conteúdo de antocianinas reduziu para ambas as polpas durante o armazenamento, assim como os teores de polifenóis totais, com perdas de aproximadamente 68%. No entanto, a atividade antioxidante total permaneceu estável. As polpas apresentaram boa qualidade microbiológica durante o armazenamento.

Palavras-chave: acerola, polpa, orgânico, estabilidade, pasteurização, congelamento

ABSTRACT

Around the world it is observed a significant increase in the consumption of tropical fruits because its flavor and functional properties. The growth of the fruit industry has been based in large part due to the production of frozen pulp, which appears as a viable and low cost way to enable the supply of fruits in season crops and harvests. Technologies such as pasteurization and freezing provide greater conservation of the product, prolonging the time to market. With increasing concern related to environment and conservation, organic farming emerges as a proposal for rational land use, preserving its biodiversity, biological cycles and activities, making appropriate management without the interference of chemicals that attack and modify odd functions performed by the ecosystem. In this context, the aim of this work was to evaluate the chemical, physical-chemical and microbiological quality of the pulp coming from organic cultivation stored frozen for 360 days. Acerola pulps were obtained from fruits of six clones of acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) from organic farming. The fruits were harvested at the mature stage and transported to a processing unit to obtain the pulp. The fruits were pulped and pasteurized in plates pasteurizer at $95 \pm 3^{\circ}\text{C}$ for 11 seconds, placed in polyethylene pots (250 g) subjected to rapid freezing and stored at temperatures of -18°C for 12 months and analyzed every 45 days. The non-pasteurized pulps were placed, with subsequent freezing. Storage under freezing did not cause significant loss of pulps quality. However, the heat treatment had a negative influence on the initial contents of some components, especially soluble solids, total soluble and reducing sugars, anthocyanins and carotenoids, which showed lower contents at the beginning of storage for pasteurized pulp. The content of anthocyanins decreased for both pulps during storage, as well as the content of total polyphenols, with losses of about 68%. However, the total antioxidant activity remained stable. Pulps showed good microbiological quality during storage.

Keywords: acerola, pulps, organic, stability, pasteurization, freezing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma para obtenção de polpa de acerola pasteurizada e não-pasteurizada oriundas de cultivo orgânico.....	34
Figura 2 - Luminosidade de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	45
Figura 3- Média dos valores da coordenada a* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	46
Figura 4 - Média dos valores da coordenada b* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	47
Figura 5 – Média dos valores da cromaticidade de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	48
Figura 6 – Média dos valores do ângulo Hue de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	49
Figura 7 - pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias.....	51
Figura 8 - Atividade de água de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	53
Figura 9 - Média da acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias	55
Figura 10 - Média dos sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	57
Figura 11 - Média da relação de sólidos solúveis e acidez titulável de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	60
Figura 12 - Média de açúcares redutores (% glicose) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	62
Figura 13 - Média de açúcares solúveis totais (% glicose) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	62
Figura 14 - Média de ácido ascórbico (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	64
Figura 15 - Média de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenada a - 18 °C por 360 dias	67

Figura 16 - Carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	71
Figura 17 - Média de polifenóis totais (mg ácido gálico/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	74
Figura 18 - Atividade antioxidante total (μ Mol de Trolox/g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal da polpa de acerola por 100 g de parte comestível	23
Tabela 2 - Características físico-químicas de frutos de alguns clones de aceroleira oriundas de cultivo orgânico e convencional	24
Tabela 3 - Padrões de identidade e qualidade para polpa de acerola	31
Tabela 4 - Características de polpas de acerolas oriundas de cultivo orgânico armazenadas sob congelamento.....	42
Tabela 5 - Média das coordenadas a* e b* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	47
Tabela 6 - Análise de correlação entre parâmetros de cor.....	50
Tabela 7 - Médias de pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	52
Tabela 8 - Valores médios de pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	52
Tabela 9 - Valores de atividade de água de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	54
Tabela 10 - Valores médios de acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18°C por 360 dias.....	56
Tabela 11 - Média da acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico submetidas a - 18 °C por 360 dias	56
Tabela 12 - Média dos sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico em função do armazenamento	58
Tabela 13 – Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias.....	59
Tabela 14 - Médias da relação SS/AT de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico em função do armazenamento	61
Tabela 15 - Médias de açúcares redutores e açúcares solúveis totais de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias	63
Tabela 16 – Valores médios de ácido ascórbico (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	65
Tabela 17 - Médias de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	67

Tabela 18 - Valores médios de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	68
Tabela 19 – Valores médios dos carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias	72
Tabela 20 - Média de carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	72
Tabela 21 - Parâmetros microbiológicos de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.....	78

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: L (luminosidade), a*, b*, Chroma (c) e Ângulo Hue (h).....	92
Apêndice 2 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável, relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR).....	93
Apêndice 3 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: ácido ascórbico (AA), antocianinas totais (Antoc.), carotenóides totais (Carot.), atividade antioxidante total (AAT), polifenóis totais (Polif.) e atividade de água (Aw).....	94

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1 Importância Sócio-Econômica da Acerola.....	20
2.2 Aspectos Botânicos	22
2.3 Cultivo Orgânico	25
2.4 Pasteurização e Congelamento	28
2.5 Processamento e Estabilidade de Polpa.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Material.....	33
3.1.1 Origem das polpas	33
3.1.2 Instalação e condução do experimento.....	33
3.2 Métodos	35
3.2.1 Avaliações Físicas, Físico-Químicas e Químicas.....	35
3.2.1.1 Cor Instrumental	35
3.2.1.2 Atividade de Água	35
3.2.1.3 pH.....	36
3.2.1.4 Acidez Titulável (AT)	36
3.2.1.5 Sólidos Solúveis (SS)	36
3.2.1.6 Relação SS/AT	36
3.2.1.7 Açúcares Redutores Solúveis	37
3.2.1.8 Açúcares Solúveis Totais	37
3.2.1.9 Ácido ascórbico	38
3.2.1.10 Carotenóides Totais	38
3.2.1.11 Antocianinas Totais	39
3.2.1.12 Polifenóis Totais e Atividade Antioxidante Total.....	39
a) Obtenção do Extrato.....	39

b) Determinação de Polifenóis Totais	40
c) Determinação da Atividade Antioxidante Total.....	40
3.2.2 Avaliações Microbiológicas	41
3.2.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Caracterização das polpas no início do armazenamento	42
4.2 Características químicas e físico-químicas.....	44
4.2.1 Luminosidade (L)	44
4.2.2 Coordenadas a* e b*.....	46
4.2.3 Chroma (c).....	48
4.2.4 Ângulo Hue (h).....	49
4.2.5 Análise de Correlação.....	50
4.2.6 pH	51
4.2.7 Atividade de água	53
4.2.8 Acidez titulável.....	55
4.2.9 Sólidos Solúveis	57
4.2.10 Relação SS/AT	60
4.2.11 Açúcares Total e Redutor	61
4.2.12 Ácido ascórbico	63
4.2.13 Antocianinas Totais	66
4.2.14 Carotenóides totais	70
4.2.15 Polifenóis Totais.....	74
4.2.16 Atividade Antioxidante Total	75
4.3 Características Microbiológicas	77
5 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	92

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo se observa um aumento expressivo no consumo de frutas tropicais por suas propriedades e funcionalidades. A fruticultura no Brasil vem assumindo um papel importante no contexto sócio-econômico do país. O clima e as condições de plantio adequadas, as áreas disponíveis, a industrialização moderna e a forte demanda têm contribuído para o aumento desse setor, gerando mais empregos, renda e elevando o produto interno do Brasil.

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas com cerca de 39 milhões de toneladas por ano (FAO, 2010), exportando pouco mais de 1% da sua produção *in natura*, ocupando o 20º lugar entre os países exportadores, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SOUZA *et al.*,2006).

O Brasil exportou cerca de 720 milhões de dólares em frutas frescas no ano de 2008, um aumento de 13% em relação ao ano anterior, com destaque para ameixas e kiwis, de clima temperado, e mangas e cítricos, de clima tropical (IBRAF, 2009). Um dos fatores que limita a comercialização de frutas na sua forma natural é o tempo curto de vida útil pós-colheita, que contribui para um rápido amadurecimento e deterioração, reduzindo a oferta para consumo.

O crescimento da indústria de frutas tem se caracterizado, em grande parte, pela produção de polpas de frutas congeladas, que surge como uma alternativa viável e de baixo custo para viabilizar a oferta de frutos nos períodos de safra e entressafra e utilizar os excessos de produção. A mesma tem como objetivos a obtenção de produtos com características sensoriais e nutricionais próximas da fruta *in natura*, a segurança microbiológica e a qualidade, visando não apenas atender aos padrões exigidos pela legislação brasileira, como também às exigências do consumidor (AMARO; BONILHA; BOTELHO, 2002).

O Brasil é composto por uma flora riquíssima, abrangendo diversas frutíferas de valor comercial considerável. Dentre essas se inclui a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), uma fruta tropical com origem na América Central e que encontrou no Brasil condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. A acerola ganhou popularidade devido à presença de elevados teores de ácido ascórbico, como relatado por vários autores: 933,0

mg/100g – 1820,0 mg/100g (MATSUURA *et al.*, 2001), 1157.50mg/100g - 1263.00 mg/100g (MOTA *et al.*, 2005), 760,67 mg/100g – 2530,04 mg/100g (SILVA, 2008).

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, na forma de alimentos nutracêuticos, como comprimidos ou cápsulas, 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).

Várias técnicas de industrialização podem ser empregadas tais como tratamentos térmicos (inativação enzimática e pasteurização) aliadas às baixas temperaturas (refrigeração e congelamento) visando conservar ainda mais produtos de frutas prolongando seu tempo de comercialização.

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 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). A julgar pela presença dos orgânicos nas gôndolas de supermercados, estima-se que exista um potencial de mercado de expressiva magnitude para estes produtos (BORGUINI; TORRES, 2006).

Em consideração aos fatores aqui expostos, este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico, submetidas ou não ao tratamento de pasteurização, armazenadas por 360 dias sob congelamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Importância Sócio-Econômica da Acerola

Nos países em desenvolvimento como o Brasil, que apresentam grande contingente populacional de baixa renda, a cultura de acerola exerce significativo papel social, devido à possibilidade de contribuir para a melhoria de qualidade da nutrição e da saúde da população (SOUZA *et al.*, 2006).

A região Nordeste é rica em espécies frutíferas ainda pouco exploradas comercialmente, porém de grande potencial agroindustrial e que representam fonte importante de emprego e renda para a população local. As espécies nativas e/ou adaptadas para a região representam grande oportunidade para o produtor regional alcançar nichos de mercado, especialmente para aqueles consumidores interessados em produtos exóticos, mais nutritivos e ricos em fontes de substâncias com propriedades de manutenção da saúde e prevenção de doenças degenerativas (SILVA, 2008).

No Brasil, a cultura da acerola oferece grandes possibilidades de sucesso, devido às condições climáticas favoráveis, principalmente na parte tropical do território nacional e pelo aspecto nutricional para a saúde pública, particularmente das populações economicamente mais carentes (SOUZA *et al.*, 2006). Esta planta foi introduzida, oficialmente, em 1955 na região Nordeste através da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com sementes trazidas de Porto Rico; entretanto, segundo Andrade *et al.* (1995), o cultivo da aceroleira adquiriu escala comercial somente na década de 80, sendo pioneiros os estados da Bahia e do Pará, que visavam a exportação da acerola para a Europa e o Japão.

A acerola é conhecida no Brasil há muito tempo e produz o ano todo, preferindo regiões de baixas altitudes. Ela comparece principalmente em Estados do Nordeste, com destaque para Bahia, Ceará e Paraíba. Na região do Submédio do São Francisco, há cerca de mil hectares ocupados com essa cultura, segundo a Embrapa Semi-Árido. A produtividade média em áreas não irrigadas está em torno de 10 a 15 t/ha/ano, podendo aumentar com o uso de irrigação, especialmente em regiões com déficit hídrico acentuado (ANUÁRIO, 2005; EMBRAPA, 2010).

A acerola é cultivada também nos E.U.A (Havaí e Flórida) e em alguns países da América Central. Comercializada dentro e fora do país, tanto verde como madura, essa fruta é canalizada principalmente para o processamento, na elaboração de sucos, sorvetes e picolés, além do aproveitamento farmacêutico. Acredita-se que as fábricas instaladas processam entre cinco e seis mil toneladas da fruta por ano. As exportações acontecem especialmente para mercados como França, Alemanha e Japão, com demanda crescente. Em várias regiões tradicionais também se registram vendas em feiras, não para consumo *in natura*, mas sim para o preparo doméstico de sucos (ANUÁRIO, 2005).

Numa demonstração do potencial de cultivo dessa fruta, o Brasil possui a maior plantação de acerola orgânica do mundo, também a única em conversão para a produção biodinâmica. O projeto foi implantado pela Agroindústria Nutriorgânica, fundada em 1998, com sede na cidade de Ubajara, no Ceará. A empresa é uma importante exportadora nacional, que vem realizando investimentos em novas instalações e na adoção de tecnologias de vanguarda (ANUÁRIO, 2006). Com a instalação da empresa, parcerias foram consolidadas objetivando a sustentabilidade socioeconômica e ambiental para os agricultores daquela região.

Essa parceria tem possibilitado a um número expressivo de agricultores familiares dessa região, uma melhora substancial na qualidade de vida, pois anteriormente produziam hortifrutigranjeiros, com uso excessivo de agrotóxicos sem qualquer cuidado no manuseio e aplicação, sem garantia da produção e sem preço mínimo. Hoje, plantam acerola orgânica, têm garantia da produção e preço mínimo, além da geração de empregos temporários na localidade. Dessa forma, a partir de novos conceitos e práticas agroecológicas esses agricultores encontraram a possibilidade de construir um desenvolvimento sustentável, baseado na produção orgânica de acerola (ARAÚJO *et al.*, 2009).

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma das maiores fontes naturais de vitamina C, condição que desperta interesse no mercado de frutas. Sua comercialização intensiva ocorre sob congelamento e, por ser um fruto perecível, a polpa congelada é a maneira mais prática de se atender aos consumidores, tendo em vista que a acerola disputa uma faixa de mercado, cujos consumidores preferem sucos naturais, com pouco processamento e características semelhantes ao *in natura*. A qualidade do suco congelado de acerola é resultado da manutenção de suas propriedades físico-químicas e da quantidade das substâncias componentes próximas às dos patamares do suco *in natura* (GOMES *et al.*, 2001).

2.2 Aspectos Botânicos

A família *Malpighiaceae* compreende cerca de 71 gêneros e 1250 espécies (LOMBELLO; FORNI-MARTINS, 2003). Algumas espécies de *Malpighiaceae* são de elevado interesse econômico, com destaque para a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), também conhecida como cereja das Antilhas (SOUZA *et al.*, 2006). É uma planta típica de países de clima tropical, desenvolvendo-se no sul do Texas, México e América Central, nordeste da América do Sul e Caribe; destaca-se como uma fonte nutricional com elevado conteúdo de vitamina C, assim como a presença de ferro, cálcio e fósforo (ALBERTINO *et al.*, 2009; MATSUURA *et al.*, 2001; MOTA *et al.*, 2005; SALLA *et al.*, 2002).

A aceroleira é uma planta de clima tropical, porém adapta-se bem em regiões de clima subtropical. Temperaturas entre 15°C e 32°C, com médias anuais em torno de 26°C, são as mais favoráveis. Para que a mesma cresça e produza bem, também é fundamental uma adequada disponibilidade de água no solo. Precipitações entre 1200 mm e 2000 mm, bem distribuídas ao longo do ano, são consideradas ideais. Além disso, a planta é exigente quanto à insolação, que influencia bastante a produção de vitamina C (RITZINGER; RITZINGER, 2004).

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

A inexistência de variedades definidas de acerola no Brasil é um dos principais fatores que leva a essa grande desuniformidade (quantitativa e qualitativa) na produção anual de frutos por planta. Este fato tem causado sérias dificuldades para os produtores, gerando perdas na produtividade e na qualidade dos frutos. Em razão disso, a preservação da variabilidade genética da acerola, mediante a constituição de bancos de germoplasma, tem grande importância tanto do ponto de vista da conservação biológica como da aplicação no melhoramento genético (MATSUURA *et al.*, 2001; SALLA *et al.*, 2002).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas, nas diferentes áreas componentes do segmento de pós-colheita, visando à descoberta de novas fontes nutricionais e sua utilização, a redução de perdas pós-colheita, o aproveitamento de subprodutos e resíduos da produção agrícola para a alimentação humana e animal e a minimização das perdas nutricionais provocadas pelo processamento de alimentos (MATSUURA *et al.*, 2001).

A acerola é conhecida como fonte natural de vitamina C, pelo seu alto teor, 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).

O mercado consumidor da acerola no Brasil é predominante nas regiões quentes, em virtude do hábito de ingestão de sucos. A demanda ocorre no mercado interno sob as formas de frutos *in natura* ou congelados como polpa. O mercado externo, que busca na acerola principalmente a fonte de vitamina C, consome mais o produto na forma de polpa (GOMES *et al.*, 2000).

Na Tabela 1 encontra-se a composição centesimal, mineral e de vitaminas para o fruto de aceroleira.

Tabela 1 - Composição centesimal da polpa de acerola por 100 g de parte comestível

Composição Centesimal		Composição Mineral		Vitaminas	
Água (g)	91,41	Cálcio (mg)	12	Vitamina C (mg)	1677,6
Energia (kcal)	32	Magnésio (mg)	18	Tiamina (mg)	0,020
Proteínas (g)	0,40	Fósforo (mg)	11	Riboflavina (mg)	0,060
Lipídios (g)	0,30	Ferro (mg)	0,20	Niacina (mg)	0,040
Colesterol (mg)	5,5	Sódio (mg)	7	Retinol (mcg)	0,0
Carboidratos (g)	7,69	Potássio (mg)	146	Ácido pantotênico (mg)	0,309
Fibra Alimentar (g)	1,1	Cobre (mg)	0,086	Vitamina B6	0,009
Cinzas (g)	0,20	Zinco (mg)	0,10	Folato total (mcg)	14
		Selênio (mcg)	0,6	Ácido fólico	0

Fonte: USDA (2009)

As características físico-químicas de frutos de alguns clones de aceroleiras oriundas de cultivo convencional e orgânico estão apresentadas na Tabela 2. As que estão em sublinhado são clones orgânicos.

Tabela 2 - Características físico-químicas de frutos de alguns clones de aceroleira oriundas de cultivo orgânico e convencional

Cultivares	SS (°Brix)	pH	AT (%)	SS/AT	Vit. C (mg/100g)	Antoc. (mg/100g)	Carot. (mg/100g)	Polif. (mg/100g)	AçT (%)
Apodi-CL	6,53	3,20	1,56	4,23	1172,31	9,35	1,09	900,67	2,50
<u>Okinawa-OU</u>	<u>11,02</u>	<u>3,21</u>	<u>2,16</u>	<u>5,10</u>	<u>2530,04</u>	<u>6,05</u>	<u>0,31</u>	<u>1803,11</u>	<u>4,43</u>
Cereja	6,30	3,10	1,84	3,44	1341,33	7,13	0,89	1594,90	2,07
Roxinha	6,27	3,13	1,47	4,25	760,67	8,13	0,94	667,80	2,47
Frutacor	7,05	3,15	2,03	3,47	1396,80	3,49	2,64	1325,82	1,69
II 47/1	7,27	3,11	2,03	3,59	1483,02	15,25	0,74	1311,60	2,58
Sertaneja	6,63	3,10	1,89	3,51	1544,66	3,32	0,84	1035,24	1,89
<u>AC 69</u>	<u>9,95</u>	<u>3,49</u>	<u>1,49</u>	<u>6,69</u>	<u>1834,95</u>	<u>1,46</u>	<u>0,32</u>	<u>1170,23</u>	<u>4,95</u>
<u>AC 71</u>	<u>9,42</u>	<u>3,37</u>	<u>1,55</u>	<u>6,10</u>	<u>1466,40</u>	<u>6,75</u>	<u>0,98</u>	<u>1259,91</u>	<u>4,12</u>
<u>Apodi-OU</u>	<u>10,75</u>	<u>3,27</u>	<u>2,07</u>	<u>5,20</u>	<u>2110,63</u>	<u>6,86</u>	<u>1,15</u>	<u>1390,52</u>	<u>3,79</u>
<u>FP 19</u>	<u>9,10</u>	<u>3,27</u>	<u>1,94</u>	<u>4,70</u>	<u>1916,98</u>	<u>7,04</u>	<u>0,95</u>	<u>1333,19</u>	<u>3,44</u>

Fonte: Silva (2008)

2.3 Cultivo Orgânico

A atividade agrícola mundial vem sendo diretamente influenciada pela preocupação da população, que busca hoje em seus produtos qualidade e segurança alimentar asseguradas. Simultaneamente, a proteção e a conservação ao meio ambiente com uso de tecnologias mais limpas, têm conscientizado produtores no manejo do solo e formas de cultivo.

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).

Entre os seguimentos 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 (WILLER; KILCHER, 2009). 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).

Nos países de menor renda, o apoio governamental normalmente acontece indiretamente para as exportações, por meio de financiamento para participações em feiras internacionais e pelo estabelecimento do marco regulatório (por exemplo, Argentina e Brasil). A iniciativa privada apóia a produção quando há especificidades nos produtos que ela pretende comercializar ou carência de matérias-primas no mercado global, com destaque pelo apoio dado aos produtores para cobrir os custos da certificação de um produto específico (BRASIL, 2007).

No Brasil, o sistema orgânico de produção está regulamentado pela Lei Federal 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, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que são adotadas 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 a sustentabilidade ecológica e econômica, 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, 2003).

De acordo com Borguini e Torres (2006), orgânico é um termo de rotulagem que indica que os produtos são produzidos atendendo às normas da produção orgânica e que estão certificados por uma estrutura ou autoridade de certificação devidamente constituída.

Entre 1999 e 2004, a produção brasileira de orgânicos foi destinada em 8% para o mercado interno (1.453 toneladas) e 92 % para o externo (15.820 toneladas), com destaque para os Estados Unidos (51%), seguido da Europa (46%). Os principais exportados foram: soja (em grãos e derivados); café (em coco, torrado e moído); açúcar; castanha de caju; suco concentrado de laranja e tangerina; óleo de palma e de babaçu. Em volumes menores, algumas frutas tropicais, especiarias e condimentos (SEBRAE, 2004 citado por BRASIL, 2007).

A produção orgânica brasileira com potencial de exportação (certificada) é bastante diversificada (FONSECA, 2002). Ela concentra-se nos produtos *in natura*, destacando-se o mel (MG, AM, PI, CE); compotas de frutas, café solúvel, torrado e moído (MG, SP); castanha de caju (CE); hortaliças processadas (RJ, SP, PR, SC, RS); arroz (RS, SC); óleos essenciais (SP); suco de laranja concentrado (SP); extratos vegetais secos (SP); barra de cereais (PR); açúcar mascavo (PR, SP); óleo babaçu (MA); urucum e óleo andiroba (AC); e guaraná em pó (AM).

Com a crescente demanda interna e externa por frutas produzidas em sistemas orgânicos, busca-se não apenas produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a vida do consumidor e do agricultor e o meio ambiente, mas também a preservação e ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo e da qualidade da água e do ar (BORGES *et al.*, 2003).

Muitos estudos já foram realizados em frutos cultivados pelo sistema orgânico. Detoni *et al.* (2005), avaliando o efeito do tempo (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) e temperatura de armazenamento (1, 14 e 24°C) de uvas “Niágara Rosada” cultivados em sistema orgânico, observaram que os teores de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável não apresentaram decréscimos durante o armazenamento a 1 e 14°C, porém quando submetidos a 24°C ocorreu diminuição nos teores de SST e ATT durante o armazenamento e que a vitamina C diminuiu durante o armazenamento nas três temperaturas.

Em estudos com maracujá produzidos por cultivo orgânico e convencional, Amaro e Monteiro (2001) avaliaram as características físico-químicas em três colheitas da safra, separadas por diferentes estádios de cor de casca. Os resultados obtidos indicaram que o maracujá orgânico apresentou maior rendimento de extração da polpa, enquanto o maracujá convencional apresentou maior conteúdo de sólidos solúveis totais e maior tamanho longitudinal e que os frutos produzidos pelos dois tipos de cultivo não mostraram diferença no tamanho equatorial e no pH. A acidez de ambos os cultivos aumentou com o decorrer da safra e os valores da relação sólidos solúveis e acidez titulável mostraram diferença entre os cultivos, o que não ocorreu com o conteúdo de vitamina C.

Detoni *et al.* (2007) avaliaram a produtividade e a qualidade de uvas ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera* L.) quando cultivadas sob cobertura de plástico em sistema de produção orgânico, mostrando que dessa forma há uma viabilização neste cultivo, por proporcionar diminuição na incidência de doenças, aumentando a produtividade das uvas.

2.4 Pasteurização e Congelamento

A maioria dos alimentos é conservada pela utilização de métodos combinados. Geralmente, dois ou mais processos são aplicados. Em sucos e polpas de frutas, em geral, são associados o tratamento térmico, o uso de conservantes e o congelamento.

O tratamento térmico é muito utilizado para aumentar o tempo de comercialização dos produtos de frutas, sendo este tratamento moderado ($< 100^{\circ}\text{C}$) devido ao baixo pH e também ao alto conteúdo de açúcares nos produtos de frutas. Altas temperaturas durante o processamento poderiam ocasionar problemas de caramelização (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

A pasteurização tem como objetivo principal a redução da carga microbiana contaminante e eliminação da flora patogênica nos produtos alimentícios, além de inativar enzimas prejudiciais.

Neves *et al.* (2007), objetivando viabilizar uma tecnologia alternativa ao congelamento de polpas de frutos, avaliaram a eficiência da pasteurização combinados com ação de conservantes em polpas de manga Tommy Atkins refrigeradas, armazenando-as sob refrigeração por 28 dias. Os autores concluíram que tanto o uso da pasteurização quanto o uso do conservante (benzoato de sódio), separadamente ou juntos, podem reduzir a carga de bolores e leveduras em polpas de mangas não congeladas. Observou-se também que não houve alteração nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável nas polpas estudadas ao longo do armazenamento.

Este fato também foi observado por Sousa *et al.* (2006) ao testar dois tratamentos térmicos, fervura e pasteurização, em suco de açaí com o objetivo de erradicar microrganismos, aliando-os com a conservação sob congelamento. Os sucos tratados termicamente apresentaram resultados microbiológicos de acordo com a legislação. No entanto, houve alterações nos parâmetros físico-químicos, com estabilização no final do armazenamento.

O congelamento é a operação unitária na qual a temperatura de um alimento é reduzida abaixo do seu ponto de congelamento e uma proporção da água sofre uma mudança no seu estado formando cristais de gelo (FELLOWS, 2006), facultando ao alimento um largo

tempo de armazenamento (EVANGELISTA, 2000). Quando os alimentos congelados são processados, armazenados e manipulados de forma adequada, apresentam características organolépticas e nutritivas muito similares às que possuem antes do seu congelamento, portanto sendo considerado um dos processos mais indicados para a preservação das propriedades químicas, nutricionais e sensoriais (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007). Apesar disso, é quase impossível evitar certas mudanças na qualidade dos alimentos durante sua aplicação (EVANGELISTA, 2000; ORDONEZ, 2005).

O congelamento e o armazenamento em congelamento a -18°C não destroem totalmente os microrganismos presentes nos alimentos, embora estes sofram algum dano pelo choque térmico, pelo crescimento de cristais de gelo intracelulares e pelo aumento da concentração dos solutos na fração não-congelada. Os alimentos congelados não são bons substratos para o crescimento microbiano, pois apresentam baixa atividade de água, baixa temperatura e modificação da fração não-congelada (FELLOWS, 2006; ORDONEZ, 2005).

As baixas temperaturas reduzem bastante a velocidade das reações químicas e enzimáticas, mas deve-se levar em conta que nem toda a água está congelada, que as enzimas não foram totalmente inativadas e que os solutos estão muito concentrados. Assim, algumas reações continuam a avançar, mesmo que de forma muito lenta durante o armazenamento em congelamento (EVANGELISTA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDONEZ, 2005).

Muitos estudos têm sido realizados envolvendo pasteurização e/ou congelamento em produtos de frutas. Brunini, Durigan e Oliveira (2002) avaliaram polpas trituradas e processadas de mangas Tommy Atkins armazenadas a -18°C e afirmaram que a polpa triturada apresentou aspecto razoável por até 20 semanas, enquanto na forma fatiada, até 18 semanas. O tipo de tratamento aplicado não interferiu na qualidade dos produtos ainda que os teores de sólidos solúveis aumentaram devido, provavelmente, à perda de umidade e também pela redução observada no teor de vitamina C com o tempo de armazenamento.

Agostini-Costa *et al.* (2003), ao avaliarem o teor de carotenóides em polpas de acerola congeladas, observaram que aos 4 meses de estocagem, os teores de beta-caroteno reduziram 20% e os de beta-criptoxantina reduziram 62% após 11 meses de armazenamento a -20°C . Estes autores observaram perda de 12% no teor de antocianina após 12 meses de estocagem, o que pode comprometer a aceitação do produto.

Evangelista e Vieites (2006) avaliaram cinco diferentes marcas de polpa congelada de goiaba quanto ao pH, acidez titulável, sólidos solúveis e vitamina C entre as diferentes marcas e entre os meses avaliados (3 em 3 meses dentro do prazo de validade). Estes autores observaram que algumas polpas apresentaram pH de 4,5, sendo acima do fixado pela legislação brasileira que é de 4,2. Houve redução nos teores de acidez, durante o período de conservação, na maioria das amostras avaliadas. No entanto, apenas uma marca não apresentou os teores mínimos estabelecidos pela legislação, que é de 0,40% de ácido cítrico. Não foi observada diferença nos sólidos solúveis em função do armazenamento.

2.5 Processamento e Estabilidade de Polpa

O processamento de frutas tem sido uma fonte de recursos muito importante para o Brasil. Frutos maduros têm vida útil reduzida, mesmo quando armazenados sob refrigeração. Em países em desenvolvimento, as perdas de frutos pós-colheita podem atingir cifras da ordem de 30% ou mais da produção (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O processamento dessas matérias-primas proporciona disponibilidade de frutos climatéricos no período de entressafra, evita a desocupação do pessoal das fábricas nesse período, atende a demanda do comércio e, conseqüentemente evitará um desequilíbrio acentuado dos preços em épocas de escassez.

Em virtude da grande variedade de frutas tropicais com sabores exóticos no nosso país, o comércio de polpas de frutas vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. A industrialização está se tornando cada vez mais forte e a demanda por esses produtos também só tende a crescer.

Uma grande preocupação que existe é quanto à padronização dessa produção, pois devido à inexistência de padrões para todos os tipos de frutas, encontram-se no mercado produtos sem uniformidade, em que muitas vezes as unidades processadoras se compõem, em sua maioria, de pequenos produtores, dos quais, grande parte ainda utiliza processos artesanais (BUENO *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2006).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001), polpa de fruta é definida como produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtida pelo esmagamento de frutos polposos, através de um processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível do fruto, específico para cada polpa de fruta.

A Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece os padrões de qualidade para polpa de fruta, cujos teores mínimos e máximos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Padrões de identidade e qualidade para polpa de acerola

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20 °C	5,5	-
pH	2,80	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,80	-
Ácido ascórbico (mg/100g)	800,0	-
Açúcares totais naturais da acerola (g/100g)	4,00	9,50
Sólidos totais (g/100g)	6,50	-

Fonte: BRASIL (2000)

Ao avaliar os efeitos do processo utilizado na obtenção de polpa de frutas congelada sobre o teor de fibras alimentares em acerola, caju, goiaba, graviola, manga, pinha, pitanga, sapoti e uva no estágio maduro, Salgado *et al.* (1999) mostraram que o processo tecnológico empregado reduziu significativamente o percentual de fibras alimentares das frutas, principalmente da goiaba, seguida da uva, graviola, sapoti, caju, pinha e acerola; com exceção da manga e pitanga, as demais polpas congeladas não substituem, em termos quantitativos, a fibra alimentar dos frutos *in natura* na dieta de indivíduos saudáveis.

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 vitamina C. No entanto, o produto ainda se apresentou como excelente fonte de vitamina, suprimindo em 220% a mais do que o recomendado para ingestão diária (45 mg).

Já em estudos de estabilidade de vitamina C 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 dessa vitamina, e que produtos que combinaram a pasteurização com congelamento apresentaram maior retenção da mesma ao final do período de armazenagem.

Lima *et al.* (2002), ao analisarem as perdas de antocianinas e flavonóis durante o armazenamento de polpas congeladas de acerola, observaram uma redução nos teores de antocianinas totais da ordem de 4,30% e nos teores de flavonóis totais de 13,44%, após 180 dias a - 18°C. Os autores associam as perdas de antocianinas a alterações enzimáticas causadas pelas antocianidases e fenolases, uma vez que as polpas produzidas não foram submetidas a tratamentos térmicos.

Em estudos de estabilidade de polpa de pitanga, Lopes *et al.* (2005) observaram que após 90 dias de estocagem a -18°C, a polpa de pitanga manteve-se dentro dos padrões de identidade e qualidade exigidos pela legislação vigente e que houve um decréscimo significativo no teor de carotenóides totais da polpa de pitanga congelada, cerca de 13,76%, nos primeiros 30 dias de estocagem, mantendo-se praticamente inalterado após esse período.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Origem das polpas

As polpas de acerola foram obtidas a partir de frutos de seis clones de aceroleiras (*Malpighia emarginata D.C.*), a saber: AC 71, AC 69, FP 19, OKINAWA, I 13/2 e II 26/4, provenientes da fazenda de cultivo orgânico de uma empresa localizada no município de Ubajara-CE. O mesmo localiza-se nas coordenadas de latitude: 3°51'15"S e longitude: 40°55'15"W. O município apresenta altitude de 847 m, com temperatura média de 20°C.

Os frutos foram cuidadosamente colhidos em estágio maduro, transportados imediatamente para a unidade industrial de processamento de frutas da mesma empresa para a obtenção das polpas. Em seguida, as amostras foram congeladas e posteriormente transportadas ao Laboratório de Frutas e Hortaliças e de Microbiologia de Alimentos do CCA/UFC para os devidos procedimentos analíticos.

3.1.2 Instalação e condução do experimento

Os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, manualmente, entre os dias 03 e 16 de fevereiro de 2009 e em seguida transportados para a unidade de processamento de frutas para a obtenção das polpas. Os frutos foram submetidos às seguintes etapas, descritas na Figura 1.

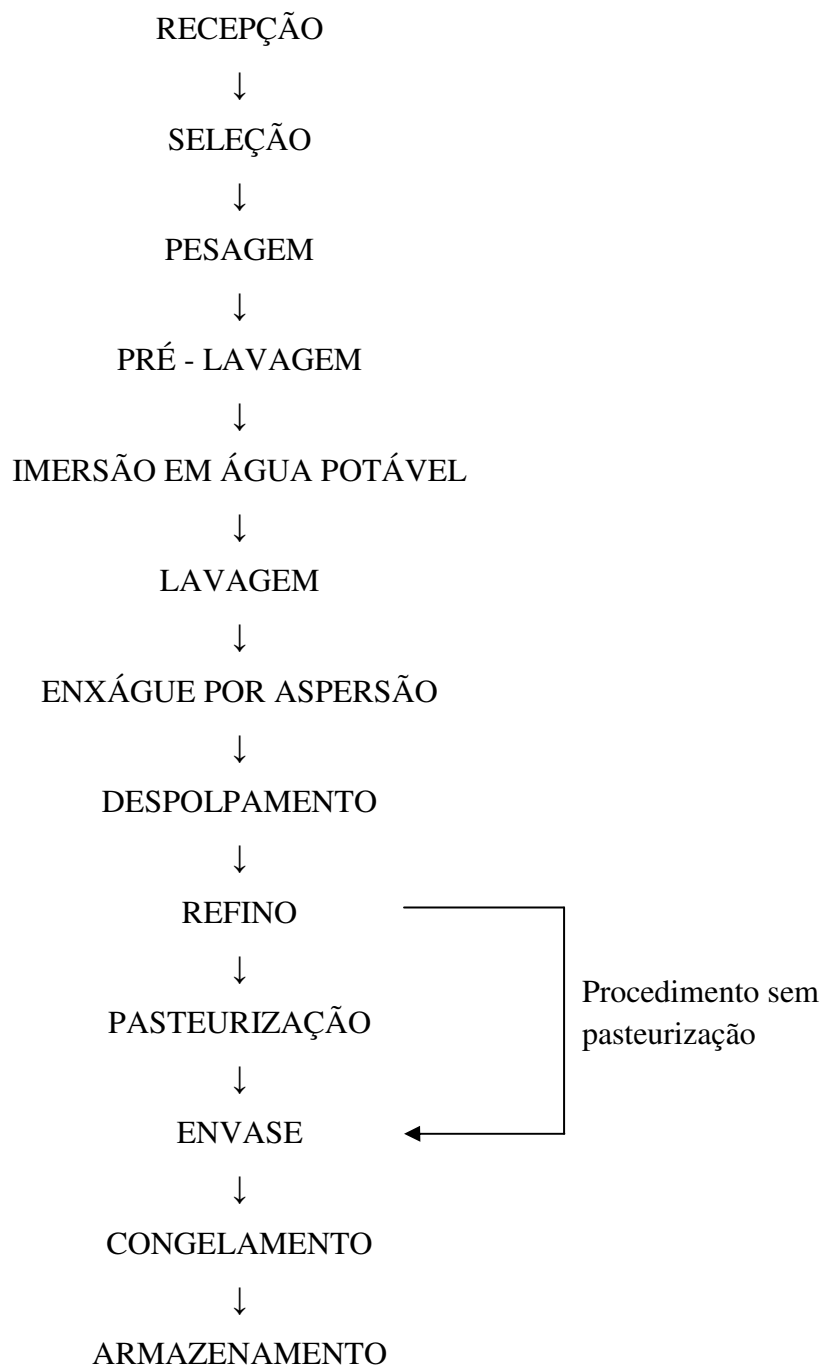


Figura 1 - Fluxograma para obtenção de polpa de acerola pasteurizada e não-pasteurizada oriundas de cultivo orgânico

Os frutos foram recepcionados, selecionados e pesados, com posterior pré-lavagem e imersão em água potável com teores de cloro entre 0,5 e 1,0 mg/L. Os frutos foram enxaguados, novamente selecionados e processados em moinhos. Após o processamento, as polpas sofreram um pré-resfriamento para, posterior passagem num pré-aquecedor de placas. O tratamento térmico foi realizado em pasteurizador de placas a uma temperatura de $95 \pm 3^{\circ}\text{C}$

por 11 segundos. Após o tratamento, as polpas foram imediatamente envasadas em potes de polipropileno de 250 g, submetidas a um congelamento rápido e armazenadas a temperaturas entre -15°C e -18°C . Para as polpas que não sofreram tratamento térmico, após o pré-resfriamento, passou-se diretamente para a etapa de envase, seguindo os mesmos procedimentos realizados para as polpas pasteurizadas. As amostras foram analisadas um dia após a obtenção da polpa e sequencialmente a cada 45 dias para avaliações físico-químicas, químicas e microbiológicas, em um período de 12 meses de armazenamento.

3.2 Métodos

3.2.1 Avaliações Físicas, Físico-Químicas e Químicas

3.2.1.1 Cor Instrumental

A cor foi medida utilizando colorímetro Konica Minolta Spectrophotometer CM-3500d, usando tecnologia de instrumentação de cores que utiliza os parâmetros L^* , a^* , b^* , onde L^* corresponde à luminosidade numa escala de 0 a 100 (claro a escuro), a^* corresponde a intensidades de cores que variam do vermelho ao verde, e b^* corresponde a intensidades de cores que variam do amarelo ao azul. Amostras de polpa foram distribuídas em quantidade suficiente para cobrir a base de uma placa de Petri e as leituras tomadas a partir da emissão de feixe de luz da lente do espectrofotômetro, medidos por reflectância. Valores numéricos de a^* e b^* foram convertidos em ângulo Hue e Chroma pelas fórmulas: $\text{ângulo Hue} = \tan^{-1} b^*/a^*$ e $\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

3.2.1.2 Atividade de Água

A determinação da atividade de água foi obtida através de medida direta das amostras em aparelho digital Higrotermo 95, seguindo recomendações do fabricante.

3.2.1.3 pH

Mediu-se diretamente o potencial hidrogeniônico (pH) na polpa em potenciômetro de bancada com membrana de vidro, marca HANNA INSTRUMENTS, modelo HI 9321, calibrado regularmente com soluções tampões pH 4,0 e pH 7,0, conforme metodologia recomendada pela AOAC (1995).

3.2.1.4 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada conforme metodologia recomendada por BRASIL (2005a). Diluiu-se aproximadamente 1 g de cada polpa em 50 mL de água destilada. Usando NaOH 0,1 M, titulou-se volumetricamente a amostra utilizando fenolftaleína 1% como indicador até coloração levemente rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico.

3.2.1.5 Sólidos Solúveis (SS)

Os sólidos solúveis foram medidos diretamente em refratômetro digital portátil modelo Reichert AR 200, escala de 0 a 100 °Brix, com compensação de temperatura para 20°C, conforme AOAC (1995) e resultados expressos em °Brix.

3.2.1.6 Relação SS/AT

A variável foi medida pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (BRASIL, 2005a).

3.2.1.7 Açúcares Redutores Solúveis

Os açúcares redutores foram dosados utilizando a técnica do DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico), conforme metodologia descrita por Miller (1959). O extrato foi obtido diluindo-se 5 g de amostra em 40 mL de água destilada. Levou-se ao banho-maria por 5 minutos (60° a 70°C), transferiu-se as amostras individualmente para balão volumétrico de 100 mL, aferindo com água destilada, homogeneizou-se e filtrou-se em papel de filtro qualitativo. Em tubos de ensaio, tomou-se uma alíquota de 0,4 mL do extrato e adicionou-se 1 mL do reagente DNS, seguido de agitação vigorosa e aquecimento em banho-maria a 100°C por 5 minutos e imediato resfriamento em banho de gelo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 no comprimento de onda igual a 540 nm, sendo os resultados expressos em porcentagem de açúcar redutor.

3.2.1.8 Açúcares Solúveis Totais

Realizou-se uma inversão ácida, usando 2 mL de ácido clorídrico P.A., em 25 mL de extrato de açúcar redutor. Levou-se ao banho-maria por 30 minutos (70° a 80°C) e esfriou-se em banho de gelo. Em seguida, a solução foi neutralizada utilizando NaOH 20% e com auxílio do papel de pH, tendo como padrão H₂O. Prosseguindo, a amostra foi transferida para balão volumétrico de 50 mL, o qual foi aferido com água destilada. Em tubos de ensaio, tomou-se uma alíquota de 1,0 mL do extrato e adicionou-se o reagente DNS, seguido de agitação vigorosa e aquecimento em banho-maria a 100 °C por 5 minutos e imediato resfriamento em banho de gelo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 no comprimento de onda igual a 540 nm, sendo os resultados expressos em porcentagem de açúcar total, conforme metodologia descrita por Miller (1959).

3.2.1.9 Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado por método espectrofotométrico (espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 no comprimento de onda igual a 540 nm) conforme descrito por Pearson (1976). Tomaram-se alíquotas de 250 µL de polpas para balões de 100 ml, diluídas em ácido oxálico 0,4%. Filtrou-se a solução e a partir daí transferiu-se 1 ml do filtrado para dois tubos de ensaio, como no preparo da curva padrão para determinação de L_1 e L_{1A} . Em um deles adicionou-se 9 mL de água destilada. Zerou-se novamente o aparelho com esta solução. No outro tubo adicionou-se 9 mL de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol) e realizou-se a leitura L_2 . Adicionou-se a este tubo de ensaio alguns cristais de ácido ascórbico e realizou-se a leitura L_{2A} . Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g de polpa através da fórmula:

$$L = (L_1 - L_{1A}) - (L_2 - L_{2A}) / C = a + b * L$$

$$\underline{C} \times 100 = n^\circ \text{ de mg de ácido ascórbico por cento (p/p ou p/v)}$$

P

a, b = coeficientes da curva padrão / C = concentração de ácido ascórbico obtida através da curva padrão / P = peso da amostra

3.2.1.10 Carotenóides Totais

Os carotenóides totais foram determinados pelo método de Higby (1962). Em erlenmeyer, foram colocados 5,0g de polpa, 15 mL de álcool iso-propílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 minuto, em agitadores magnéticos. O conteúdo foi transferido para um funil de separação de 125 mL envolvido em papel alumínio, completando o volume com água destilada com posterior agitação. Após repouso de 20 minutos, a fase aquosa, inferior, foi removida e acrescentada nova porção de água destilada, seguindo a sequência de agitação, repouso e remoção da fase aquosa. Esta operação foi repetida por mais duas vezes. A fase orgânica contendo os carotenóides foi filtrada algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro, para um balão volumétrico de 25 mL envolto em papel alumínio onde foi adicionado 2,5 mL de acetona, aferindo o volume do balão com hexano. As leituras foram

realizadas em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 no comprimento de onda igual a 450 nm e os resultados expressos em mg/100g de polpa.

3.2.1.11 Antocianinas Totais

As antocianinas totais foram dosadas segundo metodologia adaptada descrita por Francis (1982). Foi pesado 1g de cada polpa usando balança analítica. Em seguida adicionou-se uma pequena porção, cerca de 15 mL, de solução extratora etanol (95%) - HCl (1,5N) na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas e o conteúdo foi transferido diretamente para um balão volumétrico de 50 mL ao abrigo da luz, aferido com a solução extratora, homogeneizado e armazenado em frasco âmbar, o qual ficou em repouso por uma noite na geladeira. No dia seguinte, o material foi filtrado em um béquer de 50 mL protegido da luz. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 no comprimento de onda igual a 535 nm. Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa através da seguinte fórmula:

$$\text{Antocianinas totais (mg/100g)} = (\text{absorbância} \times \text{diluição} \times 100) / \text{peso} \times 98,2$$

3.2.1.12 Polifenóis Totais e Atividade Antioxidante Total

a) Obtenção do Extrato

O extrato para determinação de polifenóis totais e atividade antioxidante total foi obtido conforme metodologia descrita por Larrauri *et al.* (1997) com modificação. A extração foi realizada tomando 5 g de cada polpa de acerola. Em seguida, foi adicionado 20 mL de solução de etanol 50% (primeira solução extratora), sendo a mistura obtida homogeneizada e deixada em repouso por 1 hora para extração. Após esse período, a mistura foi centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante obtido filtrado e colocado em um balão de 50 mL protegido da luz. O precipitado obtido da centrifugação foi dissolvido em 20 mL de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando a mistura em repouso por 1 hora,

sendo em seguida centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro, no mesmo balão, o qual foi aferido com água destilada.

b) Determinação de Polifenóis Totais

Os polifenóis totais foram determinados seguindo método descrito por Larrauri *et al.* (1997). A determinação foi realizada usando alíquotas de 25 µL do extrato, obtenção descrita anteriormente, 475 µL de água destilada, 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (1:3), 1,0 mL de NaCO₃ 20% e 1,0 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo em seguida homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 a 700 nm, usando como referência a curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (AG)/100g de polpa.

c) Determinação da Atividade Antioxidante Total

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada seguindo metodologia descrita por Re *et al* (1999). A técnica envolve a produção direta do radical cromóforo ABTS^{•+}, de cor azul-esverdeada, através da reação entre a solução estoque de ABTS (2,2'-azino – bis – 3 – etilbenzotiazolina – 6 – ácido sulfônico) a 7 mM com persulfato de potássio a 140 mM, mantendo a mistura em temperatura ambiente por 16 horas antes de ser utilizada. Em seguida, diluiu-se a mistura em álcool etílico absoluto, monitorando a absorbância da solução de ABTS^{•+} até alcançar valores entre $0,700 \pm 0,05$, em espectrofotômetro a 734 nm.

A atividade antioxidante total (ATT) foi calculada baseado em uma curva padrão linear utilizando como antioxidante de referência o composto 6 – hidroxi – 2,5,7,8 – tetrametilchroman – 2 – ácido carboxílico – Trolox a 2000 µM. Em ambiente escuro, misturou-se uma alíquota de 30 µL da solução de Trolox com 3 mL da solução do radical ABTS. As absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 a 734 nm, 6 minutos após a adição da solução do radical.

Utilizaram-se quatro concentrações, 4.000, 8.000, 16.000 e 32.000 mg/L, obtidas a partir do extrato. Obteve-se uma segunda equação linear. A atividade antioxidante total foi calculada substituindo na segunda equação a absorvância equivalente a 1000 µM de Trolox. Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante ao Trolox (TEAC) (µM Trolox/g de polpa).

3.2.2 Avaliações Microbiológicas

As análises microbiológicas consistiram de contagem de coliformes totais, bactérias aeróbicas mesófilas, *Salmonella* sp. e contagem de bolores e leveduras em todos os tempos de armazenamento usando amostras em potes de polipropileno com 250 g e metodologias de acordo com as propostas por APHA (2001).

3.2.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com dois tratamentos nas parcelas (polpas pasteurizada e não-pasteurizada) e nove tempos de armazenamento nas subparcelas (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias) mantidos a temperatura de congelamento (- 18°C) em fatorial inteiramente ao acaso, com três repetições do experimento.

Foram utilizadas três amostras de polpa de acerola congelada pasteurizada e não-pasteurizada. As análises foram realizadas em duplicatas e os resultados obtidos foram submetidos à análise de interação entre tratamentos e tempos de armazenamento e regressão, e quando conveniente, foi realizado teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade através do programa estatístico SAS versão 8.1 (2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para apresentação dos resultados, utilizaram-se as seguintes categorias: caracterização das polpas no início do armazenamento; características químicas e físico-químicas; características microbiológicas.

4.1 Caracterização das polpas no início do armazenamento

As polpas pasteurizada e não-pasteurizada de acerola apresentaram as seguintes características no tempo inicial de armazenamento (Tabela 4):

Tabela 4 - Características de polpas de acerolas oriundas de cultivo orgânico armazenadas sob congelamento

Características Físico-Químicas	Polpa Pasteurizada	Polpa Não-Pasteurizada
pH	3,28 ± 0,02	3,21 ± 0,11
Sólidos solúveis (°Brix)	6,43 ± 0,32	7,70 ± 0,12
Acidez (% ácido cítrico)	1,24 ± 0,02	1,21 ± 0,04
Ratio	5,21 ± 0,31	6,39 ± 0,27
Açúcares redutores (% glicose)	3,39 ± 0,13	4,47 ± 0,05
Açúcares totais (% glicose)	3,68 ± 0,13	4,68 ± 0,28
Ácido ascórbico (mg/100g)	1156,94 ± 14,63	1008,33 ± 6,36
Antocianinas totais (mg/100g)	10,39 ± 2,30	13,93 ± 3,75
Carotenóides totais (mg/100g)	1,37 ± 0,33	1,53 ± 0,12
Atividade antioxidante total (µM Trolox/g)	72,61 ± 0,89	59,84 ± 1,47
Polifenóis totais (mg ácido gálico/100g)	1276,03 ± 25,41	1272,55 ± 21,17
Atividade de água	0,963 ± 0,003	0,976 ± 0,003

Os valores de pH e acidez apresentaram-se semelhantes para ambas as polpas de acerola, não sofrendo alterações com o tratamento térmico aplicado. Resultados semelhantes foram encontrados por Salgado *et al.* (1999) e Castro (2005), que encontraram valores médios de pH de 3,28 e 3,31, respectivamente, para polpas não tratadas termicamente. Os mesmos autores observaram acidez de 1,24% e 1,36%, expressos em ácido cítrico.

As polpas de acerola não-pasteurizadas apresentaram teores superiores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e redutores. Alguns compostos químicos podem vir a ser degradados durante a etapa de pasteurização devido ao emprego do calor, diminuindo sua concentração e contribuindo para a redução dos teores de sólidos solúveis.

Maia *et al.* (2007), estudando o efeito do processamento sobre componentes de suco de acerola, verificou teor de sólidos solúveis de 6,3 °Brix na etapa de formulação do suco e 6,4 °Brix na etapa de pasteurização.

No presente estudo, esperava-se teores iniciais menores de ácido ascórbico para as polpas pasteurizadas em comparação com as polpas não-pasteurizadas. Porém, as polpas de acerola desse estudo foram obtidas a partir de uma mistura de seis clones orgânicos, gerando uma polpa composta por material misto e também pelo fato da colheita dos frutos ter ocorrido em dias distintos. A grande variação entre plantas e, conseqüentemente, entre frutos produzidos em árvores diversas, podem ter influenciado os teores iniciais de ácido ascórbico em ambas as polpas, apesar da homogeneização das amostras após coleta dos frutos. Muitos autores indicam a luz e o fornecimento hídrico como fatores que influenciam a produção de vitamina C (Nogueira *et al.*, 2000; Nogueira *et al.*, 2002)

Os teores iniciais de antocianinas totais apresentaram-se superiores nas polpas não-pasteurizadas, assim como os teores de carotenóides totais. Segundo Adams e Ongley (1973), o aquecimento de antocianinas em pH de 2,0 a 4,0, provoca inicialmente a hidrólise da ligação glicosídica das antocianinas, que é o principal efeito de perda de cor do pigmento. Rodriguez-Amaya (2001) relata que os carotenóides são susceptíveis a isomerização e oxidação durante o processamento e armazenamento, causando perda de cor e atividade biológica.

Já para a atividade antioxidante total e teores de polifenóis totais, as polpas pasteurizadas apresentaram conteúdos superiores às polpas não-pasteurizadas. Esta característica pode estar relacionada aos conteúdos iniciais de ácido ascórbico apresentadas

pelas polpas. De acordo com Righetto *et al.*(2005), 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.

As polpas de acerola pasteurizadas apresentaram valores de atividade de água inferiores às polpas não-pasteurizadas de acerola. Essa redução pode ser atribuída ao tratamento térmico aplicado nas mesmas, proporcionando uma concentração das amostras, diminuindo os valores iniciais.

4.2 Características químicas e físico-químicas

A análise de variância das características químicas e físico-químicas detectou interações significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (polpa pasteurizada e não-pasteurizada) e o tempo de armazenamento (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias) para: luminosidade (L^*), pH, carotenóides totais, atividade antioxidante total e atividade de água (APÊNDICES 1, 2 e 3). Portanto, para estes parâmetros foi feita uma análise de regressão para cada tratamento separadamente.

Para os parâmetros a^* , b^* , Chroma (c), ângulo Hue (h), sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez titulável, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, ácido ascórbico, antocianinas totais e polifenóis totais não foram detectados interações significativas ($p > 0,05$) entre tratamento e tempo de armazenamento, estudando-se as diferenças entre os tratamentos pelo teste de médias (Tukey) e avaliações do comportamento dos parâmetros com o tempo de armazenamento por análise de regressão (APÊNDICES 1, 2 e 3).

4.2.1 Luminosidade (L)

Os valores de luminosidade (L^*) apresentaram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento ($p \leq 0,05$), porém não foi possível ajustar os dados a nenhum modelo testado (Figura 2).

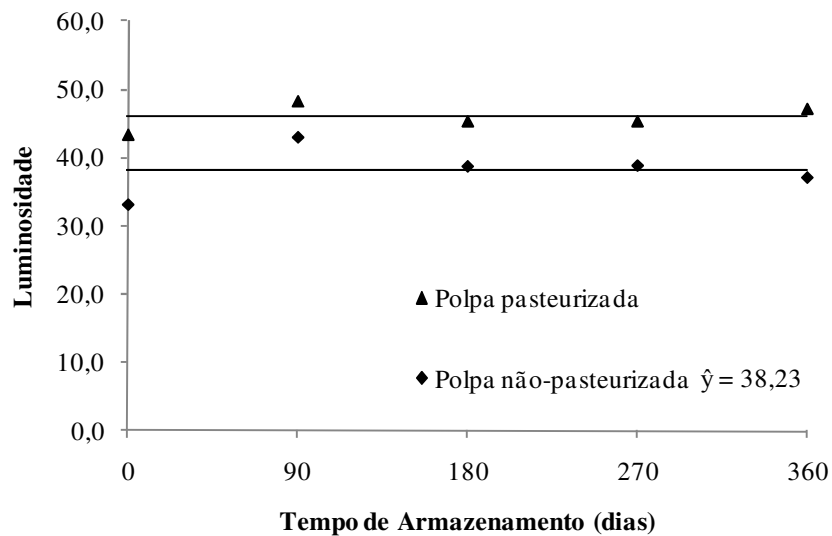


Figura 2 - Luminosidade de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

A luminosidade representa o brilho, numa escala que varia de 0 (preto) ao 100 (branco). Portanto, as amostras que possuem brilho superficial elevado apresentam valor próximo a 100. Por meio destes valores, também é possível verificar que aqueles frutos com baixa luminosidade, ou seja, próximos ao preto, possuíam coloração mais intensa da cor vermelha. Ou seja, a luminosidade mostra o quão clara é a polpa.

As polpas pasteurizadas apresentaram coloração mais amarelada, fator este causado pelo tratamento térmico aplicado nas mesmas, que contribuiu para degradação de pigmentos iniciais, principalmente antocianinas. Segundo Matsuura (1994), o aumento inicial do valor L^* pode ser causado pela destruição térmica da estrutura de carotenóides, proporcionando uma cor mais clara. Já as polpas não-pasteurizadas apresentaram-se mais avermelhadas, ou seja com menos luminosidade.

A Figura 2 mostra que os valores de luminosidade permaneceram estáveis ao longo do tempo de armazenamento. As polpas pasteurizadas apresentaram média de 45,46, enquanto as polpas não-pasteurizadas apresentaram média de 38,23. Araújo (2005), ao estudar a estabilidade de polpas de frutos de clones de aceroleira oriundas de cultivo convencional por 12 meses sob congelamento, observou um aumento gradativo em todos os clones durante o armazenamento. Relatou também que as polpas dos clones que possuíam maiores quantidade de antocianinas, portanto mais escuras, apresentaram maior aumento da luminosidade,

possivelmente devido a maior degradação deste pigmento. Brunini *et al.* (2004) analisaram acerolas provenientes de várias regiões de cultivo, e observaram variações de 22,12 a 43,27.

Neves e Lima (2009) observaram aumento nos valores de L em polpas congeladas de acerola adicionadas de extrato comercial de própolis, armazenadas por 180 dias, demonstrando que as polpas ficaram mais claras e amareladas.

4.2.2 Coordenadas a* e b*

Os valores da coordenada a* das polpas de acerola não sofreram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento ($p > 0,05$). Analisando o fator tempo de armazenamento, estes valores decresceram significativamente ($p \leq 0,05$), mostrando que a regressão foi do tipo quadrática (Figura 3).

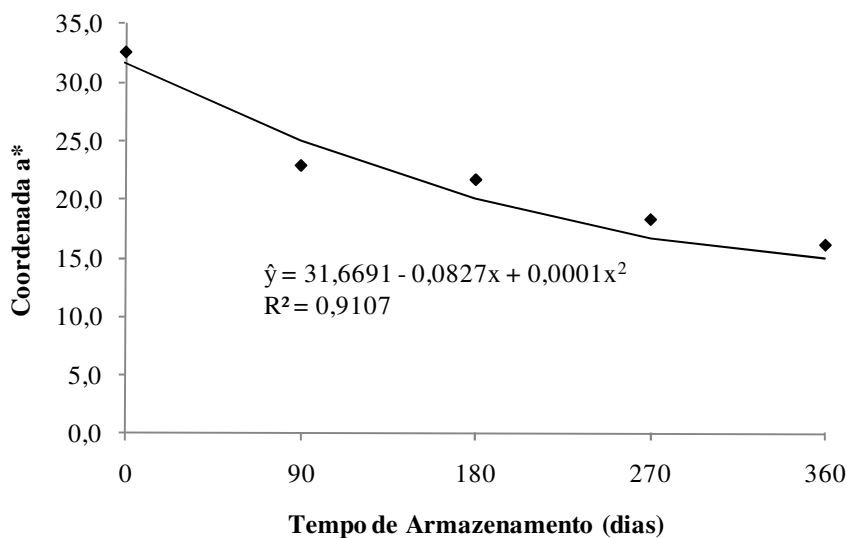


Figura 3- Média dos valores da coordenada a* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

A coordenada a* mostra a intensidade de cor que varia do vermelho ao verde. A intensidade da cor vermelha é mensurada pelos valores positivos. Assim, quanto mais altos, mais vermelhos serão os frutos. As polpas de acerola apresentaram valores médios que decresceram de 32,56 no início de armazenamento, para 16,09 ao final do armazenamento de 360 dias sob congelamento.

Silva (2008) observou para a coordenada a*, uma amplitude entre 10,54 e 46,13, com média de 30,44 em frutos de aceroleira oriundas de cultivo orgânico e convencional.

Os valores da coordenada b* das polpas de acerola não sofreram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento ($p > 0,05$) Estes valores apresentaram uma pequena variação de 33,31 a 34,25 ao longo dos 360 dias de armazenamento sob congelamento (Figura 4). Nesta coordenada, a cor varia numa escala que vai do amarelo ao azul, estando os valores mais altos relacionados com o amarelo.

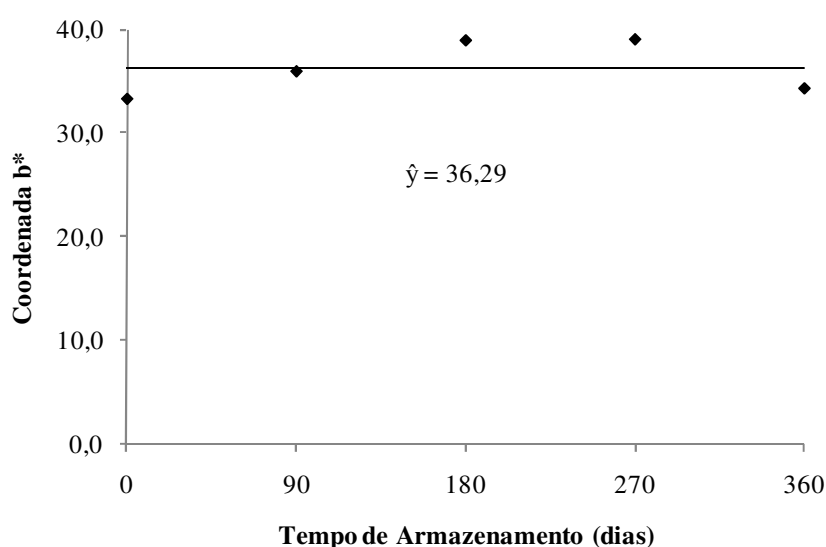


Figura 4 - Média dos valores da coordenada b* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a coordenada a*, quando aplicado teste de Tukey. Diferente da coordenada b*, diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas quando aplicado teste de Tukey, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Média das coordenadas a* e b* de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tratamentos	Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
Coordenada a*	20,17 ^a	24,42 ^a
Coordenada b*	38,04 ^a	34,53 ^b

Estes valores confirmam as observações realizadas nas polpas durante o armazenamento. As polpas pasteurizadas apresentaram coloração amarelada, com tendência ao amarelamento ao longo do tempo, enquanto as polpas não-pasteurizadas apresentaram-se bem mais avermelhadas, porém sem muitas alterações ao longo do tempo.

A cor é um atributo de qualidade para frutos destinados ao processamento, podendo ocorrer variações de acordo com a época de colheita, estágio de maturação e exposição solar. A determinação instrumental da cor pelo método L* a* b*, analisa a cor do fruto ou da polpa, sendo interessante o estudo da variação desta e sua comparação com os pigmentos presentes nos frutos. A coloração vermelha forte é afetada pelo conteúdo total de antocianinas e sua distribuição, pela quantidade de cromoplastos que armazenam tais pigmentos pela formação de complexos antocianinas-metais e pelo pH (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

4.2.3 Chroma (c)

Os valores do Chroma (c) das polpas de acerola não sofreram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento. Analisando o fator tempo de armazenamento, estes valores decresceram significativamente ($p \leq 0,05$), mostrando que a regressão foi do tipo quadrática (Figura 5).

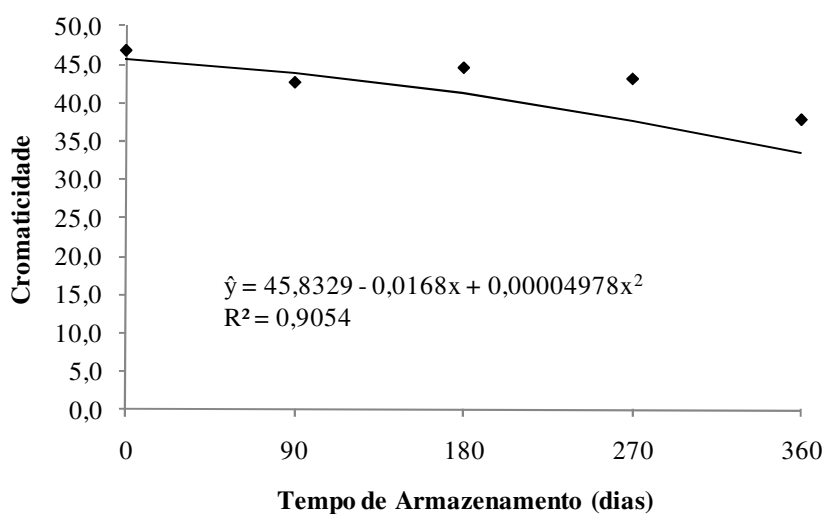


Figura 5 – Média dos valores da cromaticidade de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

A intensidade de cor nas polpas de acerola decresceram de 46,96, no início do armazenamento, para 37,91, ao final do armazenamento de 360 dias sob congelamento.

4.2.4 Ângulo Hue (h)

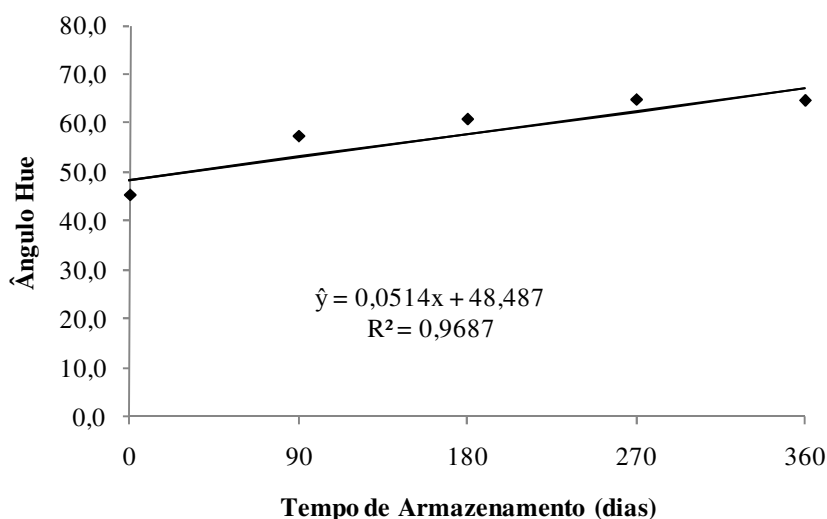


Figura 6 – Média dos valores do ângulo Hue de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Os valores do ângulo Hue (h), ou tonalidade de cor, das polpas de acerola não sofreram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento. Analisando o fator tempo de armazenamento, estes valores cresceram significativamente ($p \leq 0,05$) mostrando que a regressão foi do tipo linear (Figura 6).

O aumento do ângulo Hue mostra o amarelecimento das polpas dos frutos durante o armazenamento. Quanto maior este valor, mais amarelado torna-se o produto. Os valores do ângulo Hue nas polpas de acerola cresceram de 45,43, no início do armazenamento, para 64,82, ao final do armazenamento de 360 dias sob congelamento. Este aumento pode ser atribuído provavelmente a degradação das antocianinas nas polpas. Observou-se uma degradação de antocianinas elevada e crescente ao longo do armazenamento para ambas as polpas, pasteurizadas e não-pasteurizadas. Este fato também foi observado por Araújo (2005), que evidenciou manutenção de cor nas polpas mais amareladas, entretanto, as polpas mais avermelhadas tornaram-se mais amareladas com o tempo de armazenamento.

4.2.5 Análise de Correlação

Os dados obtidos pela análise de correlação de Pearson revelaram uma correlação positiva entre o parâmetro luminosidade e os componentes b^* e h^* , e também uma correlação positiva entre o parâmetro croma e o componente a^* , conforme mostra na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise de correlação entre parâmetros de cor

Parâmetros	Coeficiente de correlação				
	L	a^*	b^*	c	Hue
L	-	-	0.56194*	-	0.65015*
a^*	-	-	-	0.68099*	-
b^*	0.56194*	-	-	-	0.65294*
c	-	-	-	-	-
h	0.65015*	-	0.65294*	-	-

* Significativo ao nível de 5%

Lima *et al.* (2007) aplicaram a correlação de Pearson entre as variáveis de cor (L, a^* e b^*) e antocianinas em polpas de diferentes genótipos de acerola e encontraram correlação positiva entre o teor de antocianinas e o componente a^* ($r = 0,71$) e negativa com L* ($r = - 0,86$), b^* ($r = - 0,82$), C* ($r = - 0,61$) e H* ($r = - 0,85$), ao nível de 5% de significância. Os autores concluíram que a concentração desses pigmentos de forma isolada não é suficiente para caracterizar a cor dessas polpas, tendo em vista que a intensidade do componente amarelo (b^*) interfere na determinação cromática.

4.2.6 pH

Os valores de pH tratados estatisticamente apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, ajustando-se a um modelo linear para a polpa pasteurizada. A polpa não-pasteurizada apresentou tendência a um comportamento constante ao longo do armazenamento (Figura 7).

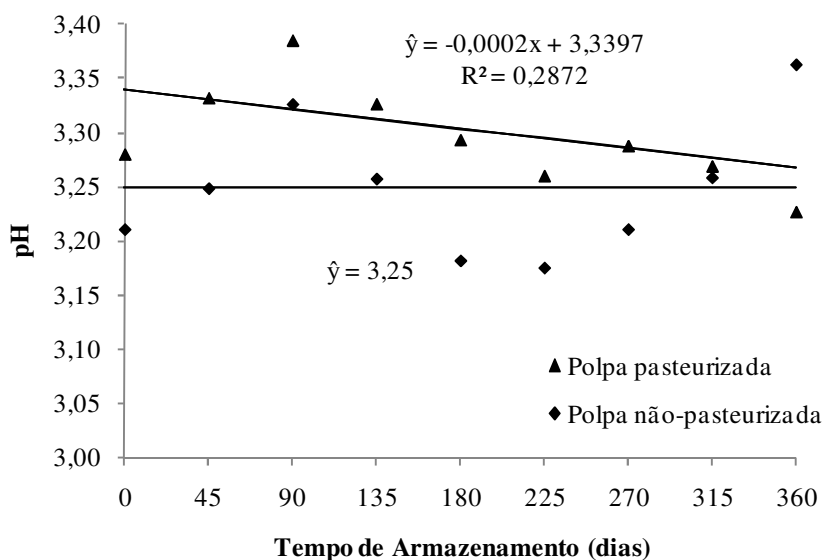


Figura 7 - pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 360 dias

As polpas pasteurizadas de acerola desse estudo apresentaram decréscimos nos valores médios de pH entre 3,22 - 3,27, resultados semelhantes aos encontrados por Salgado *et al.* (1999), com médias entre 3,12 a 3,44. Oliveira (2008), estudando diferentes clones de aceroleira, observou que, nas polpas armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 11 meses, ocorreu uma pequena variabilidade nos valores de pH, relatando médias entre 2,77 a 3,82. Resultados desta autora corroboram com os encontrados por Araújo (2005), que observou pequena diminuição do pH em polpas de frutos de novos clones de aceroleira conservada por congelamento por 12 meses, ambos os frutos obtidos por sistema convencional de cultivo.

Aplicando-se teste de Tukey a 5% de significância, percebeu-se que as médias gerais para o parâmetro pH detectadas no tratamento foram superiores para as polpas pasteurizadas, conforme Tabela 7. Resultados diferentes foram encontrados por Faraoni

(2006), que constatou que polpas congeladas de manga Ubá apresentaram pH superiores ao de polpas pasteurizadas armazenadas sob refrigeração após 180 dias de armazenamento.

Tabela 7 - Médias de pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
3,29 ^a	3,25 ^b

Resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey

Todas as polpas estavam dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura, que estabelece pH mínimo de 2,80 para polpas de acerolas (BRASIL, 2000). De acordo com Semensato (1997), a acerola é uma fruta ácida com possibilidade de utilização industrial em geléias e doces, sem a necessidade de adição de ácidos no processamento. Portanto, a polpa de acerola aqui estudada é considerada como um alimento ácido (pH < 4,5), garantindo assim sua segurança do ponto de vista microbiológico. Na Tabela 8 encontram-se os valores médios de pH obtidos ao longo do armazenamento.

Tabela 8 - Valores médios de pH de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	pH	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	3,28 ± 0,02	3,21 ± 0,11
45	3,33 ± 0,09	3,25 ± 0,02
90	3,39 ± 0,03	3,33 ± 0,02
135	3,33 ± 0,03	3,26 ± 0,03
180	3,29 ± 0,05	3,18 ± 0,03
225	3,26 ± 0,04	3,17 ± 0,03
270	3,29 ± 0,03	3,21 ± 0,03
315	3,27 ± 0,07	3,26 ± 0,03
360	3,23 ± 0,07	3,36 ± 0,04

4.2.7 Atividade de água

Os valores de atividade de água apresentaram interação significativa entre tempo de armazenamento e tratamento ($p \leq 0,05$), sendo que os dados das polpas pasteurizadas tenderam-se a se apresentarem constantes e os valores para as polpas não – pasteurizadas não foram ajustados a nenhum modelo testado (Figura 8).

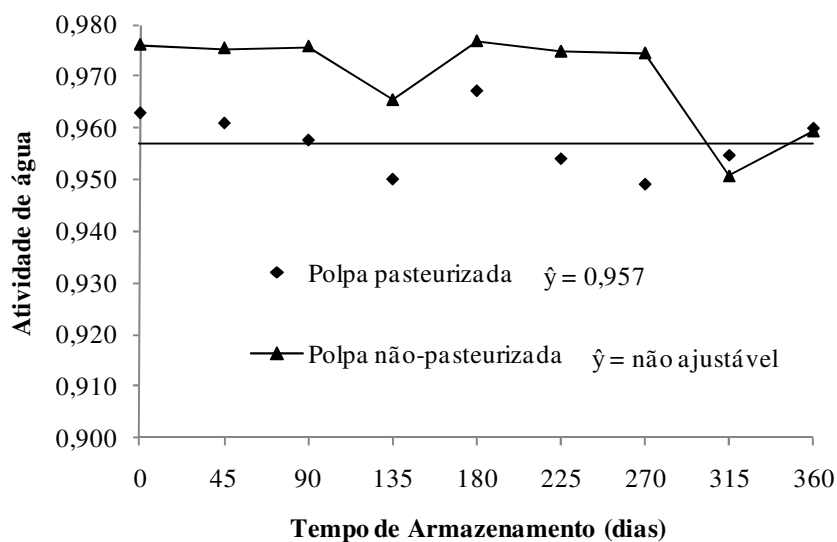


Figura 8 - Atividade de água de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

A atividade de água de um alimento é considerada como um dos parâmetros que serve para indicar a disponibilidade de água existente para o crescimento de microrganismos deteriorantes ou não, como também para a ocorrência de reações tais como: escurecimento, oxidação, hidrólise, etc.

As polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas apresentaram valores de atividade de água conforme está na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores de atividade de água de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Atividade de Água	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	0,963 ± 0,006	0,976 ± 0,003
45	0,961 ± 0,012	0,975 ± 0,001
90	0,958 ± 0,012	0,976 ± 0,002
135	0,950 ± 0,008	0,965 ± 0,002
180	0,967 ± 0,005	0,977 ± 0,003
225	0,954 ± 0,013	0,975 ± 0,001
270	0,946 ± 0,011	0,974 ± 0,001
315	0,955 ± 0,022	0,951 ± 0,018
360	0,960 ± 0,001	0,959 ± 0,013

Houve um decréscimo nos valores de atividade de água para ambas as polpas. Esse decréscimo pode ter ocorrido por pequenas oscilações de temperatura ao longo do armazenamento e/ou durante condições de descongelamento para realização da análise.

Diniz *et al.* (2003), ao avaliar a atividade de água e a condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas, observaram uma variação nos valores de atividade de água, apresentando diminuição com o aumento da concentração das amostras.

Fernandes *et al.* (2009) estudaram os efeitos do congelamento e da adição de pectina e sacarose no comportamento reológico, teor de sólidos solúveis e atividade de água da polpa de maracujá antes do congelamento e após o descongelamento e observaram que o método do congelamento não apresentou efeito significativo sobre o parâmetro de atividade de água.

4.2.8 Acidez titulável

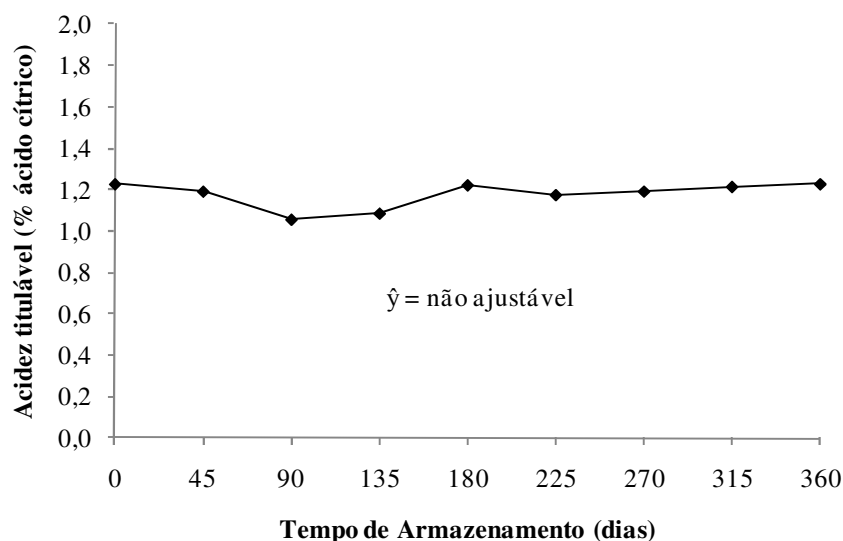


Figura 9 - Média da acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Os valores de acidez titulável tratados estatisticamente apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) ao longo do armazenamento, porém não foi possível ajustar os dados a nenhum modelo testado (Figura 9).

Neste experimento, os valores de acidez titulável variaram entre 1,24 a 1,15 % de ácido cítrico para polpas pasteurizadas e de 1,21 a 1,22% de ácido cítrico para polpas não-pasteurizadas, apresentando-se estáveis ao longo do armazenamento, evidenciando uma boa manutenção desse parâmetro (Tabela 10). Mesmo as polpas que não sofreram tratamento térmico apresentaram-se com teores de ácido cítrico comparáveis aos produtos tratados com o calor. Possivelmente, a pasteurização não afetou a acidez do produto e o congelamento propiciou a estabilidade desse parâmetro.

Tabela 10 - Valores médios de acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18°C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Acidez Titulável (% ácido cítrico)	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	1,24 ± 0,02	1,21 ± 0,04
45	1,17 ± 0,07	1,14 ± 0,12
90	1,06 ± 0,01	1,03 ± 0,02
135	1,09 ± 0,02	1,06 ± 0,07
180	1,22 ± 0,01	1,22 ± 0,04
225	1,18 ± 0,02	1,19 ± 0,03
270	1,18 ± 0,01	1,20 ± 0,02
315	1,20 ± 0,03	1,22 ± 0,04
360	1,15 ± 0,14	1,22 ± 0,05

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003) sendo considerado um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (BRASIL, 2005a). Geralmente um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio (BRASIL, 2005a), e por conseqüência sua acidez.

A acidez das polpas de acerola não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 11) entre os tratamentos, encontrando-se em acordo com a legislação vigente que estabelece um limite mínimo de 0,80g ácido cítrico/100g (BRASIL, 2000).

Tabela 11 - Média da acidez titulável (% ácido cítrico) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico submetidas a - 18 °C por 360 dias

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
1,16 ^a	1,16 ^a

Resultados com as mesmas letras não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) no teste de Tukey

4.2.9 Sólidos Solúveis

Os valores de sólidos solúveis tratados estatisticamente não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) (Figura 10) ao longo do tempo de armazenamento, oscilando entre 6,38 a 7,30 °Brix.

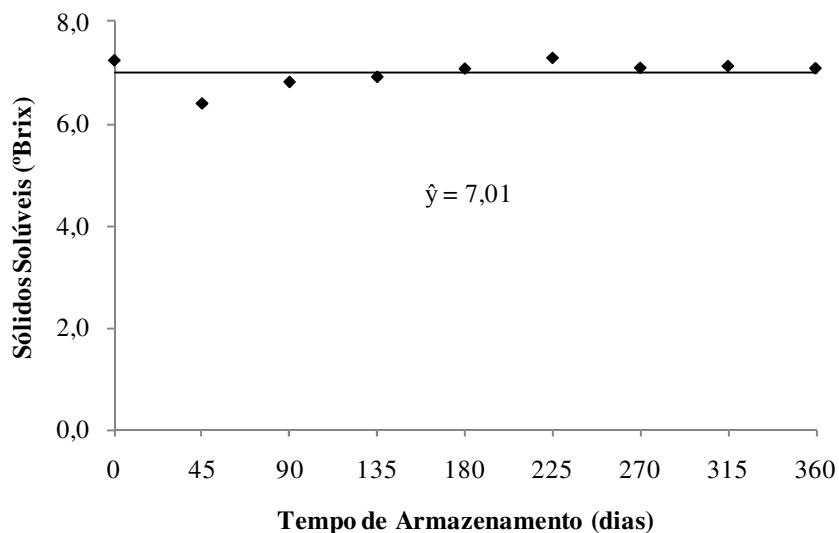


Figura 10 - Média dos sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Ocorreu um leve decréscimo no conteúdo de sólidos solúveis nas polpas estudadas até 360 dias de armazenamento, fato também observado por Oliveira (2008) ao estudar armazenamento de polpas congeladas de diferentes clones de aceroleira a - 18 °C por 11 meses, encontrando conteúdos que variaram de 6,10 a 9,17 °Brix. Araújo (2007) também verificou a estabilidade no conteúdo de sólidos solúveis em polpas de frutos de clones de acerola conservada por congelamento por 12 meses.

Em estudos de caracterização de acerolas oriundas de cultivo convencional e orgânico, Silva (2008) observou que os clones de aceroleira oriundas de cultivo orgânico apresentaram teores de sólidos solúveis superiores (8,22 a 11,02 °Brix) aos de cultivo convencional (5,83 a 9,95 °Brix) parecendo ter contribuído para maior concentração dos mesmos. Vale ressaltar que não existem muitos estudos na literatura relatando tal comportamento.

Ao avaliar a composição química de sucos de acerola em diferentes estádios de maturação, Righetto *et al.* (2005) observaram conteúdos superiores de sólidos solúveis em sucos de frutas maduras (5,7 °Brix) em relação à fruta verde (5,1 °Brix).

Aplicando-se teste de Tukey ao nível de 5% de significância, nota-se que as médias gerais de sólidos solúveis observadas nos tratamentos foram maiores para as polpas não-pasteurizadas, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Média dos sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico em função do armazenamento

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
6,48 ^b	7,55 ^a

Resultados com as mesmas letras não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) no teste de Tukey

Sólidos solúveis correspondem aos compostos solúveis em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a água, e que constituem principalmente os açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o grau de maturação e o clima. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Maia *et al.* (2007), estudando o efeito do processamento sobre componentes de suco de acerola, verificou teor de sólidos solúveis de 6,3 °Brix na etapa de formulação do suco e 6,4 °Brix na etapa de pasteurização.

Na Tabela 13 encontram-se os valores médios de sólidos solúveis encontrados para as polpas de acerola deste experimento.

Tabela 13 – Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	6,43 ± 0,32	7,70 ± 0,12
45	6,18 ± 0,25	7,08 ± 0,59
90	6,39 ± 0,16	7,34 ± 0,24
135	6,59 ± 0,22	7,48 ± 0,33
180	6,59 ± 0,11	7,59 ± 0,08
225	6,82 ± 0,23	7,72 ± 0,13
270	6,63 ± 0,12	7,66 ± 0,14
315	6,60 ± 0,23	7,62 ± 0,13
360	6,07 ± 1,30	7,73 ± 0,09

As polpas pasteurizada e não-pasteurizada apresentaram, respectivamente, aumento de 2 % e decréscimo de 1 % no conteúdo de sólidos solúveis durante 360 dias de armazenamento, diferentemente do encontrado por Faraoni (2006), que avaliando o efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga orgânica cultivar “Ubá”, relatou diminuição nos teores de sólidos solúveis para as polpas congeladas não tratadas termicamente durante 200 dias e atribuiu ao fato da formação de grandes cristais de gelo durante o congelamento lento. Já para as polpas tratadas termicamente (pasteurização) e sem congelamento, a autora observou aumento no conteúdo de sólidos solúveis, atribuindo à perda de umidade para o ambiente durante o acondicionamento à quente.

Os teores de sólidos solúveis observados nas polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas neste estudo apresentaram-se elevados em relação ao mínimo exigido pela legislação (5,5 °Brix) (BRASIL, 2000), com boa manutenção ao longo do armazenamento, conferindo-lhes excelentes vantagens na comercialização e uso industrial na produção de sucos e néctares.

4.2.10 Relação SS/AT

Estatisticamente, os valores observados para a relação SS/AT não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento, variando entre 5,73 e 6,18. Um leve aumento foi observado para esta relação no final do armazenamento, fato devido à redução da acidez apresentadas nas polpas (Figura 11).

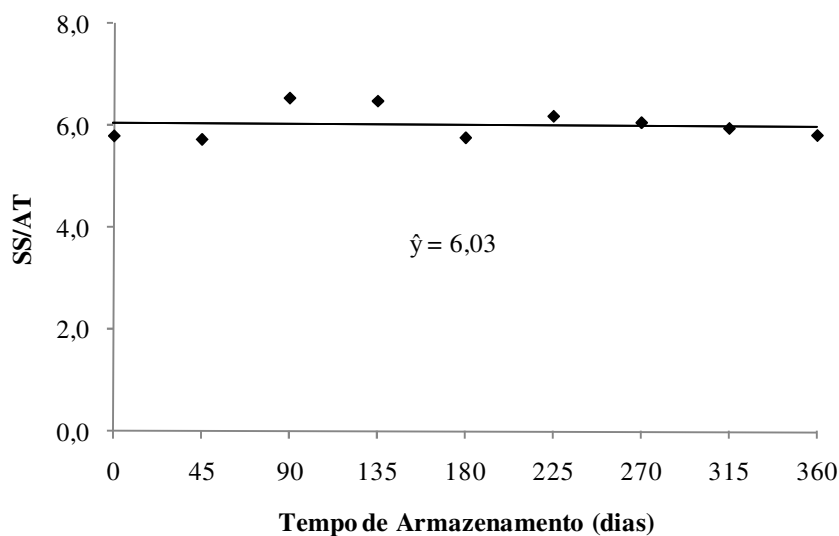


Figura 11 - Média da relação de sólidos solúveis e acidez titulável de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, indicando o grau de equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos do fruto (MATSUURA *et al.*, 2001). Esse parâmetro é importante do ponto de vista tecnológico, pois está diretamente relacionada à sua qualidade quanto ao atributo sabor, sendo mais atrativo para o consumo *in natura*.

Silva (2008), estudando frutos de aceroleira provenientes de cultivo orgânico, e avaliando quatro clones (71, AC 69, FP 19 e Okinawa) dos seis clones utilizados para obtenção da polpa utilizada neste estudo, encontrou relações de SS/AT similares ao encontrados neste trabalho, sendo o AC 69 o que apresentou maior relação (6,69). Araújo (2007) e Oliveira (2008), ao avaliarem polpas de frutos de clones de aceroleira armazenadas sob congelamento, obtidos de cultivo convencional, apresentaram mínimo e máximo de 3,73

7,33, e 4,67 e 7,09, respectivamente, com limite mínimo inferior e o máximo superior aos relatados neste experimento.

Na Tabela 14 observam-se as médias para a relação SS/AT ao aplicar teste de Tukey a nível de 5% de significância. As polpas não-pasteurizadas apresentaram relação superior às polpas pasteurizadas, fato esse justificado pelo elevado conteúdo de sólidos solúveis no anterior e alta acidez.

Tabela 14 - Médias da relação SS/AT de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico em função do armazenamento

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
5,56 ^b	6,49 ^a

Resultados com as mesmas letras não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) no teste de Tukey

4.2.11 Açúcares Totais e Redutores

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para os valores de açúcares encontrados neste experimento.

Ocorreu um leve aumento nos teores de açúcares redutores ao longo do tempo, com 3,96% de glicose no início, chegando a 4,36% de glicose no final do armazenamento (Figura 12).

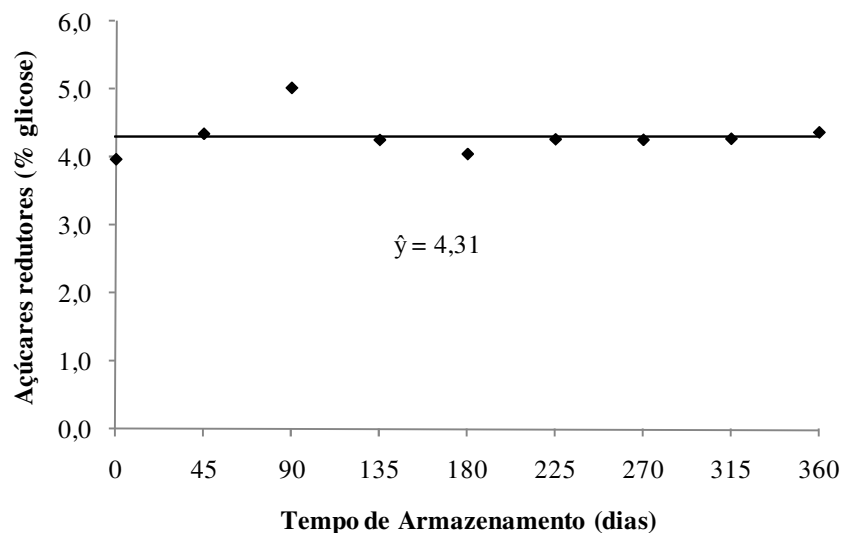


Figura 12 - Média de açúcares redutores (% glicose) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Os valores de açúcares totais tenderam a ficar constantes ao longo do armazenamento (Figura 13), com um leve aumento, de 4,07% de glicose para 4,54% até os 360 dias. Estes compostos parecem ter contribuído para o alto teor de sólidos solúveis apresentados pelas polpas. Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que existe uma relação direta entre os sólidos solúveis e a concentração de açúcares solúveis totais.

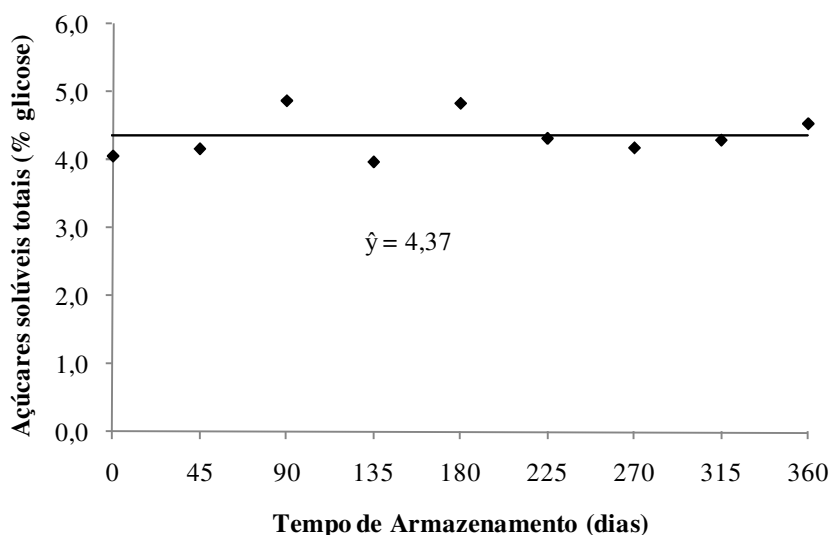


Figura 13 - Média de açúcares solúveis totais (% glicose) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

As polpas pasteurizadas apresentaram teores médios de açúcares redutores e totais superiores às polpas não-pasteurizadas (Tabela 15), estando coerentes com as médias de sólidos solúveis apresentados pelas mesmas.

Tabela 15 - Médias de açúcares redutores e açúcares solúveis totais de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

	Tratamentos	
	Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
Açúcares Redutores (% glicose)	3.77 ^b	4.69 ^a
Açúcares Solúveis Totais (% glicose)	3.84 ^b	4.82 ^a

Resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey

Freitas *et al.* (2006) observaram pequenas variações no conteúdo de açúcar total em sucos de acerola obtidos pelo método hot fill armazenadas à temperatura ambiente durante 350 dias de armazenamento.

As polpas pasteurizadas aqui estudadas apresentaram teores de açúcares solúveis totais concordantes ao teor mínimo exigido pelo Padrão de Identidade e Qualidade para polpa de acerola, que estabelece 4,00 g de açúcares totais naturais/100g de polpa. 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).

4.2.12 Ácido ascórbico

Os valores encontrados de ácido ascórbico neste estudo não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo de armazenamento ($p > 0,05$), com uma média variando de 1077,08 mg/100g no início do armazenamento e 932,31 mg/100g ao final do armazenamento. O valor médio está representado na Figura 14.

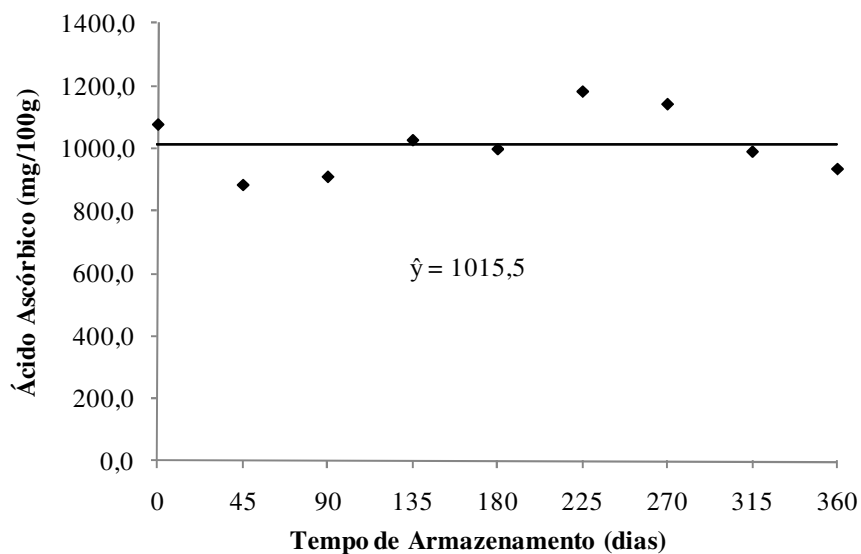


Figura 14 - Média de ácido ascórbico (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

A vitamina C é uma das vitaminas mais importantes para a nutrição humana e tem como fonte as frutas e os vegetais. Ácido L-Ascórbico (AA) é reversivelmente oxidado a forma de Ácido L-dehidroascórbico (DHA), que também exibe atividade biológica (Hernández *et al.*, 2006).

Os frutos utilizados para a obtenção das polpas estudadas neste experimento foram colhidos em estágio maduro. Alguns autores afirmam que o conteúdo de vitamina C depende da estação do ano, clima, do local de cultivo e especialmente do grau de maturação: os frutos mais maduros apresentam conteúdos menores desta vitamina. Frutos verdes podem conter conteúdos 4,5% mais, 90 vezes superior ao conteúdo encontrado em laranjas (Albertino *et al.*, 2009; Vendramimi; Trugo, 2000)

Na Tabela 16 estão apresentados os teores de ácido ascórbico apresentados pelas polpas durante 360 dias de armazenamento congelado.

Tabela 16 – Valores médios de ácido ascórbico (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Ácido ascórbico (mg/100g)	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	1156,94 ± 14,63	1008,33 ± 6,36
45	932,47 ± 112,83	912,22 ± 285,23
90	1174,25 ± 191,45	757,43 ± 136,03
135	1007,87 ± 155,32	1009,25 ± 86,10
180	1125,19 ± 137,48	930,57 ± 86,10
225	1217,67 ± 64,24	1143,13 ± 187,50
270	1166,67 ± 75,39	1086,96 ± 137,68
315	1193,24 ± 145,49	933,57 ± 27,43
360	999,30 ± 228,51	895,88 ± 68,17

Embora, de modo geral, a estabilidade da vitamina C aumente com o abaixamento da temperatura e a maior perda se dê durante o aquecimento dos alimentos, existem casos de perda durante o congelamento ou armazenamento a baixas temperaturas (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

Durante o armazenamento, as polpas não-pasteurizadas apresentaram um leve decréscimo nos conteúdos de ácido ascórbico, com redução de 7,4%, um pouco maior do que as relatadas por Yamashita *et al.* (2003) que, ao avaliar polpas de acerola pasteurizadas congeladas a - 12 °C e - 18 °C durante 4 meses, observaram uma pequena queda (~ 3%) no teor de ácido ascórbico, apresentando uma grande retenção ao final do armazenamento, com valores médios de 1344 ± 42 mg /100 g de polpa, valor superior ao encontrado neste trabalho (1025,8 mg /100 g). Mesmo após processamento térmico, as polpas apresentaram elevados teores do nutriente, mostrando que o congelamento proporcionou uma manutenção desse parâmetro.

Maia *et al.* (2007), em sucos de acerola, observaram que após a etapa de pasteurização, o produto ainda apresentou teor bastante elevado de vitamina C (573,5 mg/100ml). Já Silva (2008), estudando a cinética de degradação do ácido ascórbico em polpas

de frutas, constatou uma redução de 42,01% nos teores de vitamina C em polpas de acerolas armazenadas por 180 dias a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, resultado este que diferem dos outros autores já citados.

Teores semelhantes foram encontrados por Araújo *et al* (2007), que relataram concentrações de ácido ascórbico em polpas congeladas de acerola variando de 1068,12 mg/100g para o clone Roxinha, e 1836,79 mg/100g para o clone II 47/1, porém as mesmas não foram pasteurizadas, evidenciando o elevado conteúdo de ácido ascórbico em frutos de aceroleira. De acordo com os autores, houve um pequeno decréscimo no teor de ácido ascórbico em todos os clones por eles estudados, fato que provavelmente se deve à alta acidez da polpa, que auxilia na manutenção deste nutriente.

Silva (1999) avaliou o efeito de diferentes tratamentos térmicos e embalagens em polpas de acerola, e observou perdas em torno de 20%, tanto em polpa congelada *in natura* quanto na tratada termicamente, e quando armazenadas à temperatura ambiente as perdas passaram para a faixa de 29 a 33%.

Todas as polpas estudadas neste experimento podem ser consideradas excelentes fontes de vitamina C, pois apresentaram teores de ácido ascórbico de cerca de 22 e 19 vezes, para polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas, respectivamente, superiores à ingestão diária recomendada (IDR), que é de 45mg de vitamina C para um adulto (BRASIL, 2005b). Sendo assim, as mesmas podem ser indicadas para a industrialização pela elevada quantidade desse nutriente.

4.2.13 Antocianinas Totais

Os conteúdos de antocianinas totais das polpas de acerola decresceram linearmente ao longo do tempo de armazenamento, com valores significativos ($p \leq 0,05$), mostrando que a regressão foi do tipo linear (Figura 15).

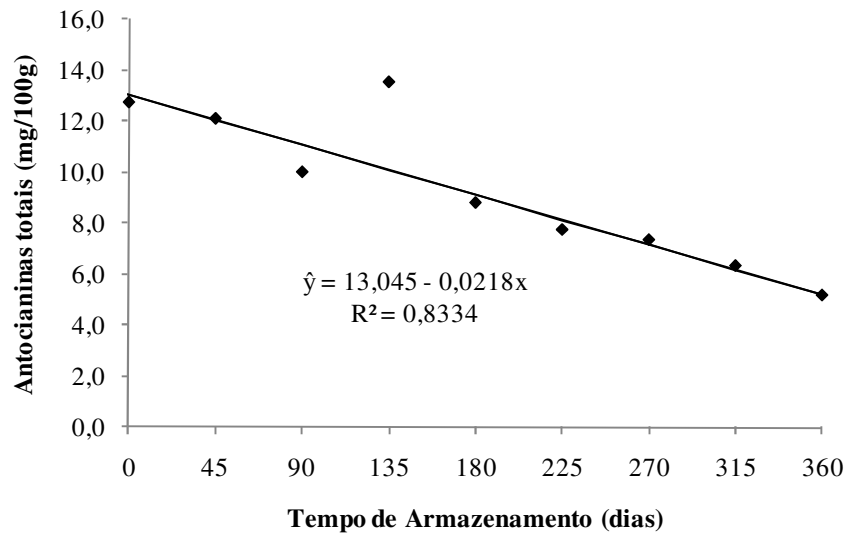


Figura 15 - Média de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenada a - 18 °C por 360 dias

Conforme Tabela 17, as médias para as polpas não-pasteurizadas foram superiores às polpas pasteurizadas. O aquecimento pelos quais foram submetidas às polpas durante o processamento, provavelmente, promoveu uma degradação do teor inicial de antocianinas totais. Segundo Lima *et al.* (2002), as antocianinas são pigmentos instáveis, podendo ser degradados durante o processamento e a estocagem de alimentos com conseqüente alteração de cor. Malacrida e Motta (2005) relatam que aquecimento durante o processamento e a estocagem é uma das principais causas de degradação de antocianinas em sucos de uva. Os principais fatores que influenciam na estabilidade destes pigmentos são: pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além da interação com outros componentes do alimento como: ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos (JACKMAN; SMITH, 1992; BOBBIO;BOBBIO,1995).

Tabela 17 - Médias de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
6,90 ^b	11,33 ^a

Resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey

De acordo com os resultados da Tabela 18, as polpas de acerola apresentaram uma progressiva e grande perda dos teores antocianicos à medida que aumentou o tempo de armazenamento.

Tabela 18 - Valores médios de antocianinas totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Antocianinas totais (mg/100g)	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	10,39 ± 2,30	13,93 ± 3,75
45	9,22 ± 2,63	13,66 ± 0,26
90	7,34 ± 2,05	12,20 ± 0,77
135	10,43 ± 2,20	15,77 ± 0,54
180	6,54 ± 2,27	10,76 ± 0,93
225	5,27 ± 1,97	10,41 ± 2,22
270	4,95 ± 1,92	9,00 ± 0,52
315	4,82 ± 1,39	7,78 ± 0,64
360	3,18 ± 1,24	6,67 ± 0,60

As polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas apresentaram perdas de 69,4% (3,18 mg/100g de polpa) e 52,1% (6,67 mg/100g de polpa), respectivamente, ao final do armazenamento. Resultados similares foram reportados por Silva (1999), ao avaliar o efeito de diferentes tratamentos térmicos e de embalagens em polpas de acerolas. Esses valores foram bem superiores ao encontrado na literatura. Observaram-se perdas de 60,92% e 59,85% no teor de antocianinas em polpas de acerola pasteurizadas, sem e com desaeração, respectivamente, armazenadas a temperatura ambiente por seis meses, quando comparadas com polpas que não sofreram tratamento térmico. Já em polpas que sofreram somente inativação térmica e armazenadas a - 18 °C por seis meses, as perdas antocianicas ficaram em torno de 32,4%. A autora afirma que a temperatura de pasteurização, embora tenha sido realizada em tempo relativamente curto, teve efeito altamente destrutivo sobre a cor das antocianinas da polpa de acerola.

Objetivando avaliar a estabilidade de pigmentos antociânicos à luz e à temperatura de congelamento em frutos de pitangueira, Lima *et al.* (2005a) observaram percentual de perdas de 8,77% quando armazenadas sob congelamento a -18°C por 60 dias. Os autores atribuem a estabilidade desses pigmentos à estrutura química dos compostos antociânicos. Desta forma, possivelmente as antocianinas desse fruto encontram-se aciladas e apresentam grupos metoxil em suas moléculas. Também relatam que a temperatura de congelamento exerceu pequeno efeito sobre a degradação dos pigmentos antociânicos deste fruto.

Lima *et al.* (2003) constaram, em seis meses de armazenamento, uma redução máxima de até 23,6% para polpas de acerola congeladas a -18°C proveniente de doze diferentes plantas. Já em outro estudo, Lima *et al.* (2002) observaram redução de 4,30% nos teores antociânicos também em polpas de acerolas armazenadas por seis meses a -18°C , obtida de frutos oriundos de diferentes plantios. Os autores concluem que o congelamento promoveu redução nos teores de antocianina.

As antocianinas são os pigmentos responsáveis por uma variedade de cores que variam do vermelho vivo ao violeta e azul (Lima *et al.*, 2002). São os pigmentos fenólicos mais atrativos do grupo dos flavonóides. O impacto visual aliado às suas propriedades funcionais faz com que seja potencialmente usado como um corante natural em alimentos (VENDRAMINI; TRUGO, 2004).

Brito *et al.* (2007), em estudos de identificação e quantificação de antocianinas em quatro frutos tropicais (acerola, jambolão, jussara e guajiru), relatam que as principais estruturas antocianidínicas encontradas incluem cianidina, delfinidina, peonidina, pelargonidina, petunidina e malvinidina. Em acerola, os autores identificaram cianidina-3- α -*O*-ramnoside e perlagonidina-3- α -*O*-ramnoside, estruturas também isoladas por Hanamura *et al.* (2005) incluindo também quercetina (quercetina--3- α -*O*-ramnoside), que identificaram forte capacidade de capturar radicais nos dois últimos compostos, evidenciando a contribuição das antocianinas para a elevada atividade antioxidante de frutos de aceroleira.

Vendramini e Trugo (2004) também identificaram vários pigmentos fenólicos, dentre eles pelargonidina, malvinidina 3,5-diglicosilada e a cianidina 3-glicosilada, quercetina, ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e clorogênico, e teores de antocianinas na casca da acerola madura de 37,5 mg/100g.

Já Kuskoski *et al.*(2005) observaram que o conteúdo de antocianinas totais para acerola foi de 16 mg/100g de polpa, sendo inferior à polpa de açaí e uva, com 22,8 e 30,9 mg/100g de polpa, respectivamente, e superior à polpa de goiaba, que apresentou 2,7 mg/100mg de polpa.

Há um fator que pode estar relacionado à redução nos teores de ácido ascórbico. De Rosso e Mercadante (2007) relatam que o ácido ascórbico pode condensar-se com as antocianinas causando a degradação de ambos. Os autores relatam que o efeito deletério do ácido ascórbico presente naturalmente em frutos ou adicionados é muito maior que qualquer outro fator, assim como a presença de luz e oxigênio para a degradação das antocianinas. Com isso, em acerolas, esse fato deve-se a condensação do ácido ascórbico com o carbono 4 de antocianinas, resultando em perdas dos dois nutrientes.

De acordo com Alves (1996), a coloração comercial da acerola é vermelha-escura, portanto, quanto maior o teor de antocianinas, melhor a aceitação do produto por parte do consumidor. Neste estudo os teores de antocianinas das polpas foram afetados pelo tratamento térmico, e mesmo sob congelamento, esses teores não se mantiveram estáveis ao longo do armazenamento, evidenciando a alta instabilidade destes compostos como descrito por vários autores (LIMA *et al.*, 2002; MALACRIDA; MOTTA; 2005).

4.2.14 Carotenóides totais

Os carotenóides totais apresentaram interação significativa ($p \leq 0,05$) entre tempo de armazenamento e tratamentos, como mostra a Figura 16. As polpas pasteurizadas tenderam a um comportamento constante ao longo do tempo de armazenamento, com valores que não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Observaram-se resultados diferentes para as polpas não-pasteurizadas, que apresentaram crescimento linear, ajustando-se a um modelo de regressão linear ($p \leq 0,05$).

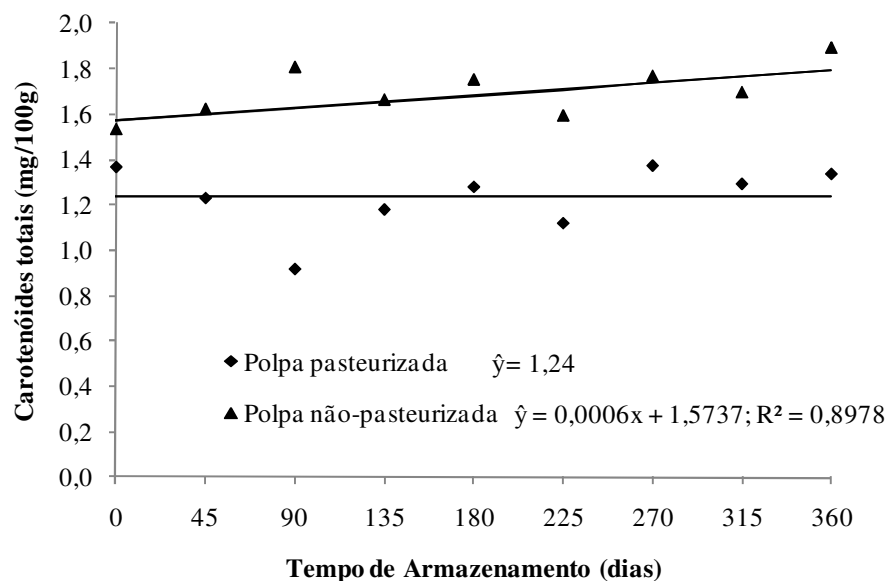


Figura 16 - Carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.

A estabilidade dos carotenóides difere bastante nos alimentos, mesmo quando submetidos a processamento e condições de estocagem idênticas. A principal causa de destruição dos carotenóides é a oxidação (enzimática ou não-enzimática), que depende da presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados, pró-oxidantes, ou antioxidantes, exposição à luz, tipo e estado físico dos carotenóides presente no alimento, a severidade do tratamento, bem como o tempo e temperatura do tratamento térmico (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Os carotenóides são geralmente tetraterpenóides de 40 átomos de carbono, de coloração amarela, laranja ou vermelha. São encontrados em vegetais e classificam-se em carotenos ou xantofilas. Os carotenos são hidrocarbonetos poliênicos com variados graus de insaturação, e as xantofilas são sintetizadas a partir dos carotenos, por meio de reações de hidroxilação e epoxidação. O β -caroteno e o licopeno são exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas. Em decorrência da presença das insaturações, os carotenóides são sensíveis à luz, temperatura, acidez, bem como reações de oxidação. (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Na Tabela 19 encontram-se os valores médios de carotenóides obtidos experimentalmente ao longo do armazenamento. As polpas pasteurizadas apresentaram conteúdo inferior aos das polpas não-pasteurizadas, resultado que se deve ao tratamento térmico aplicado nas mesmas, degradando o conteúdo inicial de carotenóides na polpa, fato já comentado anteriormente ao discutir os teores no início do armazenamento. Na Tabela 20 observam-se as médias para carotenóides totais ao aplicar teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Tabela 19 – Valores médios dos carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a – 18 °C por 360 dias

Tempo de armazenamento (dias)	Carotenóides totais (mg/100g)	
	Pasteurizada	Não-pasteurizada
0	1,37 ± 0,33	1,53 ± 0,12
45	1,23 ± 0,17	1,62 ± 0,20
90	0,92 ± 0,03	1,80 ± 0,09
135	1,18 ± 0,34	1,66 ± 0,10
180	1,28 ± 0,38	1,75 ± 0,11
225	1,12 ± 0,38	1,59 ± 0,19
270	1,38 ± 0,34	1,76 ± 0,13
315	1,30 ± 0,43	1,69 ± 0,16
360	1,34 ± 0,37	1,89 ± 0,07

Tabela 20 - Média de carotenóides totais (mg/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Tratamentos	
Polpa Pasteurizada	Polpa Não-pasteurizada
1,23 ^b	1,69 ^a

Resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey

Observou-se uma boa manutenção dos teores de carotenóides totais tanto das polpas pasteurizadas quanto nas polpas não-pasteurizadas, fato esse que pode ser atribuído à forma de armazenamento. De acordo com Rodriguez-Amaya (1999), o processo de congelamento, especialmente o congelamento rápido, e a estocagem sob temperaturas de congelamento geralmente propiciam a retenção dos carotenóides nos alimentos.

Agostini-Costa *et al.* (2003) avaliaram o efeito do congelamento na polpa de acerola conservadas em álcool a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por doze meses e após quatro meses, o conteúdo de β -caroteno apresentou redução significativa de 20 % em relação à polpa controle (7,09 $\mu\text{g/g}$), sem alteração significativa após esse período. Lima *et al.* (2005b) estudaram o efeito do estágio de maturação dos frutos de aceroleira e as condições climáticas, identificando que no período mais seco, o conteúdo de carotenóides foi menor para frutos maduros, e que durante o processo de maturação observou-se síntese dos mesmos pigmentos. Os frutos utilizados para obtenção das polpas estudadas neste trabalho foram colhidos em estágio maduro.

Mezadri *et.al.* (2005) e Porcu e Rodriguez-Amaya (2006) estudaram pigmentos carotenóides em frutos e produtos derivados de acerola e identificaram β -caroteno, β -criptoxantina, luteína e violaxantina como os carotenóides principais, sendo que o β -caroteno corresponde entre 40 a 60 % do conteúdo total de carotenóides.

Araújo *et al.* (2007) que identificaram teores iniciais de carotenóides que variaram de 1,48 a 5,34 μg de β -caroteno /g ao avaliar alterações de β -caroteno em polpas de clones de aceroleira conservadas por congelamento. Os mesmos autores relatam que os carotenóides se apresentam de um modo geral na cor amarela; no caso da acerola, devido ao elevado teor de antocianinas totais, esta coloração não é representativa como em outros frutos.

Segundo Porcu e Rodriguez-Amaya (2006), baixos conteúdos de carotenóides em polpas congeladas não tratadas termicamente podem ser aparentemente devido à oxidação enzimática e que o branqueamento para inativação enzimática deve ser considerado para evitar a oxidação dos carotenóides. Neste trabalho não foram encontrados grandes perdas de carotenóides ao longo do armazenamento para nenhum dos dois materiais estudados. O tratamento térmico

Silva (2008) encontrou médias próximas para carotenóides totais ao estudar frutos de diferentes clones oriundos de sistema convencional e orgânico, com média geral de 0,95

mg/100g de polpa, inferior às médias encontradas neste trabalho (1,23 e 1,69 mg/100g de polpa para polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas, respectivamente).

4.2.15 Polifenóis Totais

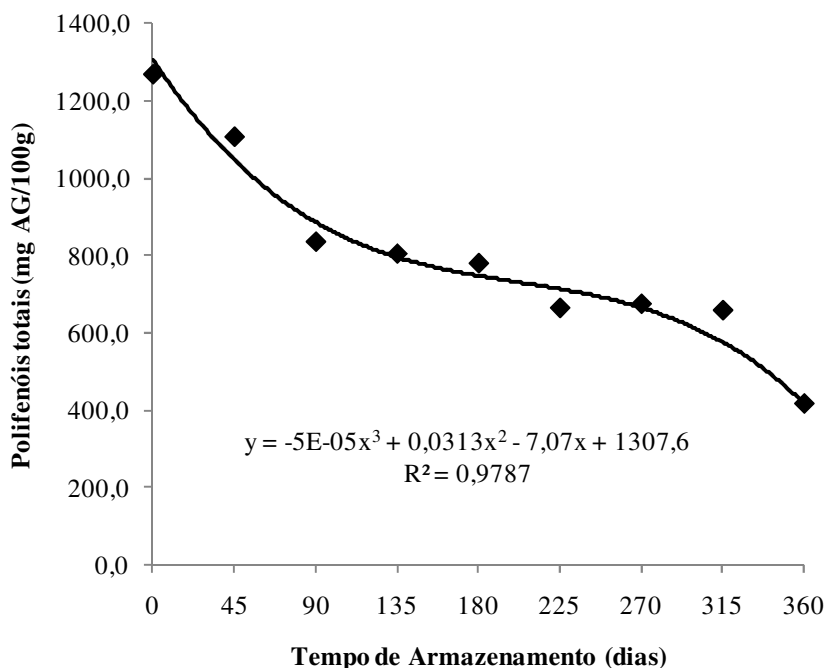


Figura 17 - Média de polifenóis totais (mg ácido gálico/100g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias

Os valores de polifenóis totais tratados estatisticamente apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) ao longo do armazenamento, ajustando a um modelo cúbico de regressão (Figura 17).

Os teores de polifenóis totais variaram de 1288,94 mg de ácido gálico/100g no início e 417,78 mg de ácido gálico/100g no final do armazenamento, com uma redução de cerca de 68,1%, evidenciando que o processamento e o armazenamento sob congelamento interferiu na estabilidade desse componente nas polpas. Resultados próximos foram encontrados por Oliveira (2008), que observou valores entre 679,56 a 1310,41 mg de ácido gálico/100g.

Klopotek *et al.* (2005) evidenciaram que o processamento reduz em cerca de 70% o conteúdo de compostos fenólicos de 257,1 mg de ácido gálico/100g em morangos íntegros para 73,6 mg de ácido gálico/100g na polpa de morango.

Rufino *et al.* (2009) determinaram valores médios de 1063,3 mg de ácido gálico/100g de polifenóis extraíveis totais para polpas de acerolas congeladas, resultados próximos ao encontrados neste trabalho. Já Hassimotto *et al.* (2005) observaram valores inferiores aos desse estudo (861 ± 62 mg de ácido gálico/100g) em polpas de acerola comerciais congeladas no Estado de São Paulo.

Lima *et al.* (2005b), avaliando conteúdo de fenólicos totais em genótipos de acerola em três estádios de maturação, observaram que os conteúdos de fenólicos em acerolas maduras variaram de 896 a 1888 mg de catequina/100g na estação seca, e de 841 a 1361 mg de catequina/100g na estação chuvosa.

4.2.16 Atividade Antioxidante Total

Estatisticamente, os valores para atividade antioxidante total apresentaram diferença significativa durante o tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$), sendo que os dados das polpas pasteurizadas não foram ajustados a nenhum modelo testado, e os valores para as polpas não – pasteurizadas apresentaram-se constantes (Figura 18).

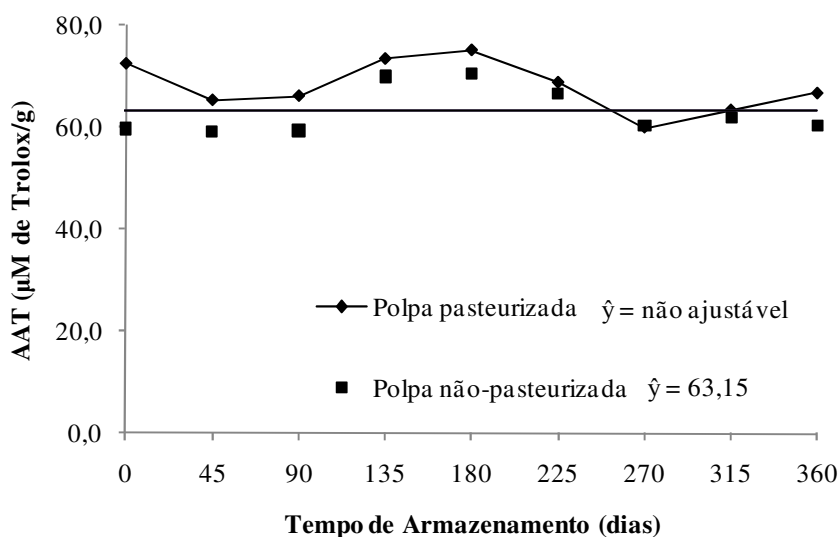


Figura 18 - Atividade antioxidante total (μMol de Trolox/g) de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a -18°C por 360 dias

As polpas pasteurizadas apresentaram valores de atividade antioxidante total que variaram de 72,61 a 66,73 μMol de Trolox/g de polpa. Já as polpas não-pasteurizadas variaram de 59,84 para 70,29 μMol de Trolox/g ao longo do armazenamento, com valor médio de 63,15 μMol de Trolox/g.

Oliveira (2008) encontrou resultados similares ao encontrados neste trabalho. Polpas de acerola obtidas de frutos de aceroleiras oriundas de cultivo convencional apresentaram atividade antioxidante total de 63,09 a 122,77 μMol de Trolox/g, quando armazenadas sob congelamento por 300 dias.

Avaliando diferentes métodos químicos para determinação de atividade antioxidante em polpas de frutos, Kuskoski *et al.* (2005) observaram que atividade antioxidante total da acerola era de 67,6 μM Trolox/g de polpa, concentração superior ao encontrado em polpa de uva, açaí e manga, com valores de 8,2, 9,2 e 13,2 μM Trolox/g de polpa, respectivamente.

Segundo Kuskoski *et al.* (2005), entre os métodos químicos utilizados para determinar a capacidade antioxidante (captação de radicais livres), o radical ABTS é um dos mais rápidos, originando resultados reproduzíveis e coerentes. Além do mais, o ABTS apresenta importantes vantagens: mostra vários máximos de absorção e uma boa solubilidade, permitindo ensaios de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica.

A atividade antioxidante total diminuiu durante o armazenamento possivelmente devido ao efeito do processamento e tempo de armazenamento. Kaur e Kapoor (2001) afirmam que os antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como conseqüências do processamento e armazenamento afetando, desta forma, a capacidade antioxidante do alimento.

Mezadri *et al.* (2005) estudaram a influência do processamento na atividade antioxidante de frutos e em produtos de acerola, e concluíram que aumentando o nível de processamento nos frutos, mais baixo é a capacidade antioxidante desse produto. Os autores observaram atividade antioxidante para polpas congeladas, suco concentrado e suco pronto para beber de 134, 82 μM Trolox/g, 107, 95 μM Trolox/g e 98,79 μM Trolox/g, respectivamente. Esses resultados foram bem superiores ao encontrados neste trabalho possivelmente devido à diferente metodologia de análise usado pelos autores.

Kuskoski *et al.*(2005) relatam que a capacidade antioxidante de frutos é atribuída principalmente ao conteúdo de compostos fenólicos e antociânicos, observando que há uma correlação direta entre os valores de fenólicos e antocianinas totais com os valores de atividade antioxidante equivalente ao Trolox. Mezdri *et al.* (2008) concluíram que a atividade antioxidante de acerola não é creditado somente a um tipo de composto fitoquímico, mas a soma deles.

Xu *et al.* (2008), avaliando a capacidade antioxidante de variedades cítricas cultivadas na China, relatam que os coeficientes de correlação de ácido ascórbico, fenólicos totais, ácidos fenólicos totais, indicam que o ácido ascórbico é o principal componente que contribui para a atividade antioxidante total de sucos cítricos.

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).

4.3 Características Microbiológicas

Análises microbiológicas foram realizadas nas polpas de acerolas para verificar fatores que pudessem alterar sua vida útil. Sabe-se que alterações microbiológicas são indesejáveis em qualquer tipo de alimento, bem como a presença de patógenos e microrganismos indicadores de más condições higiênico-sanitárias. Na Tabela 21 são apresentados os resultados para as polpas de acerola pasteurizada e não-pasteurizada durante os 360 dias de armazenamento.

Observa-se que no início do armazenamento as polpas pasteurizadas apresentavam baixas contagens de coliformes totais e aeróbios mesófilos. O processo térmico utilizado para obtenção da polpa, a adequada característica sanitária dos frutos assim como a adequada condição higiênica de manuseio na indústria podem ter contribuído para tais resultados (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007). E segundo Franco e Landgraf (2003), o emprego de temperaturas elevadas na conservação de alimentos fundamenta-se nos efeitos deletérios que o calor exerce sobre os microrganismos. Todas as amostras apresentaram ausência de *Salmonella* sp. ao longo de todo o armazenamento.

Tabela 21 - Parâmetros microbiológicos de polpas de acerola oriundas de cultivo orgânico armazenadas a - 18 °C por 360 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Coliformes Totais (NMP/g)		<i>Salmonella</i> sp.		Contagem de Aeróbios Mesófilos (UFC/g)		Contagem de Bolores e Leveduras (UFC/g)	
	PP	NP	PP	NP	PP	NP	PP	NP
T ₀	< 3	< 3	Aus.	Aus.	3,8 x 10	4,6 x 10 ²	< 10	1,3 x 10 ²
T ₄₅	< 3	< 3	Aus.	Aus.	1,7 x 10	2,9 x 10 ²	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²
T ₉₀	< 3	< 3	Aus.	Aus.	< 10	6,2 x 10 ²	< 10	1,0 x 10 ²
T ₁₃₅	< 3	< 3	Aus.	Aus.	< 10	6,2 x 10 ²	< 10	1,9 x 10 ²
T ₁₈₀	< 3	< 3	Aus.	Aus.	2,2 x 10 ²	5,1 x 10 ²	< 10	< 10
T ₂₂₅	< 3	< 3	Aus.	Aus.	< 10	2,0 x 10	< 10	< 10
T ₂₇₀	< 3	< 3	Aus.	Aus.	< 10	< 10	< 10	< 10
T ₃₁₅	< 3	< 3	Aus.	Aus.	2,2 x 10 ²	4,4 x 10 ²	1,0 x 10	1,7 x 10
T ₃₆₀	< 3	< 3	Aus.	Aus.	1,8 x 10 ²	3,2 x 10 ²	1,0 x 10	1,0 x 10

PP – polpa pasteurizada; PNP – polpa não-pasteurizada

A Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece padrões microbiológicos para alimentos. Assim, para polpa de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, a RDC estabelece um valor máximo de 10² coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto para amostras indicativas.

Já a Instrução Normativa nº1, de 07 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000) estipula em até 1x10² o número de coliformes a 45°C (coliformes de origem fecal) e ausência de *Salmonella spp.* em amostra indicativa do lote, em até 5x10³ a soma de bolores e leveduras para a polpa *in natura* e em até 2x10³ a soma de bolores e leveduras para a polpa que sofreu tratamento térmico.

Em relação à contagem de bolores e leveduras, constatou-se a eficácia do processo para as polpas pasteurizadas, pois foram verificadas contagens inferiores desses microrganismos em relação às polpas não-pasteurizadas. Como os bolores e leveduras apresentam sensibilidade às temperaturas utilizadas no processo de pasteurização, esta análise

foi realizada apenas para comprovar a eficiência do tratamento térmico e verificar possível recontaminação do produto durante a etapa de envase.

Desta forma, todas as amostras estudadas estavam de acordo com as determinações estabelecidas pelas legislações. Os resultados da estabilidade microbiológica mostram que as polpas apresentaram baixas contagens para todos os microrganismos estudados, evidenciando as boas condições higiênico-sanitárias praticadas durante o processamento das mesmas. Assim também pôde-se observar contagens bem inferiores para as polpas que sofreram pasteurização, constatando a eficácia do tratamento térmico e a manutenção da qualidade microbiológica durante os 360 dias de armazenamento.

5 CONCLUSÕES

O tratamento térmico contribuiu negativamente nas características sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e redutores, antocianinas totais e carotenóides totais, reduzindo seus conteúdos iniciais.

Os teores de antocianinas decresceram ao longo do armazenamento para ambas as polpas. Já os teores de carotenóides totais mantiverem-se estáveis durante o armazenamento.

As polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas apresentaram elevada atividade antioxidante, com perdas mínimas ao longo do armazenamento. Porém, apresentou redução nos teores de polifenóis totais.

O armazenamento sob congelamento não ocasionou perdas significativas de qualidade das polpas de acerola, possibilitando manutenção das características na maioria dos parâmetros estudados.

As polpas pasteurizadas e não-pasteurizadas apresentaram boa qualidade microbiológica do início ao final do armazenamento, com todos os resultados obtidos de acordo com as determinações estabelecidas pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 e Instrução Normativa nº1, de 07 de janeiro de 2000.

Dentre as polpas estudadas, as polpas não-pasteurizadas apresentaram melhores características iniciais de cor e antocianinas. Já as polpas pasteurizadas garantiram melhores características microbiológicas no que concerne aos aspectos de segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. B.; ONGLEY, M. H.; The degradation of anthocyanins in canned strawberries. Part II. The effect of various additives on the retention of pelargonidina-3-glucoside. **J. Food Tech.**, v. 8, n. 3, p. 305-307, 1973.

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. Frutic.**, v. 25, n.1, p. 56-58, 2003.

ALBERTINO, A.; BARGE, A.; CRAVOTTO, G.; GENZINI, L.; GOBETTO, R.; VINCENTI, M. Natural origin of ascorbic acid: Validation by ¹³C NMR and IRMS. **Food Chem.**, London, v. 112, p. 715–720, 2009.

ALVES, R. E. Características das frutas para exportação. In: GORGATTI NETTO, A., ARDITO, E. F. G., GARCIA, E. C., BLEINROTH, E. W., FREIRE, F. C. O., MENEZES, J. B., BORDIN, M. R., SOBRINHO, R. B., ALVES, R. E. Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 1996. p. 9-12. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 21).

AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. **Aliment. Nutr.**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 151-162, 2002.

AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarp* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Aliment. Nutr.**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 171-184, 2001.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

ANUÁRIO – **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2005.

ANUÁRIO – **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006.

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

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC, 2001. 676 p.

ARAÚJO, J.B.C.; MATTOS, A. L. A.; NETO, F. C. V.; PAULA PESSOA, P. F. A.; PIMENTEL, J. C. M. Produção Orgânica de Acerola: Garantia de Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental para Agricultores Familiares da Serra da Ibiapaba - Ceará. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 278-281, 2009.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2006. 478 p.

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

ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; PAIVA, J. R. β -Caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 104-107, 2007.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Pigmentos naturais. In: BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. (Ed.) **Introdução à Química de Alimentos**. São Paulo: Varela, p. 191-232. 1995.

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 64**, Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2003.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento. **Segur. Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005a, 1018p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – Ministério da Saúde. Resolução RDC nº269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 23 de set. 2005b.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Diário Oficial da União nº 6**. Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção I. p. 54-58. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de qualidade para polpa de fruta.

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 ; coordenadores Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha. – Brasília: IICA : MAPA/SPA, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal nº 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 2003. Seção 1, p.11.

BRASIL. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53.

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, p. 9389–9394, 2007.

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

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 61, n. 2, p. 121-126, 2006.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N. et ai. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): UEL 3 (Dominga) - UEL 4 (Lígia) – UEL 5 (Natália). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 124-126, 2002.

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

CASTRO, M. R. S. **Cinética da degradação do ácido ascórbico em polpas de frutas congeladas in natura**. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

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

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

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

DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; BRAGA, G. C; HERZOG, N. F. M. Uva "Niágara Rosada" cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** , Campinas, v. 25, n. 3, p. 546-552, 2005.

DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet Sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 29, n. 3, p. 530-534, 2007.

DINIZ, E.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Atividade de água e condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas. **Rev. Bras. Prod. Agroindustr.**, Campina Grande, n.1, p.9-17, 2003.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. Disponível em:
<http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-acerola.php#aspectos>
Acesso em: 18 jan. 2010.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: São Paulo: Atheneu, 2000. 652 p.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segur. Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 76-81, 2006.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAOSTAT. FAO Statistics Division 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

FARAONI, A. F. Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga orgânica (*Mangifera indica* L.) cv 'Ubá'. 2006. 99 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre, RS: ArtMed, 2006.

FERNANDES, T. N.; RIBEIRO, F. C. R.; LEMOS, F. S.; PRADO, M. E. T.; RESENDE, J. L.; BELCHIOR, N. C. Comportamento reológico, parâmetros físico-químicos e dinâmica do congelamento da polpa de maracujá adicionada de sacarose e pectina. **Braz. J. Food Technol.**, VII BMCFB, 2009.

FONSECA, M. F. de A. C.; NOBRE, F. G. de A. Fatores estimuladores e inibidores do crescimento da produção e da demanda pela agricultura orgânica. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2205-2211, 2002.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; BRASIL, I. M.; PINHEIRO, A. M. Storage stability of acerola tropical fruit juice obtained by hot fill method. **Intern. J. Food Sci. Tech.**, v. 41, p. 1216-1221, 2006.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M.L.S. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. 182p.

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

GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; FONTES, S.R. Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 296-300, 2001.

GOMES, J.E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. J.A. Variabilidade fenotípica em genótipos de acerola. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 11, p.2205-2211, 2000.

HANAMURA, T.; HAGIWARA, T.; KAWAGISHI, H. Structural and functional characterization of polyphenols isolated from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit, **Biosci., Biotechnol. Biochem.**, Tokyo, v. 69, n. 2, p. 280-286, 2005.

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.; TAGLIAFERRO, A.; BOBILYA, D. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **J. Nutr. Biochem.**, v. 13, n. 10, p. 572-584, 2002.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods, **Food Chem.**, London, v. 96, p. 654–664, 2006.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Seleção Fruta a Fruta: Acerola. São Paulo, 1995. 59p.

JACKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. **Natural food colorants**. New York-USA: AVI, 1992.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C.; Antioxidant in fruits and vegetables – the millennium’s health. *Intern. J. Food. Sciec. Tech.*, v. 36, p. 703-725, 2001.

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.

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

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S. et al. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Rev. Bras. de Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 669-670, 2002.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. L. S.; LIMA, D. E. S. Avaliação de teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S.. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 1, p. 92-94, 2005a.

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.**, London, v. 90, p. 565-568, 2005b.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira, **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 51-55, 2007.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. **Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento.** **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553-559, 2005.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais.** Fortaleza: Edições UFC, 2007. 320 p.

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, n. 1, 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.

MATSUURA, F. C. A. U. et al. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* D.C.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.

MATSUURA, F. C. A. U. **Processamento e caracterização de suco integral concentrado congelado de acerola.** Campinas, 1994. 141p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MEZADRI, T.; PÉREZ-GÁLVEZ, A.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Carotenoid pigments in acerola fruits (*Malpighia emarginata* DC.) and derived products. **Eur. Food Res. Technol.**, Berlin, v. 200, p. 63-69, 2005.

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 derivatives. **Food Chem.**, London, v. 21, p. 282-290, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 31, p. 426-428, 1959.

MOTA, J. C.; ASSIS, S. A.; PECIN, J.; LIMA, G.; MARTINS, A. B. G.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Acerola's clones of industrial interest. **J. Food Biochem.**, Westport, v. 29, p. 99-107, 2005.

NEVES, L. C.; BENEDETTE, R.M.; SILVA, V. X.; PRILL, M. A. S.; VIEITES, R. L. Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia Setentrional, através da aplicação de preservativos e da pasteurização. **Rev. Bras.Frútic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 576-582, 2007.

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. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras, **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1331-1342, 2000.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola, **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002

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 de Agroec**, Viçosa, v. 2, n. 1, 2007.

OLIVEIRA, L.S. **Avaliação da qualidade pós-colheita e capacidade antioxidante durante o armazenamento da polpa de seis clones de aceroleira**. 2008. 93f. Dissertação (Mestrando em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

OLSON, J. A. Bioavailability of carotenoids. **Archivos Latin. Nutr.** v. 49, p. 21-25, 1999.

ORDOÑEZ PEREDA, J. A. Tecnologia de Alimentos, v. 1, Componentes dos Alimentos e Processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos**. Zaragoza, España: Acribia, 1976. 331p.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 437-442, 2006.

PORCU, O. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Variation in the carotenoid composition of acerola and its processed products. **J. Sci. Food Agric.**, London, v. 26, p. 1916-1920, 2006.

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

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. Technol.**, London, v.11, n.4, p. 315-321, 2005.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P.; Acerola – Aspectos gerais da cultura. **Acerola em Foco**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, n. 09, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

RUFINO, M. S. M. Total phenolic and antioxidant activity in acerola, açaí, mangaba e uvaia fruits by DPPH methods. **Acta Horticulture**, v.841, p. 459-462, 2009.

SALGADO, S. M. ; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar, **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.

SALLA, M. F. S. *et. al.* Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, p. 15-22, 2002.

SAS Institute, Inc. **SAS User's Guide**: version 9.1, Cary, NC: SAS Institute, 2006.

SEBRAE – RJ. Cenário da produção e mercado dos orgânicos no Brasil. BIOFACH América Latina, setembro de 2004, Hotel Glória, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SEBRAE-RJ, 2004.

SEMENSATO, L. R. **Caracterização físico-química de frutos de genótipos de acerola (*Malpighia* sp.), cultivados em Anápolis-GO, processamento e estabilidade de seus produtos.** 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.

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, dez, 2000.

SILVA, M. F. V. **Efeito dos diferentes tratamentos e embalagens nas características da polpa de acerola e na determinação dos teores de ácido ascórbico e das antocianinas durante o armazenamento.** 1999. 245 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

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

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

SOUSA, M. A. C.; YUYAMA, L. K.O.; AGUIAR, J. P. L.; PANTOJA, L. Suco de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p.483-496, 2006.

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. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, Campina Grande, v.10, n.2, p.390–396, 2006.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**, Release 22 (2009). Disponível em: < http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>. Acesso em: 18 jan. 2010.

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

VENDRAMINI, A. L. A.; TRUGO, L. C. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). **J. Braz. Chem. Soe.**, v. 15, n. 5, p. 664-668, 2004.

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

XU, G.; LIU, D.; CHEN, J.; YE, X.; MA, Y.; SHI, J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. **Food Chem.**, London, v. 106, p. 545-551, 2008.

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

APÊNDICES

Apêndice 1- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: L (luminosidade), a*, b*, Chroma (c) e Ângulo Hue (h)

Fonte de Variação	Quadrados Médios					
	GL	L*	a*	b*	Chroma	Hue
Trat	1	448.1467*	135,0865 ^{ns}	92,2253 ^{ns}	3,4070 ^{ns}	392,5530 ^{ns}
Bloco	2	25.7752	30,4467	19,3802	7,1691	78,9915
Trat*Bloco	2	8.7718	27,16363	18,1992	24,6647	22,2763
Tempo	4	41.1003*	242,3784*	43,3053*	66,6921*	389,2603*
Trat*Tempo	4	7.5062*	4,4870 ^{ns}	3,4934 ^{ns}	1,0128 ^{ns}	10,5355 ^{ns}
Bloco (Trat*Tempo)	16	0.5840	3,8725	4,8723	4,2921	7,7577
Linear	1	5,4982*	849,9112*	16,5690 ^{ns}	186,7370*	1283,9925*
Falta de ajuste	3	91,7148 ^{ns}	39,8675*	52,2174*	26,6771*	91,0163 ^{ns}
Quadrática	2	44,4473 ^{ns}	921,0456*	156,3276 ^{ns}	200,3939 ^{ns}	1529,0700*
Falta de ajuste	2	52,7654 ^{ns}	24,2341 ^{ns}	8,4468 ^{ns}	33,1873*	13,9857 ^{ns}
Cúbica	3	81,1695 ^{ns}	952,5976 ^{ns}	173,0863 ^{ns}	259,8949 ^{ns}	1540,8007 ^{ns}
Falta de ajuste	1	16,0432 ^{ns}	16,9162 ^{ns}	0,1350 ^{ns}	6,8736 ^{ns}	16,2407 ^{ns}

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; Ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

Apêndice 2 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável, relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR)

FV	Quadrados Médios						
	GL	pH	SS	AT	SS/AT	AST	AR
Trat	1	0,0232 ^{ns}	15,6816*	0,0000 ^{ns}	11,6668*	13,0242*	11,2522*
Bloco	2	0,0230	0,1118	0,0049	0,0716	0,1245	0,0880
Trat*Bloco	2	0,0013	0,8466	0,0145	0,4005	0,5946	0,6062
Tempo	8	0,0095*	0,2219 ^{ns}	0,0239*	0,6156*	0,4731*	0,4087*
Trat*Tempo	8	0,0082*	0,1012 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,0424 ^{ns}	0,0419 ^{ns}	0,0688 ^{ns}
Bloco (Trat*Tempo)	32	0,0011	0,1050	0,0021	0,0256	0,0700	0,0735
Linear	1	0,0210 *	0,2151 ^{ns}	0,0129*	0,1116 ^{ns}	0,1254 ^{ns}	0,0460 ^{ns}
Falta de ajuste	6	0,0089 *	0,2229 ^{ns}	0,0255*	0,6876*	0,5228 ^{ns}	0,4605 ^{ns}
Quadrática	2	0,02107 *	0,4009 ^{ns}	0,0405*	1,7327 ^{ns}	0,5541 ^{ns}	0,02404 ^{ns}
Falta de ajuste	5	0,0106 *	0,2291 ^{ns}	0,0252*	0,5320 ^{ns}	0,5384 ^{ns}	0,5049 ^{ns}
Cúbica	3	0,05581 *	1,2907 ^{ns}	0,1272*	2,3369 ^{ns}	0,9968 ^{ns}	1,0613 ^{ns}
Falta de ajuste	4	0,0046 ^{ns}	0,0970 ^{ns}	0,0129*	0,5176 ^{ns}	0,5576 ^{ns}	0,4417 ^{ns}

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; Ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

Apêndice 3 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros: ácido ascórbico (AA), antocianinas totais (Antoc.), carotenóides totais (Carot.), atividade antioxidante total (AAT), polifenóis totais (Polif.) e atividade de água (Aw)

FV	Quadrados Médios						
	GL	AA	Antoc.	Carot.	AAT	Polif.	Aw
Trat	1	283791,1019 ^{ns}	264,7589*	2,8199 ^{ns}	321,9825*	2003,490 ^{ns}	0.0020 ^{ns}
Bloco	2	9991,2727	36,9520	0,3265	5,7962	7051,427	0.0007
Trat*Bloco	2	15347,4132	8,0945	0,4530	13,8596	5282,853	0.0001
Tempo	8	44117,2554 ^{ns}	51,9709*	0,0494 ^{ns}	118,1726*	242468,404*	0.0002*
Trat*Tempo	8	26097,3457 ^{ns}	1,0629 ^{ns}	0,0627*	22,9951*	5702,556 ^{ns}	0.0001*
Bloco (Trat*Tempo)	32	20373,9425	0,8832	0,0232	6,6227	9570,457	0.0000
Linear	1	3095,0778 ^{ns}	346,5284*	0,0658 ^{ns}	12,3956 ^{ns}	23843,363 ^{ns}	
Falta de ajuste	6	49977,5665 ^{ns}	9,8912 ^{ns}	0,0285 ^{ns}	150,8869*	273700,553	
Quadrática	2	42369,1386 ^{ns}	349,5284 ^{ns}	0,0766 ^{ns}	313,2810*	24525,071 ^{ns}	
Falta de ajuste	5	51762,9842 ^{ns}	11,1039 ^{ns}	0,0321 ^{ns}	120,8873*	319203,694*	
Cúbica	3	262916,0163 ^{ns}	349,319 ^{ns}	0,08100 ^{ns}	371,6936*	1310850,631 ^{ns}	
Falta de ajuste	4	18004,4054	13,2894 ^{ns}	0,0390 ^{ns}	136,5059*	125779,321*	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; Ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade;