

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NA PORÇÃO
COMESTÍVEL E RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE ACEROLA
PRODUZIDA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Qualidade e atividade ...

2012

TS-PP-2012.00005



CPATSA-48734-1

ANA CAROLINA SOUSA COSTA

AREIA - PB

2012

012.00005



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NA PORÇÃO COMESTÍVEL E
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE ACEROLA PRODUZIDA NO
SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

ANA CAROLINA SOUSA COSTA

**AREIA-PB
2012**



ANA CAROLINA SOUSA COSTA

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NA PORÇÃO COMESTÍVEL E
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE ACEROLA PRODUZIDA NO
SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em agronomia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo Elesbão Alves
CO-ORIENTADORA: Dra. Maria Auxiliadora Coêlho Lima

**AREIA-PB
2012**

ANA CAROLINA SOUSA COSTA

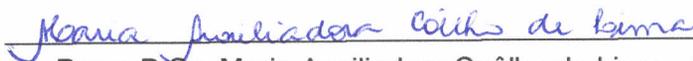
**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA PORÇÃO COMESTÍVEL
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE ACEROLA PRODUZIDA NO
SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

APROVADA EM: ____/____/2012.

BANCA EXAMINADORA



Pesq. D.Sc. Ricardo Elesbão Alves – Embrapa/CNPAT
Orientador



Pesq. D.Sc. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima – Embrapa Semiárido
Co-orientadora



Profª Silvana de Melo Silva, Ph.D.- UFPB/CCA

Examinadora
DCFS/CCA/UFPB

AREIA-PB

2012

À Deus, por ter proporcionado tudo em minha vida.

Aos meus pais, Waldemar Luiz e Gizélia Senhorinha pelo o amor e carinho, e apoio para que eu chegasse até aqui.

A meu irmão Leonardo e minha cunhada Jakeline, por estarem torcendo pelo meu sucesso.

À minha doce e querida sobrinha Lara Vitoria, pelo amor e carinho.

Dedico

“Quando acreditamos e amamos do fundo de nossa alma, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé. Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa na hora exata e, quando atingimos nosso objetivo, ficamos surpresos com a nossa capacidade.”

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado a vida e a oportunidade de realizar mais essa etapa da minha vida.

À Universidade Federal da Paraíba da Paraíba – UFPB, ao Programa de Pós-graduação de Agronomia – PPGG, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao pesquisador e orientador Dr. Ricardo Elesbão Alves, pelo apoio e orientação.

À professora Silvanda de Melo Silva, pela amizade, orientação, atenção e paciência durante essa trajetória acadêmica.

À pesquisadora e orientadora Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, pelo apoio, confiança e incentivo, por ter acreditado em minha capacidade como profissional durante quase toda minha vida acadêmica e pelo exemplo de profissionalismo e competência.

À Embrapa Semiárido, pelo acesso ao Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para as realizações das análises necessárias para o desenvolvimento do experimento.

À empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda., pelo fornecimento dos frutos e resíduos utilizados neste trabalho.

Aos colegas de classe da turma do mestrado, Clemilton, Renato, Marcia Gondim, Rilvânia, Renato Dantas, e principalmente a minhas amigas-irmãs e companheiras, Priscila Alves, Carmem Valdênia, Jessica e Renata, que tiveram presentes em todos os momentos de alegrias e “sofrimento” durante esses dois anos, obrigado pela amizade. Nunca me esquecerei de vocês.

Aos funcionários da Embrapa Semiárido, Danielly, pelo apoio e ajuda nas análises de pós-colheita, e Joviniano pelo apoio nas análises, incentivo e amizade.

Aos bolsistas do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, Ana Laíla, Ana Claudia, Edjanara, Edna, Fernanda, Sormani e Nara, pela ajuda, amizade e pelos bons momentos juntos;

A Ana Cristina, Andréia, Thalita e Patrício, pelo apoio e amizade;

Às minhas amigas, Isis Vanessa, Jaqueline Nascimento, Emanuella, Geisa Mayana e Renata Natália pelo incentivo e apoio.

Enfim, agradeço a todos, por fazerem parte dessa história.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fruto maduro da acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.).....	23
Figura 2.	Localização do município de Petrolina- PE, onde estavam as áreas de produção comercial das quais foram obtidos os frutos para o estudo.....	53
Figura 3.	Frutos de cinco cultivares de acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.) em dois estádios de maturação: 1 (coloração verde) e 6 (coloração vermelho intenso).....	54
Figura 4.	Resíduos do processamento da acerola, coletados em três etapas do processo: triturador, despolpadeira e decanter; bem como em dois estádios de maturação, a partir da mistura de cinco cultivares.....	89
Figura 5.	Fluxograma simplificado da produção da polpa e suco concentrado de acerola da empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição centesimal da polpa da acerola por 100 g de parte comestível	32
Tabela 2.	Massa fresca (g), resistência do fruto à compressão (g), teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso)	65
Tabela 3.	Teor de ácido ascórbico (vitamina C), teor de açúcares solúveis total (AST), teor de açúcares redutores (AR) e teor de amido dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso).....	69
Tabela 4.	pH, teores de antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹) e de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g ⁻¹) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira.....	72
Tabela 5.	Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g ⁻¹) em acerola em dois estádios de maturação.....	73
Tabela 6.	Teor de flavonóides amarelos (mg 100 g ⁻¹) e teor de carotenoides (mg 100 g ⁻¹) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso)	75
Tabela 7	Atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1= coloração verde e 6= coloração vermelho intenso).....	77
Tabela 8	Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, teor de ácido ascórbico (vitamina C) de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento.....	102

Tabela 9	Teor de amido, teor de açúcares solúveis totais (AST), teor de açúcares redutores (AR) e teor de flavonoides de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento	104
Tabela 10	Teor de carotenóides (mg 100 g ⁻¹) e teor de polifenóise extraíveis totais (PET) de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento	106
Tabela 11	Teor de antocianinas em resíduos agroindustriais do processamento de acerola obtidos de três etapas do processo.....	108
Tabela 12	Atividade antioxidante total, determinada pelos métodos ABTS e DPPH, de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento.....	109

COSTA, A. C. S **Qualidade e atividade antioxidante na porção comestível e resíduos do processamento de acerola produzida no Submédio do Vale do São Francisco**. 2012. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2012.

RESUMO

As acerolas (*Malpighia emarginata* D.C.) são frutas tropicais altamente perecíveis, ricas em vitamina C e outros compostos bioativos, que exercem efeitos benéficos à saúde humana através de ações antioxidantes. Possuem capacidade de aproveitamento industrial para a fabricação de diversos produtos, com ênfase na produção de concentrados de suco e polpas. Na atividade de processamento, porém, como ocorre com as demais frutas, são geradas toneladas de resíduos agroindustriais que geralmente são desprezados. Entretanto, esses resíduos podem ser reaproveitados para a fabricação de novas fontes alimentares. O objetivo desse trabalho foi caracterizar, por meio de atributos físicos e químicos, os frutos de cultivares de aceroleira colhidos em dois estádios de maturação e os resíduos oriundos do seu processamento industrial. Foram coletadas amostras de frutos *in natura* de cinco cultivares de aceroleira: Flor Branca, Costa Rica, Okinawa, Junco e Sertaneja, e de três tipos de resíduos, coletados em diferentes etapas do processo: triturador, despulpadeira e decanter. Em ambas as situações, avaliou-se o material oriundo de frutos em dois estádios de maturação: 1, caracterizado pela coloração verde, e 6, correspondendo ao maduro, cuja coloração é amarelo intenso. Para as análises dos frutos, foram separadas 4 repetições com 25 frutos por cultivar, em cada estágio de maturação. Para os resíduos, foram separados 4 repetições de 600 g para cada tipo resíduo, em cada um dos estádios de maturação avaliados. Os frutos e os resíduos foram submetidos às seguintes análises: teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, teor de ácido ascórbico, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), amido, flavonóides amarelos, antocianinas, carotenóides totais, polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (ATT) pelos métodos ABTS e DPPH. Os frutos foram avaliados também quanto à massa fresca e à resistência à compressão. A cultivar Okinawa destacou-se por apresentar maior massa e resistência à compressão, os maiores teores de SS e ácido ascórbico. Além de alta ATT, independente do método utilizado ser ABTS ou DPPH. A cultivar Sertaneja apresentou-se como a mais rica em teores dos seguintes compostos bioativos: antocianinas, flavonóides amarelos e (PET), além da maior AT. O resíduo gerado na etapa do triturador destacou-se por apresentar os maiores teores relativos de SS, amido, AST, AR e de compostos bioativos, como ácido ascórbico, antocianinas, (PET) e atividade antioxidante total, para ambos os métodos utilizados. Para AT, pH e os teores de carotenóides totais e de flavonóides amarelos, os maiores valores foram observados nos resíduos das etapas de despulpadeira e decanter. Diante dos resultados observados, verifica-se que o resíduo triturador apresenta maior potencial para o aproveitamento na geração de novos produtos.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* D.C.; agroindústria; aproveitamento de resíduos; qualidade.

COSTA, A. C. S. **Quality and antioxidant activity inedible portion and residue processing acerola produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley.** 2012. 116p. Thesis (Msc in Agronomy) Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2012.

ABSTRACT

Acerola fruit (*Malpighia emarginata* DC) is a highly perishable tropical fruit, well known as very rich in vitamin C and other bioactive compounds that exert beneficial effects on human health through antioxidant actions. It has been used for processing various products, with emphasis on the production of concentrate juice and pulp. For the processing activity, however, as with other fruits, it is generated tons of agroindustrial residues that are generally disposed. However, these residues can be reused for manufacturing new food products. The objective of this study was to evaluate the quality and the antioxidant activity of acerola fruit cultivars harvested in two maturity stages, as well as the residues from the industrial process. Fresh acerolas were harvested from five cultivars: Flor Branca, Costa Rica, Okinawa, Sertaneja, and Junco. Three different types of residues were collected from different stages of the process: crusher, depulper, and decanter. In both situations, it was evaluated the material from two fruit maturity stages: 1) characterized by green color of skin, and 6, corresponding to the mature stage, whose skin coloration is deep red. For fruit analysis, it was used four replications composed of 25 fruits per cultivar in each maturation stage. For the residue, it was used for replications of 600 g for each type of residue, from each stages of maturation evaluated. The fruits and residues were analyzed as follows: soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pH, ascorbic acid, total soluble sugars (TSS), reducing sugars (RS), starch, yellow flavonoids, total anthocyanins, total carotenoids, total extractable polyphenols (TEP) and total antioxidant activity (TAA) by ABTS and DPPH methods. The fruits were also evaluated for fresh mass and compressive strength. The cultivar Okinawa stood presented higher mass and compressive strength, higher contents of SS and ascorbic acid compared with the other cultivars. In addition, it presented higher TAA, independently of the applied method, ABTS or DPPH. The cultivar Sertaneja was the richest in content of the following bioactive compounds: TEP, including anthocyanins and yellow flavonoids, besides the largest TA. The residue generated in the crusher stage stood out for presenting the highest relative levels of SS, starch, TSS, RS, and bioactive compounds, such as ascorbic acid, anthocyanins, TEP and total antioxidant activity, by both methods. For TA, pH, and total carotenoids and yellow flavonoids contents, the highest values were observed in the residues of depulper and decanter stages. According to the results, it appears that the residue of the crusher presents greater potential for using for the generation of new food products.

Keywords: *Malpighia emarginata* D.C.; agroindustry; use of residues; quality.

SUMÁRIO

CAPITULO I	Qualidade e atividade antioxidante na porção comestível e resíduos do processamento de acerola produzida no Submédio do Vale do São Francisco.	
	RESUMO	
	ABSTRACT	
1.	Introdução	20
2.	Objetivos	22
2.1	Geral	22
2.1	Específicos	22
3.	Referencial teórico	23
3.1	Cultivo da aceroleira	23
3.2	Importância econômica e utilização	25
3.3	Cultivares	26
3.4	Qualidade da acerola	28
3.5	Importância alimentar e nutricional	29
3.6	Compostos bioativos	32
3.6.1	Compostos fenólicos	33
3.6.2	Ácido ascórbico	34
3.6.3	Carotenóides	35
3.7	Atividade antioxidante	36
3.8	Resíduos agroindustriais e seu aproveitamento	38

3.9	Composição química e compostos bioativos presentes em resíduos	40
4.	Referências bibliográficas	42
CAPÍTULO II	Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de acerola colhidas em dois estádios de maturação.	
1.	Introdução	53
2.	Material e métodos	54
2.1	Material experimental e tratamentos	54
2.2	Variáveis analisadas	56
2.2.1	Massa fresca	56
2.2.2	Resistência do fruto a compressão	56
2.2.3	Teor de sólidos solúveis (SS)	57
2.2.4	Acidez titulável (AT)	57
2.2.5	pH	57
2.2.6	Teor de ácido ascórbico (vitamina C)	57
2.2.7	Teor de açúcares solúveis totais (AST)	58
2.2.8	Teor de açúcares redutores (AR)	58
2.2.9	Teor de amido	59
2.2.10	Teor de carotenóides totais	60
2.2.11	Teor de antocianinas e flavonoides amarelos	60
2.2.12	Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)	61
2.2.13	Atividade antioxidante total (ATT)	61
2.2.13.1	ABTS	62

2.2.13.2	DPPH	62
2.3	Delineamento experimental	64
3.	Resultados e discussão	65
3.1	Massa fresca	65
3.2	Resistência do fruto a compressão	65
3.3	pH	66
3.4	Teor de sólidos solúveis (SS)	66
3.5	Acidez titulável (AT)	67
3.6	Teor de ácido ascórbico (vitamina C)	68
3.7	Teor de açúcares solúveis totais (AST)	70
3.8	Teor de açúcares redutores (AR)	70
3.9	Teor de amido	71
3.10	Teor de antocianina	71
3.11	Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)	73
3.12	Teor de flavonoídes amarelos	74
3.13	Teor de carotenóides totais	76
3.14	Atividade antioxidante total – ABTS	76
3.15	Atividade antioxidante total – DPPH	78
4.	Conclusões	80
5.	Referências bibliográficas	81
CAPÍTULO III	Caracterização físico-química e da atividade antioxidante em resíduos gerados no processamento de acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.) produzida no Submédio do Vale do São	

Francisco

1.	Introdução	89
2.	Material e métodos	91
2.1	Material experimental e tratamentos	91
2.2	Variáveis analisadas	94
2.2.1	Teor de sólidos solúveis (SS)	94
2.2.2	Acidez titulável (AT)	94
2.2.3	pH	94
2.2.4	Teor de ácido ascórbico (vitamina C)	95
2.2.5	Teor de açúcares solúveis totais (AST)	95
2.2.6	Teor de açúcares redutores (AR)	96
2.2.7	Teor de amido	96
2.2.8	Teor de carotenóides totais	97
2.2.9	Teor de antocianinas e flavonoides amarelos	98
2.2.10	Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)	98
2.2.11	Atividade antioxidante total (ATT)	99
2.2.11.1	ABTS	99
2.2.11.2	DPPH	100
2.2.12	Delineamento experimental	101
3.	Resultados e discussão	102
3.1	Teor de sólidos solúveis (SS)	102
3.2	Acidez titulável (AT)	102

3.3	pH	103
3.4	Teor de ácido ascórbico (vitamina C)	103
3.5	Teor de amido	105
3.6	Teor de açúcares solúveis totais (AST)	105
3.7	Teor de açúcares redutores (AR)	105
3.8	Teor de flavonóides amarelos	106
3.9	Teor de carotenoides	107
3.10	Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)	107
3.11	Teor de antocianinas	108
3.12	Atividade antioxidante total – ABTS	108
3.13	Atividade antioxidante total – DPPH	109
4.	Conclusões	111
5.	Considerações finais	112
6.	Referências bibliográficas	113

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande exportador de produtos do agronegócio, incluindo de frutas, que se destacam devido à diversidade, ao volume produzido e à comercialização voltada para os mercados interno e externo tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento. Atualmente, o país registra um aumento na produção de frutas, que, segundo os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi de 5,17% na safra de 2010, o que representa 43,164 milhões de toneladas, enquanto no ano anterior registrou-se cerca de 41,041 milhões de toneladas. Esse fato ocorre devido ao Brasil possuir características naturais de clima e solo favoráveis ao cultivo de diversas espécies frutíferas. Portanto, o Brasil ocupa, no ranking mundial, a terceira posição quanto à produção de frutas, ficando atrás apenas de China e Índia (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2011).

Atualmente, a nova tendência mundial é a busca por alimentos que apresentem importantes benefícios para a alimentação humana. A procura cresce principalmente por frutas que possam oferecer propriedades nutricionais importantes (MATTIASO, 2008). Uma das culturas que está em destaque é a aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.), reconhecida pela alta produção natural de vitamina C e outros compostos bioativos, além da sua grande capacidade de aproveitamento industrial (MENESES et al., 2009).

As condições edafoclimáticas favoráveis da Região Nordeste caracterizam-na como a principal região produtora da fruta, destacando-se os estados de Pernambuco, Bahia e Ceará. Em geral, as áreas produtoras são caracterizadas por grandes extensões plantadas e vinculadas às agroindústrias (MANICA et al., 2003; BEHLING et al., 2007) devido ao limitado consumo *in natura* e o alto teor de ácido ascórbico.

Estudos recentes estão sendo direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, como sucos (integrais ou concentrados), geléias, compotas, licores, alimentos nutracêuticos, a exemplo de comprimidos ou cápsulas empregados como suplemento alimentar, chás, barras nutritivas, iogurtes, bombons, gomas de mascar, néctares, sorvetes,

cobertura de biscoitos e refrigerantes (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002).

Esses produtos resultantes do processamento de frutas produzem, ao longo de sua cadeia, uma grande quantidade de resíduos agroindustriais que, na maioria das vezes, são descartados como lixo orgânico. Estima-se que o total de frutas processadas para a produção de suco e polpas gere de 30 a 40% de resíduos (MOREIRA, 2007; SENA e NUNES, 2006).

Os principais resíduos gerados pelo processamento das frutas são constituídos de casca, semente ou caroço e bagaço. Estes, por sua vez, possuem, em sua composição, vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos, como antioxidantes, entre outros. A utilização desses resíduos poderia minimizar o desperdício de alimentos, bem como gerar uma nova fonte alimentar. Com este enfoque, vários estudos têm revelado que compostos antioxidantes e muitos nutrientes se concentram nas cascas e sementes (ABRAHÃO et al., 2010; SOUSA et al., 2011).

Desta forma, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, em especial de processamento de frutas, vem crescendo muito no Brasil nos últimos anos. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas visando descobrir novas fontes nutricionais e sua utilização, como também o aproveitamento de subprodutos e resíduos da produção agrícola para a alimentação humana e animal (SOUZA et al., 2011; MATSUURA et al., 2001).

No que se refere à acerola, considerando a importância e a contribuição econômica das áreas produtivas bem como os resíduos agroindustriais gerados a partir do processamento da fruta, ressalta-se a necessidade de estudos que caracterizem as propriedades químicas, com ênfase naquelas voltadas para o valor alimentar, dos resíduos gerados pelo processamento industrial, diferenciando-os entre etapas do processo, estádios de maturação da fruta, cultivares ou outros aspectos que possam subsidiar a geração de um produto novo.

2. OBJETIVOS

2.1 – GERAL

Caracterizar, por meio de atributos físicos e químicos, os frutos de cultivares de aceroleira colhidos em dois estádios de maturação e os resíduos oriundos do processamento industrial.

2.2 – ESPECÍFICOS

1. Caracterizar os frutos de cinco cultivares comerciais de aceroleira quanto a atributos físicos e químicos;
2. Determinar os teores de compostos bioativos presentes em frutos de cinco cultivares de aceroleira;
3. Caracterizar os resíduos da agroindústria de acerola, gerados em diferentes etapas do processamento, em relação a atributos químicos;
4. Determinar os teores de compostos bioativos presentes em resíduos da atividade de processamento da acerola, coletados em três etapas distintas;
5. Avaliar a atividade antioxidante, por meio de dois métodos (ABTS e DPPH), nos frutos e nos resíduos gerados pela agroindústria de acerola.

3 - REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 – Cultivo da aceroleira

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma planta rústica que se adapta bem aos mais diversos climas, podendo ser encontrada em várias regiões do planeta, onde o cultivo para a produção comercial concentra-se principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. Essa produção deve ocorrer em temperaturas que variam de 15 a 32°C (RITZINGER et al., 2003). Alguns autores, como Gonzaga Neto e Soares (1994), mencionaram que a aceroleira adapta-se bem a temperatura média em torno dos 26°C. Já quando adultas, podem resistir a temperaturas próximas a 0°C, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Para que a planta cresça e se reproduza de maneira regular, as chuvas devem variar entre 1.200 mm a 2.000 mm, devendo ser bem distribuídas ao longo do ano, favorecendo, assim, uma maior produção, com frutos maiores e de melhor qualidade. O excesso de chuvas pode provocar a formação de frutos aquosos, frágeis, diminuição do teor de vitamina C e dos teores de açúcares, como também influencia na queda de flores e frutos em formação, diminuindo conseqüentemente a produção (NEVES, 2007; KAWATI, 1995; ALVES e MENEZES, 1995). Por outro lado, se o total da pluviosidade anual for inferior a 1.000 mm, pode-se ter a ocorrência de frutos pequenos, enrugados e com baixíssimo teor de vitamina C. Portanto, com a ocorrência de déficit hídrico, a complementação com irrigação é necessária (TEXEIRA e AZEVEDO, 1995).

A aceroleira é muito exigente quanto à insolação, sendo que a radiação solar influencia bastante na produção de vitamina C pela planta (ARAÚJO e MINAME, 1994; NAKASONE et al., 1966). Outro fator que deve ser considerado quando se avalia a escolha da área para produção é a altitude, que, para ser favorável ao cultivo da aceroleira, deve variar de 0 até 800 m ou mais ao nível do mar (NEVES, 2007).

Quanto ao tipo de solo, a aceroleira não é muito exigente. Desenvolve-se bem em quase todos os tipos, sendo mais indicados os de fertilidade

mediana e os argilo-arenosos, por possuírem capacidade de retenção de umidade (GONZAGA NETO et al., 2004).

A propagação pode ser feita pelas vias sexuada ou assexuada. Segundo alguns autores, a maioria dos pomares brasileiros é formada a partir de mudas oriundas de sementes, havendo, em decorrência disso, plantios altamente heterogêneos, segregação das características da planta e dos frutos, causando desuniformidade entre plantas, com reflexos negativos na produtividade, qualidade do fruto e época de produção (CARDOSO et al., 2010; RITZINGER et al., 2003; GONZAGA NETO e SOARES, 1994).

A propagação vegetativa, segundo Gonzaga Neto (1995), é considerada um método complicado para a obtenção de mudas em escala comercial e possui um custo elevado, mas ainda é preferível a sua adoção em relação à utilização de sementes, pois assegura a obtenção de plantas uniformes com características agronômicas superiores, permitindo maior renda ao produtor.

O início da frutificação para a espécie depende do modo pelo qual ocorreu a propagação. As plantas propagadas por via sexuada têm um período mais longo para iniciar a frutificação, geralmente, a partir dos dois anos após o plantio. Logo, as plantas provenientes da propagação assexuada produzem os frutos ainda no primeiro ano de vida (RITZINGER et al., 2003).

O ponto de colheita é determinado pelo destino que se pretende dar aos frutos. A colheita deve ser feita manualmente, sempre nas horas de temperatura mais amena. No caso de congelamento ou processamento, os frutos deverão ser colhidos com coloração vermelho intensa, mas ainda firmes para suportar o manuseio. No entanto, nesse estágio o fruto apresenta elevado teor de açúcar, baixa acidez e menos teor de vitamina C, superando cerca de 20 a 30 vezes os frutos cítricos tidos como ricos em vitaminas C. Quando o fruto se destina à fabricação de produtos em pó, cápsulas, concentrados para o enriquecimento de outros alimentos, devem ser colhidos no início da maturação (verde, verde-amarelado ou até o início da pigmentação vermelha). Os frutos quando são colhidos maduros, estragam-se rapidamente e devem ser consumidos até três dias após a colheita. A conservação da qualidade dos frutos pode ser prolongada através do armazenamento refrigerado a 8°C com

90% de umidade relativa e embalados em sacos de polietileno com o intuito de preservar sua qualidade até sete dias. (GONZAGA NETO e SOARES, 1994).

3.2 – Importância econômica e utilização

O cultivo de aceroleira tem crescido e despertado interesse dos produtores e consumidores tanto brasileiros como estrangeiros. Esse interesse surgiu em razão da fruta apresentar elevados teores de vitamina C, compostos bioativos e, principalmente, da perspectiva que ela apresenta quanto ao mercado exportador de polpa concentrada e congelada (LIBARDI et al., 2002).

No Brasil, essa planta foi introduzida na década de 50, na região Nordeste, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, com sementes oriundas de Porto Rico. Entretanto, o cultivo comercial da aceroleira somente ocorreu a partir da década de 70, principalmente pelo aumento do consumo da fruta *in natura* e da produção de subprodutos agroindustriais (ANDRADE et al., 1995; SIMÃO, 1971).

Atualmente, existem plantios comerciais em praticamente todos os estados brasileiros, destacando-se os Estados de Pernambuco, Ceará, São Paulo e Bahia como os maiores produtores, que juntos respondem por 60% da produção nacional. Esse desenvolvimento quanto à produção e comercialização destaca o Brasil no cenário mundial como o primeiro produtor de acerolas, com uma produção de 29,65 toneladas por hectare ao ano, que equivalente a 59,3 kg/planta/ano (AGRIANUAL, 2010). Merece destaque a região Nordeste, responsável por grande parte da produção nacional (FAO, 2010), devido à boa adaptação da aceroleira às condições de clima e solo da região (ALVES, 1996). No Submédio do São Francisco, há cerca de mil hectares com essa cultura. A produtividade média em áreas não irrigadas está em torno de 10 a 15 t.ha⁻¹.ano⁻¹, podendo aumentar com o uso de irrigação, para os níveis citados anteriormente, em especial áreas com déficit hídrico acentuado (EMBRAPA, 2011).

Segundo Oliveira e Soares (1998), a produção brasileira é destinada principalmente para o mercado interno, que representa 60% do total,

destinando 40% para o mercado externo. Os principais destinos das exportações são Japão, Europa e Estados Unidos (COELHO et al., 2003).

Porém, em países em desenvolvimento, como o Brasil, as estatísticas da importância econômica da acerola são muitas vezes prejudicadas, devido à falta de boas práticas no manuseio, transporte, estocagem, associada à alta perecibilidade do fruto e falta de infraestrutura para seu processamento e conservação, justificando, assim, as elevadas perdas, que podem atingir até 30% da produção (MARANHÃO, 2010). Este fato dificulta a comercialização, na forma *in natura*, a grandes distâncias. Chitarra e Chitarra (2005) mencionaram que esta fruta apresenta o modelo climatérico de respiração, que por si só já proporciona problemas de comercialização da fruta *in natura*, estimando o registro de perdas pós-colheita da ordem de 15% a 40%. Como a acerola apresenta grande potencial para industrialização, grande parte dos frutos está sendo aproveitada para o setor da agroindústria (COELHO et al., 2003), fortalecendo a atividade e permitindo a oferta de produtos diversos.

3.3 – Cultivares

Apesar de ser cultivada no Brasil, desde a década de 50, a aceroleira possui poucas variedades superiores para a produção comercial. Um dos principais fatores que gera esse “déficit” é o plantio de mudas obtidas por via sexuada, a partir de frutos colhidos de plantas que possuem hábito de crescimento diferenciado e produção quantitativa e qualitativamente heterogênea. Como consequência, têm-se, em geral, perdas da produtividade dos pomares e da qualidade dos frutos. Além disso, este fato causa uma série de problemas no sistema de produção, pois dificulta o planejamento das atividades agrícolas, desorganizando principalmente as estratégias de comercialização da propriedade (MATSUURA et al., 2001).

Por essa razão, o Brasil está investindo em pesquisas com programas de melhoramento genético, objetivando avaliar e selecionar genótipos com alta produtividade, adaptados às condições climáticas e sistemas de produção locais, que sejam tolerantes a pragas e doenças e que produzam frutos de coloração vermelha, firmes, com bom teor de sólidos solúveis, ácidos e,

principalmente, ricos em vitamina C, já que estes atributos de qualidade determinam a aceitação do produto no mercado (RITZINGER et al., 2003).

Os trabalhos realizados na área de melhoramento genético das aceroleiras tiveram início na década de 90 e são conduzidas até hoje por instituições de pesquisa, sobretudo na região Nordeste, como Embrapa Semiárido (em Petrolina-PE), Embrapa Mandioca e Fruticultura (em Cruz das Almas-Bahia), Embrapa Agroindústria Tropical (em Fortaleza-Ceará), EMEPA (em João Pessoa-Paraíba) e UEL, no Estado do Paraná. Os trabalhos destas instituições têm como base os Bancos Ativos de Germoplasma atualmente disponíveis (SILVA, 2008; MATSUURA et al., 2001).

A seleção de clones é a maneira mais eficiente para suprir a demanda imediata por genótipos superiores. Neste sentido, a variedade ideal de acerola para o cultivo nas áreas irrigadas do Nordeste do Brasil teria que reunir algumas características consideradas essenciais, como alta produtividade ($100 \text{ kg.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e produção de frutos com coloração vermelha, com peso superior a 4 ou 5 g e teor de vitamina C acima $1.000 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ de polpa. Além dessas características, necessita buscar a seleção de plantas desprovidas de pêlos urticantes que provocam irritação na pele (Gonzaga Neto et al., 2004), prejudicando o rendimento dos trabalhadores no campo.

As variedades de acerola podem ser classificadas em doces, semi-ácidas e ácidas. São diferenciadas quanto ao teor de sólidos solúveis e acidez em frutos maduros. As cultivares doces são sugeridas para mesa e as ácidas são mais aproveitadas na industrialização, por apresentar pouco sabor e conter alta acidez. Por sua vez, as variedades sub-ácidas que apresentam teores intermediários de açúcares e acidez, o que lhes confere aptidão tanto para a indústria quanto para o consumo fruta fresca (RITZINGER et al., 2003).

No Vale do Rio São Francisco, algumas variedades obtidas pela clonagem de genótipos já são cultivadas e consideradas agronomicamente superiores. Essa produção ocorre nos Estados da Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe. Nestes estados, as principais variedades são Acaal, Flor Branca, Jumbo vermelho, Okinawa, Rubi Tropical e Sertaneja, tendo esta última sido lançada pela Embrapa Semiárido (RITZINGER et al., 2003).

Segundo Paiva et al. (2003) o local de origem de alguns clones são: Tomé Açú-PA (Okinawa); Belém-PA (Flor Branca); Petrolina-PE: (Sertaneja BR152)

3.4 – Qualidade da acerola

A fruta da aceroleira, também conhecida como cereja tropical, é uma drupa, carnosa, que possui forma, tamanho e peso variáveis. A casca é fina e delicada, seu tamanho varia de 1 a 2,5 cm de diâmetro, e seu peso, de 3 a 15 g (ADRIANO et al., 2011). O epicarpo (tecido externo) é uma película fina que amadurece rapidamente. O mesocarpo é a polpa e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado. O interior de cada caroço pode conter uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovóide e com dois cotilédones (ALMEIDA et al., 2002). As sementes são pequenas, não albuminadas e de tamanhos variáveis, proporcionais ao tamanho do fruto e, conseqüentemente, ao do caroço (NEVES, 2007). Costa et al. (2003) relataram que as sementes apresentam baixa porcentagem de germinação, dependendo do estágio de maturação do fruto, podendo levar até meses para germinar.

A floração ocorre durante todo ano e a sua frutificação ocorre três ou quatro semanas após o aparecimento das flores. A formação do fruto se processa rapidamente entre 22 e 25 dias (SOUZA, 2010). Em geral, produz 3 a 4 safras por ano. Estudos realizados com a variedade Sertaneja BRS 152 pela Embrapa Semiárido comprovaram que o período entre abertura da flor e a diferenciação do fruto é de 4 dias e que da diferenciação do fruto ao estágio considerado “de vez” ou maturidade fisiológica decorreram 17 dias. Totalizou-se, portanto, aproximadamente 29 dias, entre a emissão total do botão floral e a colheita (RITZINGER et al., 2004).

As acerolas geralmente crescem isoladas ou em cachos de 2 ou mais frutos, sempre na axila das folhas. Os frutos que crescem isolados são maiores que os que formam cachos (RITZINGER et al., 2004).

Adriano et al. (2011) relataram que a composição química dos frutos depende de cada cultivar, das condições ambientais e também do estágio de maturação. Na acerola, a coloração é de fundamental importância no critério de julgamento do amadurecimento dos frutos, que, segundo Neves (2007), pode apresentar diferentes tonalidades, que vão do amarelo ao vermelho intenso ou roxo, quando maduras (Figura 1). O sabor varia de levemente ácido a muito ácido. Seu suco é avermelhado e a polpa representa 80% do peso do fruto.



Figura 1. Fruto maduro da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Fotos: Ana Carolina Sousa Costa

O fruto maduro não suporta a comercialização em temperatura ambiente por períodos longos (SILVA, 2008) devido ao modelo climatérico de respiração, caracterizando-se por atividade metabólica intensa e pelo fato de a maturação ocorrer em curto espaço de tempo (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Visando prevenir o rápido processo de degradação da acerola, muitas empresas que processam polpas e derivados, apropriaram-se e tornaram a cultura uma grande potencialidade para a agroindústria. A situação é facilitada já que, durante um período razoável, a fruta não perde seus atributos de qualidade após o processamento.

3.5 – Importância alimentar e nutricional

Reconhecendo-se que as frutas são essenciais para uma alimentação saudável e nutritiva, oferecendo praticidade nas refeições, no armazenamento e na conservação em curto prazo, uma dieta de qualidade deve

incondicionalmente incorporá-las. Por conseguinte, é possível usufruir de seus benefícios, especialmente das vitaminas indispensáveis ao organismo. Por essas virtudes, é de fundamental importância estimular o consumo de frutas, tanto na forma *in natura* quanto industrializada ou com outros aproveitamentos na culinária, favorecendo, assim, a saúde humana (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2011).

A acerola possui um alto teor de vitamina C, sendo considerado um produto de alta qualidade (MANICA et al., 2003). Sendo uma fonte natural de ácido ascórbico, esse composto proveniente da acerola é completamente absorvido pelo organismo, diferentemente das vitaminas artificiais cuja absorção é apenas parcial (50%) (GAYET, 1995).

De acordo com Gonzaga Neto e Soares (1994), a organização mundial de saúde recomenda a ingestão diária de cerca de 15 a 60 mg de vitamina C para pessoas adultas e saudáveis. Esses valores são obtidos com o consumo de 2 a 4 acerolas.

Além da vitamina C, a acerola possui outras vitaminas do complexo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (B3), como também carotenóides, antocianinas, proteínas e alguns minerais, a exemplo de ferro, cálcio, fósforo (HANAMURA, 2008; AGUIAR et al., 2001). Muitos destes compostos conferem à acerola propriedades antioxidantes. Deste modo, a acerola pode desempenhar um papel importante na alimentação humana.

De acordo com um estudo realizado por Agostini-Costa et al. (2001) sobre o teor de carotenóides e de antocianinas, a polpa fresca de acerola apresentou $1.262 \text{ U.I.}100\text{g}^{-1}$, correspondendo a 25% das necessidades diárias de vitamina A por 100g polpa (um copo de suco). Após um congelamento com duração de seis meses, o potencial vitamínico não apresentou perda significativa. Porém, após este período, o teor da vitamina foi reduzido a 70% e mantido. Isto justifica a grande utilização da acerola nas indústrias de processamento.

Sabe-se que, hoje, a concentração de ácido ascórbico da acerola pode ser aproveitada para evitar a debilidade, a irritabilidade e a fadiga, a perda de apetite. Pesquisas comprovam que o consumo regular dessa classe de

alimentos está associado à prevenção degenerativa. Particularmente no caso de escorbuto, a acerola age na prevenção e cura. Além disso atua na prevenção de outros casos coadjuvantes como anorexias de várias causas, restrições dietoterápicas prolongadas, infecções de longa duração, gripes, resfriados, lesões hepáticas, afecções pancreáticas, dispepsia, vômitos insidiosos, úlceras do trato digestivo, nas alterações do mecanismo da coagulação sangüínea, nas hemorragias capilares, estados de intoxicação por antibióticos e tratamento de pessoas com câncer (MARINO, 1986). O ácido ascórbico pode ser indicado também na dieta de gestantes, lactantes, crianças e jovens na fase de crescimento bem como das pessoas idosas ou em processo de desgaste físico intenso, pois age como um ativador indispensável em todo metabolismo celular (TOCCHINI et al., 1985).

Aranha et al. (2004) observaram que o consumo de 500 mg do suco de acerola durante 20 dias foi satisfatório para a normalização dos níveis de ácido ascórbico em idosos. Também foi verificado por Costa et al. (2001) a eficiência do suco da acerola no aumento dos níveis séricos médios de vitamina C e de hemoglobina aumentaram nas crianças com anemia suplementadas com o ácido ascórbico. A partir destes estudos, ficou sendo sugerida a inclusão da acerola em programas de alimentação para populações com alto risco para anemia

Na tabela 1, está apresentada a composição da polpa de acerola para cada 100 g.

Tabela 1: Composição centesimal da polpa da 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
PROTEÍNA (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	ÁC. PANTOTÊNICO (mg)	0,309
CARBOIDRATOS (g)	7,69	POTÁSSIO (mg)	146	VITAMINA B6 (mg)	0,009
FIBRA ALIMENTAR (g)	1,1	COBRE (mg)	0,086	FOLATO TOTAL (mcg)	14
CINZAS (g)	0,20	ZINCO (mg)	0,10		
		SELÊNIO (mcg)	0,6		

Fonte: USDA (2009).

3.6 – Compostos bioativos

Alimentos de origem vegetal são fontes de energia, proteína, vitaminas, fibras, minerais e compostos bioativos, podendo estes ser chamados de fitoquímicos (BASTOS et al., 2009), dos quais o metabolismo humano é dependente. No entanto, uma dieta rica em frutas, legumes, verduras, cereais, peixes de água fria, leite fermentado, dentre outros, podem desempenhar uma potente atividade biológica em benefício da saúde humana comprovada por vários pesquisadores.

Segundo Moraes e Colla (2006), o estudo desses compostos bioativos inspirou o conceito de alimentos funcionais. Essa denominação foi utilizada pela indústria japonesa para descrever alimentos fortificados com ingredientes específicos que provêm da combinação de produtos comestíveis de alta flexibilidade com moléculas biologicamente ativas, agindo como estratégia para corrigir distúrbios metabólicos, resultando, inclusive, na prevenção e no tratamento de várias doenças, graças à presença de ingredientes

fisiologicamente saudáveis. Esses ingredientes podem variar de nutrientes isolados, produtos de biotecnologia, suplementos dietéticos, alimentos geneticamente construídos até alimentos processados e derivados de plantas (ANJO, 2004).

Uma ampla gama de compostos bioativos é evidenciada e estudada como responsável pelos efeitos benéficos de uma dieta rica em frutas e hortaliças. Os principais compreendem as vitaminas, minerais, fibras, carotenóides, metabólicos fenólicos, incluindo os ácidos fenólicos, polifenóis e flavanóides e outras substâncias (LAJOLO, 2001).

3.6.1 – Composto fenólicos

Os compostos fenólicos são encontrados em ampla diversidade no reino vegetal. São essenciais para o crescimento e reprodução das plantas, estando associados a respostas de defesa contra patógenos e predadores, além de contribuírem para a qualidade sensorial dos frutos e vegetais (cor, sabor e aroma) e seu equilíbrio oxidativo. Quimicamente, são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Estão presentes na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas. São associados a vários efeitos benéficos à saúde, como à redução no risco de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas (MALACRIDA e MOTTA, 2005).

Conforme Lima et al. (2005), os polifenóis mais encontrados são os flavonóides e seus derivados, juntamente com os ácidos fenólicos e cumarinas. Os principais flavonóides incluem as antocianinas, isoflavonas, flavonóis (catequinas), flavononas e proantocianidinas.

Entre as frutas, a acerola se destaca como uma boa fonte de compostos fenólicos, sendo encontradas em quantidades consideráveis de alguns destes compostos. Outras frutas são ricas fontes em polifenóis, como: a uva, limão, laranja, tangerina, cereja, ameixa, pêra, maçã e mamão, podendo ser encontrado até mesmo em polpa de frutas (PIMENTEL et al., 2005).

Batista (2010) avaliou a qualidade dos compostos bioativos de frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco. Entre as frutas avaliadas, a acerola madura destacou-se quanto ao teor de antocianinas e flavonóides. Para a primeira variável, as cultivares Flor Branca, Sertaneja, Okinawa e Costa Rica apresentaram valores médios de 7,03, 10,90, 13,0 e 13,80 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Já em estudos realizados por Musse (2001), os autores observaram uma amplitude superior a trabalho anteriormente citado, estando os valores entre 3,81 a 47,36 mg.100 g⁻¹. Quanto aos flavonóides, as cultivares que se destacaram foram Sertaneja e Costa Rica, apresentando valores médios de 10,73 e 9,90 mg.100 g⁻¹, respectivamente.

3.6.2 – Ácido ascórbico

A vitamina C é importante para o desempenho de várias funções no metabolismo humano. Os seres humanos necessitam de vitamina para a formação adequada do tecido conjuntivo, como o colágeno. As fibras resistentes dessa proteína mantêm juntos os tecidos da pele, músculos, vasos sanguíneos, tecidos em cicatrização e na redução da suscetibilidade a infecções, absorção de ferro e prevenção do escorbuto. Além disso, participam da formação dos dentes e ossos, da transformação do colesterol em ácidos biliares. Porém, como não é sintetizada pelo organismo humano, a sua ingestão através de dietas deve ser indispensável. O termo vitamina C é uma denominação genérica para todos os compostos que apresentam atividade biológica de ácido ascórbico (GIACOBBI et al., 2008).

Esta vitamina atua como antioxidante sobre os radicais livres. Agindo na eliminação de diferentes espécies reativas de oxigênio, além de manter o α -tocoferol no estado reduzido e atuar como cofator de enzimas para manter os íons metálicos reduzidos (ARRIGONI e TULLIO, 2002).

A vitamina C ou ácido ascórbico é solúvel em água e muito sensível à degradação quando o produto vegetal está sujeito a condições de manipulação adversas. As fontes de vitamina C são os legumes e as verduras, destacando principalmente os frutos ácidos, como caju, uva, limão e laranja. A acerola é um

fruto bastante rico nessa vitamina, contendo valores muito superiores aos citados acima (SILVA, 2007; MATSUURA et al., 2002).

De acordo com Carvalho e Manica (1994) e Araújo e Minami (1994), o teor de vitamina C encontrado em 100 g de polpa da acerola (1000 a 2500 mg) só é comparável ao observado em camu-camu (2950 mg), que é nativa da Amazônia.

Em trabalho realizado por Moura et al. (2007), foi verificada uma variação nos teores de vitamina C de 500,90 a 1854,92 mg 100 g⁻¹, em clones de aceroleira cultivadas em área comercial.

3.6.3 – Carotenóides

Atualmente, são conhecidos aproximadamente 600 tipos de carotenóides distribuídos de forma ampla na natureza, sendo encontrados principalmente em frutas e verduras e por isso estão presentes diariamente na alimentação humana (ALVES et al., 2006). São pigmentos responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de muitos alimentos, como frutas, vegetais, gema de ovo, alguns peixes, como salmão e truta, e crustáceos. Além de colorir, os carotenóides possuem atividades biológicas importantes apresentando propriedades funcionais que formam a base de diversas funções e ações em organismos vivos. Destaca-se a sua atividade antioxidante, provocando a inibição de doenças onde os radicais livres apresentam papel fundamental, como arteriosclerose, catarata, degeneração macular, esclerose múltipla, câncer, doenças degenerativas e cardiovasculares (RIOS et al., 2009) e também a capacidade de sequestrar as espécies reativas de oxigênio.

Os carotenóides são pigmentos lipossolúveis. São classificados nutricionalmente como pró-vitâmicos (aqueles com atividade pró-vitâmica A) ou carotenóides inativos (aqueles que apresentam apenas atividade antioxidante ou corante). São encontrados nos cloroplastos e cromoplastos, nas plantas superiores. A luteína, o β -caroteno, a violaxantina e a neoxantina são os principais carotenos dos vegetais folhosos ou não folhosos. Enquanto que as frutas e os vegetais com frutos têm composição em carotenóides bem

mais complexa e diversificada, destacando-se o α -caroteno, o β -caroteno e a luteína (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008; OLSON, 1999).

De acordo com Goodwin (1965), os carotenóides se dividem quimicamente em dois grupos: os carotenóides hidrocarbonetos, denominados carotenos, e os carotenóides oxigenados, chamados de xantofilas. Segundo Damodaran et al. (2008), os exemplos mais comuns de carotenóides de plantas com tecido comestível são: frutas vermelhas (acerolas), tomates (licopeno), cenouras (α e β -caroteno), milho (luteína e zeaxantina), pimentas vermelhas (capsantina), urucum (bixina) e batata doce (β -caroteno). Outras fontes vegetais de carotenóides são: abóbora, pimentão vermelho e amarelo, inhame, cará, azeitona roxa, repolho roxo, folhas verde-escuras (como brócolis e espinafre), alface, aipo, maçã, damasco, manga, ameixa, melancia, laranja, tangerina, nectarina e mamão.

Silva (2008), estudando os clones de acerola I 6/2, Cereja, Roxinha, Sertaneja, Okinawa-OU, Okinawa-CL, Frutacor, Barbados, entre outros, verificou teores de carotenóides desde 0,31 mg.100g⁻¹, na Okinawa-OU a 2,64 mg.100g⁻¹, no clone Frutacor.

3.7 – Atividade antioxidante

O consumidor e a comunidade científica têm demonstrado grande interesse nos antioxidantes naturais encontrado em frutas e legumes. Devido a resultados de pesquisas que comprovam que o consumo frequente de antioxidantes naturais está associado ao menor risco de contribuição para o envelhecimento e de doenças não transmissíveis (doenças cardiovasculares, cânceres e acidente vascular cerebral). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidantes, como as vitaminas, compostos fenólicos e carotenóides (THAIPONG et al., 2006).

O antioxidante é qualquer substância capaz de retardar ou impedir a propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais livres e/ou as chamadas espécies reativas de oxigênio (ERO) e nitrogênio (ERN),

(PODSEDEK, 2007). Este composto pode ser dividido em duas classes: os enzimáticos e os não enzimáticos. No primeiro, os compostos são capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação dos radicais livres graças à doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, transformando os radicais em substâncias estáveis. Na segunda, estão as moléculas que interagem com as espécies radiculares e são consumidas durante a reação (MAISUTHISAKUL et al., 2007).

Diante do estresse oxidativo causado pelas (ERO), o organismo humano desenvolve um sistema de defesa. Essa defesa inclui sistemas enzimáticos (superóxido dismutase, catalases, glutathionaperoxidase e sistemas tioredox) que são reconhecidamente muito eficientes na detoxificação de espécies reativas do oxigênio. Os não-enzimáticos presentes no organismo humano são a glutathione, hormônios sexuais, ácido úrico, entre outros. No entanto, estudos revelam que os antioxidantes exógenos são essenciais para a resistência ao estresse oxidativo, principalmente os presentes nos produtos de origem vegetal: compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenóides (SILVA et al., 2010; LAGUERRE et al., 2007; McLEAN et al., 2005).

Devido a essas descobertas a respeito do uso dos antioxidantes e seu resultado positivo contra os radicais livres no organismo, tem aumentado o interesse por alimentos ricos de fontes antioxidantes. Os radicais livres são moléculas orgânicas, inorgânicas e átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados. Sua produção ocorre naturalmente ou por alguma disfunção biológica do organismo humano. Participam na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular e síntese de substâncias biológicas importantes. Porém, seu excesso proporciona efeitos prejudiciais, tais como a peroxidação dos lipídios de membrana e agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, às enzimas, carboidratos e DNA, podendo ser relacionado a várias patologias. Contudo, além desses interesses, outros estão ligados aos antioxidantes, como a sua aplicação na indústria, para a produção de cosméticos, fármacos e alimentos, prevenindo a decomposição oxidativa desses pela ação da luz, temperatura e umidade (BARREIROS et al., 2006).

De acordo com Sousa et al. (2007), a limitação na disponibilidade de antioxidantes no organismo pode levar ao surgimento de lesões de caráter

cumulativo. Assim, os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células.

Existem vários métodos para determinar a capacidade antioxidante nos vegetais. Segundo Aruoma (2003), os métodos podem ser: ORAC - Capacidade de absorção de oxigênio (Oxygen Radical Absorbance Capacity) e TRAP - Potencial Total antioxidante, usados na captura do radical peroxila; FRAP - Poder Antioxidante de Redução de Ferro e CUPRAC - Capacidade redutora do Cobre baseados na captura do radical hidroxila (método desoxirribose); TBARS, oxidação dos LDL e co-oxidação do β -caroteno, a partir da quantificação da peroxidação de lipídeos durante a formação de produtos; e ABTS - (2,2'azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) e DPPH - 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, cujo princípio é o da captura do radical orgânico. Dentre estes métodos ORAC, FRAP, DPPH e ABTS são alguns dos mais usados atualmente (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2006), sendo estes dois últimos sido utilizados nesse estudo.

3.8 – Resíduos agroindustriais e seu aproveitamento

Atualmente, as indústrias brasileiras de alimentos, em especial a de processamento de frutos, têm se expandido bastante, principalmente na região Nordeste. As razões estão associadas ao crescimento deste mercado e ao crescimento do mercado de frutas de maneira geral. Essa produção gera ao longo de sua cadeia produtiva uma grande quantidade de materiais não-aproveitáveis, na produção industrial, os chamados resíduos, que ocasionam perdas, além de inúmeros problemas ambientais (SENA e NUNES, 2006).

No Brasil, existe uma grande variedade de frutos tropicais de alto valor nutricional e de grande potencial tecnológico. Em pesquisas recentes, foi constatado que os frutos de acerola apresentam uma elevada produção e um forte potencial para industrialização. Neste contexto, durante a produção de suco ou polpa congelada da acerola, a prensagem desses frutos produz resíduos altamente fibrosos de coloração bastante intensa, que muitas vezes são descartados, gerando um enorme acúmulo de lixo orgânico durante a sua safra. Alguns produtores conscientes tentam minimizar este impacto ambiental,

destinando estes resíduos para a alimentação animal (rações mistas) ou a produção de fertilizantes (CAETANO et al., 2009; MOREIRA, 2007).

O elevado valor comercial dos compostos bioativos (compostos fenólicos, vitamina C e antioxidantes) e das fibras dietéticas presentes nesse bagaço indica que esses resíduos poderiam ter um destino bem mais nobre que o descarte. A extração e o processamento dos compostos de interesse comercial presentes no bagaço de acerola poderiam aumentar o valor comercial da matéria-prima e a rentabilidade do processamento da fruta (CAETANO et al., 2009; MOREIRA, 2007; PEREIRA et al., 2003). Semensato (1997) relatou que, mesmo após o processamento da acerola, os produtos gerados retêm um elevado conteúdo de vitamina C, sendo a comercialização desses subprodutos destinada ao abastecimento do mercado interno e ao atendimento da crescente demanda da exportação.

Vale destacar que as cascas e as sementes são frequentemente os maiores componentes de vários frutos e geralmente não recebem a devida atenção. Neste sentido, não ocorre o reaproveitamento ou a reciclagem deste material, possivelmente, em decorrência da falta de valor comercial do bagaço (SOONG e BARLOW, 2004).

Segundo alguns autores, estudos têm desvendado que as cascas e as sementes de certos frutos exibem atividade antioxidante mais alta do que da polpa e que o perfil dos fitoquímicos antioxidantes é diferenciado nestas partes do vegetal (SOONG e BARLOW, 2004; AJILA et al., 2007).

Vasconcelos et al. (2002) relataram que a formulação de subprodutos da acerola através da semente triturada ou despulpada requer um melhor aprofundamento de pesquisas no sentido de se conhecer melhor o valor nutritivo dos mesmos, visto que eles representam entre 15 e 41% do volume total de toda acerola processada.

Braga et al. (2011) avaliaram a composição dos resíduos de acerola verde e madura, extraídos do processo de clarificação do suco, e concluíram que a farinha obtida desses resíduos apresentou maiores quantidades de nutrientes do que o material fresco, destacando-se a alta concentração de vitamina C e fibras.

Também foi verificada a composição e a qualidade dos resíduos de acerola por Caetano et al. (2009), que analisaram a extração dos antioxidantes de resíduos agroindustriais, concluindo que os resíduos da fruta da aceroleira é uma fonte promissora de antioxidante natural.

3.9. Composição química e compostos bioativos presentes em resíduos

Segundo Timofiecsyk e Pawlowsky (2000), resíduo é todo e qualquer elemento que não seja considerado produto ou matéria-prima dentro da sua especificação. Nos últimos anos, o Brasil vem apresentando uma atenção redobrada em relação ao reaproveitamento de resíduos oriundos de processos industriais. Vale destacar os resíduos provenientes das industriais de alimentos que envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroços, sementes e entre outros (COELHO et al., 2001). Esses rejeitos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos importantes para as funções fisiológicas (MATIAS et al., 2005). No entanto, vale ressaltar que a casca e as frações da semente de certas frutas exibem atividade antioxidante mais elevada do que as frações da polpa (AJILA et al., 2007). Vários estudos comprovaram o valor nutricional dos resíduos.

Gorinstein et al. (2001) observaram que cascas de limões, laranjas e toranjas exibiam teor de fenólicos totais 15% superiores ao dos frutos. O teor de fenólicos totais ($232 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, em base seca) da polpa de banana (*Musa spp*) corresponde a cerca de 25% da quantidade desses fitoquímicos presentes na casca (SOMEYA et al., 2002).

De acordo com Laufenberg et al. (2003), os resíduos podem conter muitas substâncias de elevado valor. Se forem empregados em tecnologias adequadas, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários. Pereira et al. (2003) relataram que os resíduos desprezados pelas empresas processadoras de alimentos podem ser aproveitados como fontes alternativas de fibras.

Em outros estudos, foram analisados o resíduo de acerola (casca), em extrato metanólico, evidenciando a presença de quantidade significativa de compostos fenólicos e forte capacidade antioxidante (OLIVEIRA et al., 2009).

Assim, frente à elevada proporção de resíduos agroindustriais proveniente, principalmente, da indústria processadora de polpa congelada de frutas e do teor de fitoquímicos bioativos presente neste material, torna-se relevante investigar o seu potencial antioxidante na perspectiva de empregá-los em alimentos em substituição parcial ou total aos sintéticos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. da S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffe arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.414-420, mar./abr., 2010.

ADRIANO. E.; LEONEL. S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, Volume Especial, E. 541-545, Outubro 2011.

AGOSTINO-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. efeito do congelamento e estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides e antocianinas. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 4, 2001. Campinas. Livro de **Resumos...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p. 58, 2000.

AGRIANUAL 2010. Hortifrutículas. **Agrianual 2010**: Anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p.345-360, 2010.

AGUIAR, L. P. **b-caroteno, vitamina c e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2000. 97f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2000.

AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT, S.G.; PRASADA RAO, U.J.S.; Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, London, v.105. 982-988. 2007.

ALVES, R. E. Características das frutas para exportação. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA/FRUPEX, 1996. p. 9-21.

ALVES, R. E.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Postharvest physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruits: maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 370, p. 223-229, 1995.

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

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

ANDRADE, J. M. B.; BRANDÃO FILHO, J. V. T.; VASCONCELOS, M. A. S. Efeito da poda na produtividade da aceroleira (*Malpighia glabra* L.) no primeiro ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.2, p.45-49, 1995.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular Functional foods in angiology and vascular surgery. **J Vasc Br.** vol. 3, Nº2, 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 130, 2011.

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

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. **Acerola.** Campinas: Fundação Cargill, 1994. 8p.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists.** 16. ed. Washington, 1995.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Quimica Nova**, Vol. 29, No. 1, 113-123, 2006.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. R.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab.** 53/5. 2009.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco.** Mossoró-

RN, 2010. 157p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2010.

BEHLING, A.; MAFRA, C.; COLOMBO, R.; BAMBERG, R. **Cultura da Acerola**. Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

BRAGA, A. C. D.; LIMA, M. dos L.; AZEVEDO, L. C.; RAMOS, M. E. C. Caracterização do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.), extraído do decanter no processo de clarificação do suco. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.2, p.126-133, 2011.

BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669–675, 2006.

CAETANO, A. C. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; ARAÚJO, C. R. de. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 2, p. 155-160, abr./jun. 2009.

CARDOSO, E. de A. SILVA, R. M. da.; AGUIAR, A. V. M. de.; ARAGÃO, R. G. Métodos de enxertia na produção de mudas de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **ACSA- Agropecuaria Científica no Semiárido**, v.6, n.4, out/dez. p. 28-32, 2010.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). UEL 3 (Dominga) – UEL 4 (Lígia) - UEL 5 (Natália). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 124-126, 2002.

CARVALHO, R. I. N.; MANICA, I. Influencia de estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.29, n. 5, p. 681- 688, 1994.

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

COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. de F.; FRUTADO, A. A. L. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **B.CEPPA, Curitiba**, v. 19, n. 1, p. 33-42, jan./jun. 2001.

COELHO, Y S.; RITZINGER, R.; OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S.; COSTA, C. L. S. da.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. E. S. Fenóis

totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

COSTA, M. J. C.; TERTO, A. L. Q.; SANTOS, L. M. P.; RIVERA, M. A. A., MOURA, L. S. A. Efeito da Suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 13-20, 2001.

COSTA, L. C.; PAVANI, M. C. M.; MORO, F. V. PERECIN, D. Viabilidade de sementes de acerola (*malpighia emarginata* dc): Avaliação da vitabilidade dos tecidos. **Revista Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 532-534, 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

EMBRAPA MADIOCA E FRUTICULTURA. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-acerola.php#aspectos. Acesso: janeiro de 2011.

FAO, 2010. Atualizado em 16/12/2009. **Produtividade das culturas do mundo**. Disponível em : < <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 12 de janeiro de 2012.

GAYET, J.P. **Acerola. Soluções fruta a fruta**. V. 1, n. 2, p. 5-10, 1995.

GIACOBBO, C. L.; ZANUZO, M.; CHIM, J.; FACHINELLO, J. C. AVALIAÇÃO DO TEOR DE VITAMINA C EM DIFERENTES GRUPOS DE ARAÇÁ-COMUM **Rev. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n.1, p.155-159, jan-mar, 2008.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, M. M.; LEAL, I. M.; OLIVEIRA, J. R. P.; FILHO, W. dos S. S.; **A cultura da acerola**. 111p. 2004.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 43p

GONZAGA NETO, L. **Propagação vegetativa: enxertia em aceroleira**. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E (Ed.) **Acerola no Brasil, produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, p. 42 – 46. 1995.

GONZAGA NETO, L. AMARAL, M. G. do; SAURESSING, M. E. Propagação vegetativa em aceroleira. II Produção de muda em telado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador, BA. **Resumos ...**, v. 1 p. 72, Salvador, BA, 1994.

GOODWIN, T. W. **Chemistry and biochemistry of plant pigments**. Academic Press. 1965.

GORINSTEIN, S., MARTIÑ-BELLOSO, O., PARK, Y.-S., HARUENKIT, R., LOJEK, A., CÍZ, M.,. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. **Food Chemistry**, London, 74, p.309–315. 2001.

KAWATI, R. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p. 149-154.

HANAMURA, T.; UCHIDA, E.; AOKI, H. Changes of the composition in acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruit in relation to cultivar, growing region and maturity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 1813–1820, 2008.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Review. Progress in Lipid Research**, v. 46, p. 244-282, 2007.

LAJOLO, F. M. Alimentos funcionais: uma visão geral. In: DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na produção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 2001.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, 87, p.167-198. 2003.

LIBARDI, D.; WIRBISKI, S.; WAVRUK, P. Avaliação de Impacto Socioeconômico da Implantação de Unidade de Armazenagem/Frigorificação e de Produção de Polpa da Acerola Madura no Município de Pérola. Curitiba de dezembro-2002. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/webasis.docs/ag_familiar_acerola_perola.pdf. Acesso em: 15 de janeiro de 2012.

LIMA, L. A. G. de. **Caracterização de antocianinas em frutos de genótipos de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) cultivadas no Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Nutrição) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2005.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1409-1418, 2007.

MALACRIDA, C. R. MOTTAS, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uvas. **Ciência Tecnol. Campinas**, v. 25, n. 4, p. 659-664, 2005.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, J. R. de; PAIVA, M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco continentes, 397 p. 2003.

MARANHÃO, C. M. C. **Caracterização física, físico-química e química do fruto de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C), variedade Okinawa, durante o seu desenvolvimento**. Dissertação (Mestre Ciência e tecnologia do Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. 2010.

MARINO NETTO, L. **Acerola, a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94p.

MATIAS, M.F.O.; OLIVEIRA, E.L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M.A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.48, p.143-150, 2005.

MATSUURA, F. C. A. U. et al Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. vol.24 no.1 Jaboticabal. Apr. 2002.

MATTIASO, D. Variedades com propriedades nutricionais, que prometem incrementar a saúde dos consumidores, podem se tornar uma nova oportunidade de negócio para produtores e agroindústrias. **Revista frutas e derivados**. Ano 3, edição 10, p. 14-17, junho de 2008.

McLEAN, J. A.; KARADAS, F.; SURAI, P.; McDEVITTI, R.; SPEAKE, B. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 141, n. B, p. 366- 372, 2005.

MENEZES, A. R. V. de.; JUNIOR, A. S.; CRUZ, H. L. L.; ARAUJO, D. R. de.; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata* D.C) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, p.1-8, 2009.

MENEZES, J. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, H. A. de. Caracterização pós-colheita do melão amarelo 'Agroflora 646'. **Horticultura Brasileira**. v.13, n. 2, p. 150-153, 1995.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MOREIRA, G. E. G. **Obtenção e caracterização do extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W. de.; PAIVA, J. R de. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

MUSSER, R. dos S.; LEMOS, M. AGOSTINHO, V. L. A. G. de L.; MELO, E. de A.; LEDERMAN, I. E. L.; SANTOS, V. F. dos. Caracterização física e de produção de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 320-323, Agosto 2005.

NAKASONE, H. Y.; MIYASHITA, R. K.; YAMANE, G. M. Factores affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.) Proceedings of the American. **Society Horticultural Science**, Geneva-NY, v.49, p. 161-166, 1966.

NEVES, IVO PESSOA. Cultivo de acerola. Dossiê técnico. Rede de tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A., HENRIQUES BECHARA, E. J.; DE BARROS, M. P.; MANO, C. M.; FONSECA GOULART, I. O.; Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues, **Food Chemistry**, London.v.115. n2. 469-475. 2009.

OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S. Situação da cultura da acerola no Brasil e ações da Embrapa Mandioca e Fruticultura em recursos genéticos e melhoramento. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS E

MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE DO BRASIL, 1998, Petrolina, **Anais...** Petrolina: Embrapa SemiÁrido, 1998.

OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, vol. 49, supl. 1, p. 7-11, 1999.

PEREIRA, F. M., CARVALHO, C. A., NACHTIGAL, J. C. Século XXI: Nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal**, SP, v.25, n.3, p. 498-500, 2003.

PEREIRA, M. R. Proacerola: Programa de desenvolvimento da Cultura da Acerola no Estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 49. 2003. Fortaleza, 2003. **Abstract...** Fortaleza: Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, p. 303.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela; 2005.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: **A review**. **LWT-Food Sci. Technol**, v. 40, p. 1-11, 2007.

RIOS, A. de O.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. de L. P. Proteção de carotenóides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. **Alimentos Nutricional**. Araraquara v.20, n.2, p. 343-350, jan./mar. 2009

RITZINGER, R.; RITZINGER, C.H.S.P. **Acerola**: aspectos gerais da cultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 2p. (Boletim Técnico).

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; OLIVEIRA, J. R. P. **Variedades e melhoramento**. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (Org.). A cultura da aceroleira. 1. ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 65-72, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 99 p, 2008.

SEMENSATO, L.R. **Caracterização físico-química de frutos genótipos de acerola (*Malpighia sp.*), cultivados em Anápoles-GO, processamento e**

estabilidade de seus produtos. Goiânia, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiânia. 1997.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.7, n.2, p.94-102, 2006.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Pisidium guajava* L) obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico.** 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias, Londrina**, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SILVA, W. S. da. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de Aceroleira.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. . 2008.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530p
SOMEYA, S., YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). **Food Chemistry**, London, v.79, p.351–354. 2002.

SOONG, Y. Y.; BARLOW, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, Washington, v. 88, n. 3, p. 411-417, 2004.

SOUSA, C. M. de M.; SILVA, H R.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. SILVA, M. de J. M. da.; LIMA, A de. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciênc. agrotec.** vol.35 no.3 Lavras May/June 2011.

SOUSA, T. P. de S. **Caracterização parcial da peroxidase dos frutos de aceroleira (*Malphigia emarginta* D.C) clones Okinawa e Emepa em três estágios de maturação.** Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. 2010.

SOUSA, C. M. de M.; SILVA, H R.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. da.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. E. S. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

TEIXEIRA, A.H. de C.; AZEVEDO, P.V. Índice do clima para o cultivo da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.12, p.1403-1410, dez. 1995.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; Timofiecsyk, F. R. and Pawlowsky, U., Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos: **Revisão. B. CEPPA**, 18 (2), pp. 221-236. 2000.

TIMOFIECSYK, F. R; PAWLOWSKY, U. Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos. Revisão. **B. CEPPA**, 2000.

TOCCHINI, R.P. **Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade do suco concentrado de laranja pasteurizado embalado assepticamente em Tetra-brik®**. 1985. 51. Tese (mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São paulo, Piracicaba, 1985.

USDA. **National Nutrient Database for Standard**. Release 16, july 2003. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl?acerola>. Acesso em: 20 jan. 2012.

VASCONCELOS, V. R.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M. et al. Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: VI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA –PECNORDESTE, Fortaleza-CE, **Anais...** Fortaleza: FAEC, p.83-99. 2002.

CAPÍTULO II

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CULTIVARES DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* D.C.) COLHIDAS EM DOIS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os pesquisadores e a população em geral têm repensado a importância da alimentação para a manutenção da saúde e a prevenção de doenças, evitando o consumo de alimentos que possam ser prejudiciais e ao mesmo tempo, aumentando a ingestão de alimentos que contribuam para a melhoria da qualidade de vida. Esses alimentos além de ricos em nutrientes possuem outras substâncias, como os compostos bioativos, que exercem muitos efeitos benéficos ao organismo, inclusive desencadeando a atividade antioxidante (LIMA, 2008). Os compostos bioativos, também chamados fitoquímicos, são substâncias amplamente encontradas entre frutas e hortaliças.

Pesquisas epidemiológicas evidenciam que o consumo de alimentos contendo uma significativa quantidade destes compostos pode ajudar o corpo humano a reduzir os danos oxidativos relacionados ao envelhecimento e a doenças crônicas não transmissíveis (BIERHALS, 2009).

O efeito protetor desempenhado por esses alimentos tem sido atribuído à presença de compostos bioativos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenóides (MELO et al., 2008). Dentre as várias frutas produzidas no Brasil, a acerola se destaca devido à presença de elevado teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos, antocianinas, carotenóides e outros fitoquímicos benéficos a saúde (FREITAS et al., 2006). Por sua vez o teor dos fitoquímicos pode ser influenciado por diversos fatores, dentre eles, variedade, estágio de maturação, fatores genéticos e condições climáticas e edáficas (MELO et al., 2008).

No Brasil, existem plantios comerciais de acerola em praticamente todos os estados brasileiros, destacando a Região Nordeste devido às condições climáticas. O Submédio do Vale do São Francisco apresenta-se como o maior exemplo de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas da Região Nordeste, produzindo várias espécies de fruteiras, dentre estas, as aceroleiras (GUIMARÃES, 2007).

Contudo, o Brasil apresenta poucas variedades de aceroleiras com características superiores para a produção comercial, necessitando de uma vasta investigação sobre as características de qualidade da fruta.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade, o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante em cinco cultivares de acerola, produzidas no Submédio do Vale do São Francisco, quando colhidas em dois estádios de maturação.

1. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O estudo foi realizado na Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE (Figura 2).



Figura 2: Localização do município de Petrolina- PE, onde estavam as áreas de produção comercial das quais foram obtidos os frutos para o estudo.

Os frutos foram cedidos pela Niagro - Nichirei do Brasil Agrícola Ltda, indústria que processa a acerola para obtenção de polpa e suco concentrado, localizada no Distrito Industrial, lotes14/17, em Petrolina-PE.

A empresa cedeu o material nos meses de maio a julho de 2011. Foram coletadas amostras de cinco cultivares de acerola: Costa Rica, Flor Branca, Junco, Okinawa e Sertaneja (Figura 3). Os frutos foram oriundos de plantações da região do Submédio do Vale do São Francisco, cuja produção se destinava totalmente à empresa processadora.

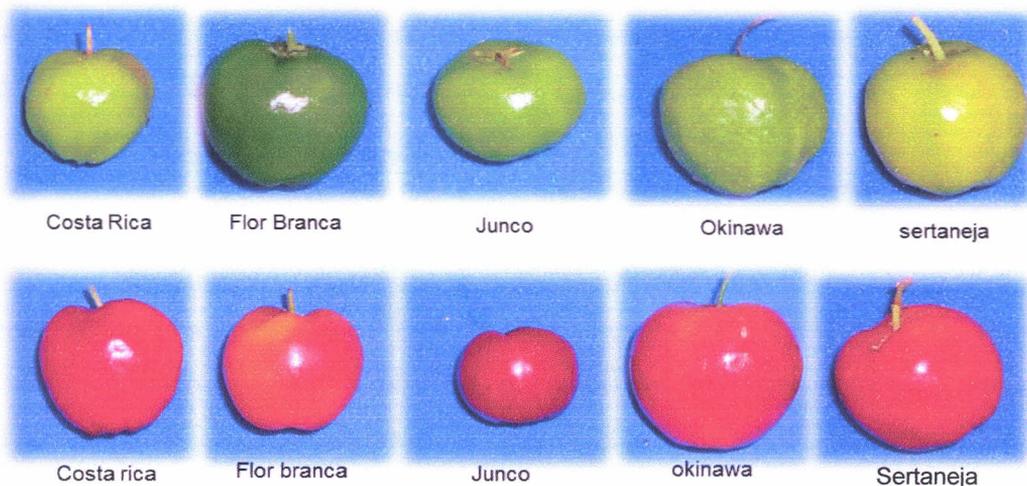


Figura 3: Frutos de cinco cultivares de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) em dois estádios de maturação: 1 (coloração verde) e 6 (coloração vermelho intenso). Foto: Ana Carolina S.

Os tratamentos foram, portanto, as cultivares e os estádios de maturação em que foram avaliadas: 1 (coloração verde) e 6 (coloração vermelho intenso), que correspondeu à acerola madura. Conforme escala descrita por Ferreira et al. (2009). Para as avaliações dos frutos, foram separadas 4 repetições compostas por 25 frutos de cada cultivar, nos dois estádios de maturação. Foram realizadas análises físicas nos frutos íntegros, que, em seguida, foram processados e armazenados sob congelamento a -18° C até a realização das análises físico-químicas.

2.2 Variáveis analisadas

2.2.1. Massa fresca

Determinada através da pesagem em balança semi-analítica. Onde foram pesados todos os 25 frutos juntos de cada repetição. Tirando uma média de cada.

2.2.2 Resistência do fruto à compressão

A resistência do fruto à compressão foi determinada utilizando-se texturômetro digital Extralab Brasil, modelo TA.XT.Plus, com uma placa de

pressão P/75, medindo-se a força necessária, em N, para promover uma compressão de 20% do volume.

2.2.3 Teor de sólidos solúveis (SS)

Determinado por leitura direta em refratômetro de bancada tipo ABBÉ com escala de variação de 0 a 65 °Brix, conforme recomendação da AOAC (1992). O procedimento consistiu em misturar e homogeneizar completamente a amostra e colocar de uma a três gotas do suco obtido na lente do refratômetro.

2.2.4 Acidez titulável (AT)

Para a acidez titulável, pesou-se 1 g de polpa em 50 mL de água destilada. A titulação foi feita com a solução de NaOH 0,1N, usando três gotas de fenolftaleína para a verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro. A leitura foi realizada em duplicata e os resultados expressos em percentagem de ácido málico, de acordo com AOAC (1992).

2.2.5 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) foi obtido diretamente da polpa, utilizando potenciômetro com membrana de vidro, após calibração com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme a metodologia descrita pela AOAC (1995).

2.2.6 Teor de ácido ascórbico

Foi obtido por titulometria, de acordo de AOAC (1992), usando a solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indodenol) até a coloração rósea claro por 15 segundos. Pesou-se de 1 a 5 g de polpa em tubos Falcon, adicionando 40 mL de ácido oxálico 0,5% (refrigerado), agitando-se manualmente. Esse conteúdo foi centrifugado a 10.000 rpm, por 5 minutos e a 8°C, sendo, em seguida,

transferido para balão volumétrico de 100 mL. Depois, completou-se o volume com ácido oxálico gelado. A leitura foi feita em duplicata. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa.

2.2.7 Açúcares solúveis totais (AST)

A) Obtenção do extrato

1 g da amostra processada foi diluído, inicialmente, com álcool etílico em balão de 50 mL. A partir do filtrado da primeira diluição, outra foi realizada: tomando-se 10 mL de alíquota, transferindo-se para balão volumétrico de 100 mL e completando-se novamente com água destilada.

B) Determinação do teor de açúcares solúveis totais

Nessa determinação, foi tomada alíquota de 0,4 mL para cultivar Costa Rica, 0,5 mL para Flor Branca, Sertaneja e Junco e 0,8 mL para Okinawa no estádio 1 e 0,6 mL para as cultivares Costa Rica, Flor Branca, Sertaneja e Okinawa, para a Junco utilizou-se 1 mL, completando com água destilada até o volume máximo de 1 mL. A este volume, 2 mL do reagente antrona foram adicionados, com os tubos parcialmente imersos em banho de gelo. Os tubos foram agitados, em vórtex, e levados a banho-maria a 100°C, onde foram mantidos durante 8 minutos seguidos de um rápido resfriamento. A leitura foi feita em espectrofotômetro, a 620 nm (Yemn e Willis, 1954), e os resultados expressos em g 100 g⁻¹.

2.2.8 Teor de açúcares redutores (AR)

Conforme a metodologia descrita por Miller (1959), os açúcares redutores foram dosados utilizando o reagente DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico). Foi pesado de 1 a 5 g da polpa, para diluição em balão volumétrico de 100 mL, com água destilada. Após filtragem, em papel Whatman qualitativo nº 1, tomou-se uma alíquota de 1,5 mL da amostra, transferindo-se para tubo de ensaio, e a este volume adicionou-se 1 mL de DNS. As amostras foram

homogeneizadas e levadas ao banho-maria, a 100°C por 5 minutos. Em seguida, as amostras foram levadas ao banho com gelo e adicionados 7,5 mL de água destilada a fim de completar o volume final de 10 mL. Em seguida, foram novamente homogeneizados para a realização da leitura em espectrofotômetro, a 540 nm, sendo os resultados expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

2.2.9 Amido

a) Obtenção do extrato

Para extração do amido e posterior determinação, utilizou-se amostra de 7 a 10 g de polpa para frutos no estágio 1 e de 13 g para aqueles no estágio 6. Em seguida, a amostra foi diluída em 40 mL de água destilada e centrifugada a 10.000 rpm, durante 10 minutos, fazendo-se 4 lavagens sucessivas com descarte do sobrenadante de cada amostra. Ao resíduo, foram adicionados 75 mL de água destilada mais 5 mL de ácido clorídrico a 37%. Após fervura, durante 2 h, sob refluxo, foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. Filtrou-se o volume e transferiu-se para um balão de 200 mL, completando com água destilada. A partir do filtrado diluído, os açúcares redutores foram determinados pelo método do DNS (ácido dinitrosalicílico), conforme Miller (1959).

b) Quantificação

Para a leitura, tomou-se 1,5 mL do filtrado diluído e 1 mL de DNS a 1%, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100°C por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, as amostras receberam 7,5 mL de água destilada a fim de completar o volume final de 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro, a 540 nm. Os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a obtenção do amido em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ da massa fresca. Foi determinado conforme a AOAC (1992).

2.2.10 Teor de carotenóides totais

Para a quantificação, foram pesados 10 g da polpa da acerola em Becker de 100 mL e adicionado 30 mL de álcool iso-propílico e 10 mL de acetona. Essa mistura foi homogeneizada por um minuto. Logo em seguida, o extrato (dos frutos e resíduos) foram transferidos para um funil de separação de 125 mL, completando o volume com 90 mL de água destilada. Após repouso de 30 minutos, procedeu-se a lavagem do material, descartando a fase aquosa inferior. Esse procedimento foi repetido 3 vezes. Na última lavagem, foi descartado a fase inferior completamente e coletada a fase etérea em Becker de 50 mL, contendo sulfato de sódio anidro para remoção da água residual. Em seguida, o conteúdo foi filtrado e transferido para um balão de 50 mL, adicionando 5mL de acetona e aferindo com hexano. A leitura em espectrofotômetro foi feita a 450 nm (Higby, 1962). Toda avaliação foi realizada ao abrigo de luz. Os resultados foram expressos em mg.100 g^{-1} da massa fresca da polpa.

2.2.11 Teor de antocianinas e de flavonóides amarelos

Para estas análises, a metodologia para a obtenção dos extratos foi à mesma modificando apenas o comprimento de onda. Para a determinação do teor de antocianinas e de flavonóides amarelos foram utilizadas 4 g de polpa. Em seguida, adicionou-se 30 mL da solução extratora etanol (95%):HCL (1,5N), na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em homogeneizador de tecidos tipo "Turrax" por 2 minutos na velocidade "5". Logo após o conteúdo foi transferido diretamente para balão volumétrico de 25 mL, ao abrigo da luz, aferido com a solução extratora, homogeneizado e armazenado em frasco âmbar, o qual ficou em repouso por uma noite, em geladeira. No dia seguinte, o material foi filtrado em um Becker de 50 mL, protegido da luz. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 535 nm, para antocianinas, e 374 nm, para flavonoides amarelos (Francis, 1982). Os resultados foram expressos em mg.100 g^{-1} , por meio das seguintes fórmulas:

Antocianinas totais = Absorbância x fator de diluição/98,2

Flavonóides amarelos = Absorbância x fator de diluição/76,6

2.2.12 Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)

A) Obtenção do extrato

Foi realizada a partir de 1 g da polpa processada de acerola, adicionando-se 20 mL da solução de metanol 50%. Em seguida, a solução extratora contendo a amostras foi homogeneizada, deixando em repouso por 1 hora para a extração. Após o repouso, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. Logo depois da centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi dissolvido em 20 mL da segunda solução extratora: acetona a 70%, ficando em repouso por mais 1 hora. A mistura foi centrifugada a 15.000 rpm, por 15 minutos. O segundo sobrenadante foi misturado ao balão volumétrico de 50 mL, para ser completado com água destilada. Esse procedimento seguiu recomendação de Larrauri et al. (1997).

B) Determinação do teor de polifenóis extraíveis totais

A determinação foi realizada usando alíquotas de 0,1 a 0,15 mL do extrato, completando, com água destilada, para 1 mL. Acrescentou-se 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de NaCO₃ (20%) e 2 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo, em seguida, agitados com vórtex e deixados em repouso por 30 minutos. Após o tempo percorrido, a leitura foi realizada em espectrofotômetro, utilizando a curva padrão de ácido gálico, e os resultados expressos em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de polpa (LARRAURI et al., 1997).

2.2.13 Atividade antioxidante total (AAT)

Atividade antioxidante foi determinada por pelos métodos ABTS e DPPH

2.2.13.1 ABTS

O ensaio com o radical livre ABTS foi obtido pela reação do ABTS (5 mL) com 88 μ L de persulfato de potássio, misturados em frasco de âmbar. A mistura foi mantida em repouso, em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorvância entre 700 a 705 nm.

A) Obtenção do extrato

A obtenção do extrato usado para a determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS seguiu o procedimento já descrito para polifenóis extraíveis totais. Trata-se, portanto, do mesmo extrato.

B) Determinação da atividade antioxidante

A partir do extrato obtido, foram realizadas três diluições diferentes: 5,0 mL, 4,0 mL e 2,5 mL, para os frutos avaliados no estágio 6, e 4,0 mL, 2,5 mL e 1,25 mL para os frutos no estágio 1, em balões volumétricos de 10 mL. Em seguida, foram transferidos 30 μ L de cada diluição para tubo de ensaio, juntamente com 3 mL de radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, em ambiente escuro. Em seguida, foram homogeneizados em agitador e deixados em repouso por exatamente 6 minutos. Após o decorrido tempo, realizou-se a leitura no espectrofotômetro em um comprimento de onda de 734 nm. A curva foi gerada a partir dos valores das absorvâncias e das concentrações das amostras calculadas. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorvância equivalente a 1.000 μM de Trolox, sendo os resultados expressos em $\mu\text{MTrolox.g}^{-1}$ polpa (RUFINO et al., 2007a).

2.2.13.2 DPPH

O radical DPPH foi adquirido da diluição de 2,4 mg em álcool metílico, completado para um balão volumétrico de 100 mL, aferindo-se com álcool metílico. Em seguida, foi armazenado em um frasco de vidro âmbar, estando apto para uso apenas para o mesmo dia. Para a solução controle, utilizou-se 40 mL de álcool metílico a 50% e 40 mL de acetona a 70%, misturando e transferindo para balão volumétrico de 100 mL, completando com água destilada. Logo em seguida, transferiu-se para um frasco de vidro âmbar, armazenando em temperatura ambiente por tempo indeterminado.

A) Obtenção do extrato

Utilizou-se o mesmo extrato obtido para os polifenóis extraíveis totais

B) Determinação da atividade antioxidante

Para determinação do DPPH, foram realizadas três diluições diferentes: 1,250 mL, 0,625 mL e 0,250 mL, para ambos os estádios de maturação, em balões volumétricos de 10 mL. Em seguida, foi transferida uma alíquota de 100 μ L de cada diluição para tubo de ensaio, juntamente com 3,9 mL do radical DPPH em ambiente escuro. Em seguida, foram homogeneizados em agitador e deixados em repouso por 30 minutos. Utilizou-se também um controle (100 mL da solução controle com 3,9 mL do radical DPPH), que foram homogeneizados e deixados em repouso durante 30 minutos junto com as amostras. Após o decorrido tempo, realizou-se a leitura no espectrofotômetro em comprimento de onda de 515 nm. A curva foi gerada a partir dos valores das absorvâncias de três concentrações das amostras. Os resultados expressos em g de polpa fresca.g⁻¹ de DPPH (g.g⁻¹), segundo RUFINO et al. (2007b).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 x 2 (cultivar x estágio de maturação), com quatro repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Massa fresca

A massa fresca média dos frutos apresentou uma amplitude de 2,72 a 5,21 g, para acerola colhidos no estágio 1, e de 4,96 a 9,9 g, mas colhidos no estágio 6 (Tabela 2). Constatou-se, portanto, que os frutos maduros apresentaram maiores massas, quando comparados aos frutos do estágio 1. Esse fato foi observado também por França et al. (2003), em um estudo realizado com três matrizes de aceroleira, cujos frutos foram avaliados em dois estádios de maturação, observando-se, para a variável massa, uma oscilação de 7,51 a 10,30 g, nos frutos em estágio inicial de maturação, e de 2,65 a 10,85 g, nos frutos maduros. Batista et al. (2000) também verificaram que a massa fresca dos frutos em estágio 1 foi menor que dos frutos maduros.

Tabela 2. Massa fresca (g), resistência do fruto à compressão (g), teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso)*

Cultivares	Massa fresca (g)		Resistência à compressão (N)		Teor de SS (°Brix)		AT (%de ácido málico)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Flor Branca	2,72 bC	4,96 aD	55,00 aC	7,69 bA	6,38 bB	7,42 aB	1,69 aB	1,31 bB
Costa Rica	3,57 bB	7,83 aB	75,61 aB	17,68 bA	6,28 bB	6,85 aBC	1,69 aB	0,71 bC
OKinawa	5,21 bA	9,9 aA	91,88 aA	16,37 bA	7,83 aA	8,26 aA	1,74 aB	1,58 bA
Junco	4,5 bA	5,54 aCD	99,73 aA	7,50 A	7,00 aB	6,13 bC	1,96 aA	1,64 bA
Sertaneja	3,41bBC	5,76 aC	56,06 aC	11,74 bA	6,55 aB	6,75 aBC	2,0 aA	0,64 bC

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Dentre as cultivares avaliadas nesse estudo, a Okinawa se destacou apresentando os maiores valores. Entretanto, é importante salientar que a massa média dos frutos está diretamente relacionada ao rendimento da polpa, que representa 80% da sua massa total e é um dos principais atributos para a

comercialização. Porém, são poucos os estudos que comprovam que frutos grandes apresentam rendimento de polpa melhor que os frutos de tamanho menor (SILVA, 2008; CORDEIRO, 2000).

Os valores encontrados para as cultivares Sertaneja, Okinawa e Flor Branca no estágio maduro foram próximos aos encontrados por Silva (2008), que trabalhou com 19 clones procedentes do município de Limoeiro do Norte/CE, observando para essas cultivares, valores médios de 6,11, 7,77 e 4,67 g, respectivamente. Resultados próximos a esses valores também foram encontrados por Batista (2010).

3.2 Resistência do fruto à compressão

A resistência do fruto à compressão é um parâmetro de extrema importância, uma vez que está diretamente relacionado com a qualidade dos frutos. Do ponto de vista econômico, frutos mais firmes são mais resistentes ao transporte, manuseio e ataque de microrganismos (TORRE, 2010). No presente estudo, as variedades Okinawa e Junco apresentaram maior resistência à compressão para os frutos no estágio em que a coloração da casca era verde (Tabela 2). Contudo, as acerolas no estágio 6 não diferiram quanto a resistência do fruto à compressão. Mesmo assim, apresentou uma variação de 7,50 a 17,68 N. Resultados inferiores de resistência a compressão foram apresentados por Batista (2010).

3.3 pH

Para os valores de pH, não houve diferença significativa entre cultivares e os estágios de maturação (Tabela 4 e 5).

3.4 Sólidos solúveis (SS)

Analisando os valores obtidos no presente estudo, pode-se observar que a cultivar Okinawa destacou-se quanto aos teores de sólidos solúveis nos

estádios maturação 1 e 6, apresentando valores compreendidos entre 7,8 e 8,3 °Brix, respectivamente (Tabela 2). Os valores para SS atendem as exigências comerciais, para as aceroleiras (IBRAF, 1995). O aumento nos teores de SS é decorrente da evolução da maturação, esperada nos frutos climatéricos, como a acerola (CARRINGTON e KING, 2002). Estes resultados corroboram com a faixa citada por Menezes et al. (2009), que avaliaram atributos físico-químicos da acerola frescas em estágio inicial de maturação.

Em outros estudos, Vendramini e Trugo (2000) investigaram o efeito do estágio de maturação na composição química e nos componentes voláteis da acerola em três diferentes estádios de maturação, observando valores médios idênticos para a variedade Okinawa (7,8 °Brix) quanto ao teor de SS nos frutos avaliados no estágio inicial de maturação.

Moura et al. (2007) mencionaram valores inferiores as do presente estudo, para as cultivares Flor Branca e Sertaneja (5,9 e 6,4 °Brix), em acerolas maduras. Contudo, para a cultivar Okinawa, os autores observaram valores semelhantes ao atual estudo (8,2 °Brix). Estes resultados estão por outro lado, dentro da faixa citada por Batista (2010) e Maranhão (2010), que foi 8,7 °Brix e 9,0 °Brix, respectivamente.

3.5 Acidez titulável (AT)

Os ácidos orgânicos encontrados nos vacúolos das células, na forma livre e combinados com sais, ésteres e glicosídeos, são fontes importantes de energia para os vegetais durante o processo de maturação (KLUGE et al., 2002). Deste modo, a acidez titulável tende a diminuir com o avanço da maturação para a maioria dos frutos, pois durante o processo respiratório estes são convertidos a carboidratos para obtenção de energia (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Conforme Tabela 2, verificou-se que os valores de AT dos frutos em estágio de maturação 1 das cultivares avaliadas foram bem próximos, sendo que as cultivares Junco (1,96%) e Sertaneja (2,0%) diferiram das demais. Resultados inferiores foram encontrados por Menezes et al. (2009) e França et al. (2003).

Analisando os frutos no estágio 6, pôde-se verificar uma variação na AT entre as cultivares Sertaneja, Costa Rica, Flor Branca, Okinawa e Junco, com valores obtidos de 0,64%, 0,71%, 1,31%, 1,58%, 1,64% e 1,96% de ácido málico, respectivamente (Tabela 2). Segundo Carvalho e Manica (1994), os elevados valores de AT em acerolas são devidos à fruta ser rica em ácidos orgânicos. Batista (2010) confirmou este comportamento verificando altos valores de AT para as variedades Sertanejas (1,74 % de ácido málico), Costa Rica (1,11% de ácido málico), Flor Branca (1,35% de ácido málico) e Okinawa (1,87% de ácido málico), sendo esses valores foram superiores aos apresentados no presente estudo. Dantas et al. (2010), Ferreira et al. (2009), Silva (2008) e Soares et al. (2001) também demonstraram o aumento na acidez na acerola no decorrer da desenvolvimento.

Contudo, alguns autores encontram valores de AT em acerolas inferiores aos obtidos nesse trabalho. Adriano et al. (2011) avaliando a qualidade de frutos da aceroleira da cultivar Olivier em dois estádios de maturação, observaram valores de AT de 0,94% de ácido málico em frutos maduros. Resultados citados por Moura et al. (2007) foram próximos aos apresentados no presente estudo.

3.6 Teor de ácido ascórbico (Vitamina C)

Quanto ao teor de ácido ascórbico (AA), foi observado que a cultivar Junco apresentou o maior teor, com 3646,72 mg.100 mL⁻¹, no fruto verde estágio 1, apesar de não ter diferido estatisticamente das seguintes cultivares: Costa Rica, Okinawa e Sertaneja (Tabela 3).

Carpentieri-Pípolo et al. (2002) estudando três novas cultivares de acerola, UEL 3 – Dominga, UEL 4 – Lígia e UEL 5 – Natália, informando que apresentaram valores de 2.906, 3.134 e 3.579 mg.100g⁻¹, respectivamente, semelhantes ao citado antes. Teores menores foram encontrados por Araújo et al. (2009), que avaliaram a qualidade físico-química e química de frutos de clones de aceroleira embalados com filme de PVC e mantidos em refrigeração. Essa redução nos teores pode ser explicada através da oxidação do AA a deihidroascórbico (DHA) pela enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase),

processo que ocorre durante a maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Como exemplo, o conteúdo de AA na cultivar Flor Branca decresceu bastante no estágio 1, caracterizados por 3089,40 mg.100 mL⁻¹, até 1766,81 mg.100 mL⁻¹, para o estágio 6. O mesmo foi verificado também por Batista et al. (2000) e Nogueira et al. (2002), que analisaram teores de vitamina C de frutos de duas matrizes de aceroleira (UFRPE 7 e UFRPE 8), colhidos em estádios de maturação, nas estações seca e chuvosa, em Paudalho-PE. Os autores constataram, nos frutos em início de maturação, valores de 2.626,00 e 2.732,70 mg.100 mL⁻¹ de suco de acerola para os acessos UFRPE 7 e UFRPE 8, na estação seca.

Tabela 3. Teor de ácido ascórbico (vitamina C), teor de açúcares solúveis total (AST), teor de açúcares redutores (AR) e teor de amido dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso)*

Cultivares	Teor de ácido ascórbico (mg.100 mL ⁻¹)		Teor de AST (g 100 g ⁻¹)		Teor de AR (g 100 g ⁻¹)		Teor de amido (g 100 g ⁻¹)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Flor Branca	3089,40 aB	1766,61 bB	2,31 bC	2,32 aC	2,32 bAB	2,49 aABC	0,26 bA	0,66 aA
Costa Rica	3195,69 aB	1049,14 bC	3,55 aA	3,77 aA	1,89 bC	2,71 aA	0,16 bA	0,60 aA
OKinawa	3346,72 aAB	2396,88 bA	2,00 bC	3,33 aB	2,21 bB	2,43 aBC	0,28 bA	0,55 aAB
Junco	3646,72 aA	2473,65 bA	1,66 bD	2,78 aC	1,83 bC	2,32 aC	0,22 bA	0,46 aB
Sertaneja	3318,20 aAB	1348,61 bC	2,77 aB	1,90 bD	2,52 aA	2,60 aAB	0,28 bA	0,65 aA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Entre os frutos do estágio de maturação 6, pode ser observado que as variedades Junco e Okinawa destacaram-se pelos maiores teores de vitamina C, com valores de 2473,65 mg.100 mL⁻¹ e 2396,88 mg.100 mL⁻¹, respectivamente.

Em estudos realizados por Batista (2010), foram observados teores de AA em acerolas maduras semelhantes aos apresentados no atual experimento, destacando-se a cultivar Okinawa, com valores de 2337,18 mg.100 mL⁻¹.

Maranhão (2010), caracterizando a variedade Okinawa durante o seu desenvolvimento, constatou uma oscilação de 342,47 mg.100 mL⁻¹ a 2649,72 mg.100 mL⁻¹. Estes dados foram superiores aos do presente trabalho e dos obtidos por Moura et al. (2007), que observaram 1225,24, e 1733,51 mg.100 mL⁻¹, para as cultivares Flor Branca e Okinawa, respectivamente.

Caracterizando 18 genótipos de aceroleira, Maciel et al. (2010) constataram teores de AA mais baixos em relação ao presente estudo, variando de 750 a 1.678 mg.100 mL⁻¹ de polpa.

3.7 Açúcares solúveis totais (AST)

Os teores de AST variaram de 1,90 a 3,77 g.100 g⁻¹ nos frutos maduros (Tabela 3), estando na faixa apresentadas por Gorgatti Neto et al. (1995). Brunini et al. (2004), que realizaram a caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo, relataram valores 3,06 a 8,72 g.100 g⁻¹. Por sua vez, Silva (2008) apresentaram valores de entre 1,37 a 6,84 g 100 g⁻¹.

Esse pequeno incremento ocorrido nos valores de AST, pode ser explicado pelo fato da medição não representar o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também se dissolvem na seiva vacuolar (vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos). Além disso, os teores de açúcares podem oscilar de acordo com o tipo, cultivar, estágio de maturação do fruto e condições climáticas em que estão sendo avaliados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.8 Açúcares redutores (AR)

Os teores dos açúcares solúveis totais e os de açúcares redutores foram próximos, demonstrando que as acerolas não acumulam sacarose e que

os açúcares presentes são, provavelmente, glicose e frutose, em ambos os estádios de maturação (Tabela 3). Caetano (2010), trabalhando com processamento tecnológico e avaliação energética de geléia de acerola, analisou as características físico-químicas do suco e da polpa, verificando valores equivalentes entre os açúcares redutores e açúcares solúveis totais, não quantificando sacarose nos frutos. Batista (2010) avaliou a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e destacou que os valores de açúcares solúveis totais em acerola são representados predominantemente por açúcares redutores. O fato também foi observado por Vendramini e Trugo (2000).

3.9 Teor de amido

As cultivares no estágio de maturação 1 não diferiram quanto ao teor de amido (Tabela 3). Contudo, nos frutos maduros, houve variação de 0,46 a 0,66%, resultados estes superiores aos observados por Batista (2010), em que a variação foi de 0,05 a 0,23%. Trabalhos realizados por Soares et al. (2001) retrataram teores médios de amido na polpa da fruta de 2,76%, em acerolas maduras.

3.10 Antocianinas

De acordo com a Tabela 4, houve diferença estatística para os teores de antocianinas entre as cultivares, destacando a Sertaneja com 48,21 mg. 100 g⁻¹. Alves et al. (1996) afirmaram que a coloração comercial da acerola é vermelho-escura. Portanto, quanto maior o teor de antocianina, melhor a aceitação do produto, por parte do consumidor.

Diante da diversidade de dados encontrados na literatura, sobre pigmentos responsáveis pela coloração dos frutos, conclui-se que a cor é um importante atributo de qualidade e representa, para os produtores uma característica utilizado para avaliar o ponto ótimo da colheita, além de servir como argumento de escolha do consumidor na hora da compra (LIMA et al., 2003).

Tabela 4. pH, teores de antocianinas totais (mg.100 g⁻¹) e de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g⁻¹) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira *

Cultivares	pH	Antocianina (mg.100 g-1)	Polifenóis totais (mg de ácido gálico.100 g-1)
Flor Branca	3,08 a	19,01 a	1444,52 ab
Costa Rica	2,97 a	31,45 a	1259,54 c
Okinawa	3,02 a	30,9 a	1635,51 ab
Junco	2,94 a	18,91 a	1503,51 b
Sertaneja	3,09 a	48,21 b	1854,42 a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A cor vermelha na acerola é atribuída à presença de antocianinas, que são pigmentos pertencentes ao grupo dos flavonóides. Contudo, esses pigmentos são muito estáveis, podendo ser degradados sob a ação do ácido ascórbico, oxigênio, temperatura, pH, luz, tratamento térmico, entre outros fatores (ARAÚJO et al., 2009 CONCEIÇÃO, 1997). As cultivares no estágio de maturação 1 não foram avaliadas, devido as antocianinas serem sintetizadas e acumuladas após o início da maturação quando os frutos já estão na cor vermelha ou roxa.

Teores menores de antocianinas na casca foram encontrados por Batista (2010), que avaliou as cultivares Flor Branca, Sertaneja, Okinawa e Costa Rica, observando valores médios de 7,03, 10,90, 13,00 e 13,80 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Entretanto, essas diferenças podem ser justificadas, pois quando são analisadas características físico-químicas dos frutos, diversos fatores podem influenciar o resultado, a exemplo do grau de maturação, da variedade, condições climáticas e edáficas, da exposição ao sol, dos tratamentos culturais, da localização da fruta na planta, do manuseio pós-colheita e da própria cultivar (ARAÚJO, 2005).

Durante o armazenamento de acerolas embaladas com PVC e refrigeração a 10 °C no período de 12 dias, Araújo et al. (2009) observaram que houve aumento gradual no teor de antocianinas, no clone II 47/1, cujos valores incrementaram de 6,13 a 8,12 mg.100 g⁻¹ de antocianinas durante o período do experimento que avaliou a qualidade físico-química e química de

frutos de clones de aceroleira recobertos com filme de PVC e conservados por refrigeração. No entanto, estes valores foram inferiores ao presente estudo bem como aos da pesquisa realizada por Maciel et al. (2010), que apresentaram valores entre 4,35 e 14,93 mg.100 g⁻¹, para os clones PL 26 e PL 34, respectivamente.

Lima et al (2007) observaram resultados superiores aos dos presente experimento em relação a antocianinas, encontrando valores desde 6,4 mg 100 g⁻¹ a 64,6 mg 100 g⁻¹, caracterizando uma alta variação entre os genótipos.

Comparando o teor de antocianina de acerola com outros de frutas de coloração vermelha, perceber-se a elevado conteúdo da primeira em relação às demais. Neste sentido, Batista (2010) verificou que o teor de antocianinas nas variedades de goiaba Paluma, Rica e Pedro Sato, que apresentaram valores médios de 0,51, 0,40 e 0,69 mg.100 g⁻¹, respectivamente, é bastante inferior ao da acerola madura.

3.11 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Para os teores de PET não houve efeito significativo da interação entre cultivares e estádios de maturação, porém foram significativos para os efeitos de cada fator individualmente (Tabelas 4 e 5).

Tabela 5. Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g⁻¹) em acerola em dois estádios de maturação*

Estádio de maturação	Polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g ⁻¹)
1	2017,86 b
6	1061,13 a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O conteúdo do PET foi superior em frutos do estágio 1 (Tabela 5), contudo, observou-se que na Tabela 4 a variedade Sertaneja possui o maior teor de polifenóis extraíveis totais 1854,42 mg.100 g⁻¹. Contudo, as demais variedades avaliadas apresentaram teores próximos, com médias de 1635,51; 1503,51; 1444,52 e 1259,54 mg.100 g⁻¹ para as respectivas cultivares Okinawa,

Junco, Flor Branca e Costa Rica. Dados relatados por Silva (2008) confirmam os valores obtidos neste estudo. Os resultados de ambos estudos, entretanto estão acima da faixa de valores obtida por Batista (2010), que relatou: 1345,21 mg.100 g⁻¹ (Okinawa), 1101,01 mg.100 g⁻¹ (Sertaneja), 949,25 mg.100 g⁻¹ (Flor Branca) e 850,26 mg.100 g⁻¹ (Costa Rica).

Rufino et al. (2009) determinaram valores médios de 1063,3 mg.100 g⁻¹ de PET para as polpas congeladas de acerola, resultados próximos ao referente estudo.

Segundo Kuskoski et al (2006), o interesse pelos compostos bioativos é cada vez maior por parte da população e da comunidade científica, pois além de atuarem como pigmentos naturais, apresentam propriedades antioxidantes. De acordo com os mesmo autores, a polpa de acerola possui elevado potencial antioxidante, atribuída em grande parte aos polifenóis. Heim et al (2002) apontaram que os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Vieira et al. (2011) quantificaram os fenólicos totais e a atividade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicas, destacando a polpa de acerola com teores de polifenóis de 835,25 mg.100 g⁻¹, para o extrato aquoso, e 449,63 mg.100 g⁻¹, para o extrato hidroalcoólico. Esses valores são próximos aos relatados por Batista (2010). Pesquisas semelhantes foram realizadas por Melo et al. (2008). Contudo os resultados foram superiores (2193,40 mg.100 g⁻¹, para o extrato aquoso) aos demais dados citados.

3.12 Flavonóides amarelos

Na tabela 6, pode-se observar uma variação quanto aos teores de flavonóides amarelos, sendo de 5,53 a 14,00 mg.100 g⁻¹, nos frutos avaliados no estágio de maturação 1, quando se sobressaiu a cultivar Flor Branca, e de 12,22 a 27,42 mg.100 g⁻¹, nos frutos maduros, destacando-se a cultivar Sertaneja. Tais resultados corroboram informações apresentadas por Batista (2010) para acerolas maduras.

São compostos fenólicos amplamente distribuídos no reino vegetal, responsáveis pela coloração que varia de branco a amarelo claro (BOBBIO e BOBBIO, 1995).

Tabela 6. Teor de flavonóides amarelos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e teor de carotenóides ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelho intenso)*

Cultivares	Teor de flavonóides amarelos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$)		Teor de carotenóides ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Flor Branca	14,0 aA	12,22 aC	1,31 bA	2,19 aBC
Costa Rica	9,62 bAB	20,25 aB	0,27bA	1,93 aBC
OKinawa	5,53 bB	11,77 aC	0,36 bA	1,22 aC
Junco	11,88 bA	20,15 aB	0,58 bA	3,78 aA
Sertaneja	12,41 bA	27,42 aA	0,66 bA	2,67 aB

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios obtidos por Silva (2008) foram inferiores aos expostos acima para as cultivares Sertaneja ($4,25 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e Flor Branca ($7,78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), em frutos maduros. Dados próximos foram encontrados por Lima et al. (2000), que verificaram teores de flavonóides amarelos entre $9,31$ a $20,22 \text{ mg}$ de quercetina. 100 g^{-1} , e por Maciel et al. (2010).

Hoffmann-Ribani et al. (2009) observaram valores superiores aos encontrados, com uma variação de 43 a $53 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de quercetina. Vários estudos tentam justificar o porquê dos baixos teores de flavonóides que são encontrados, um deles pode ser o fato desse fitoquímico ser sensível a variações sazonais. Sob este aspecto, alguns estudos demonstraram o efeito sazonal nos teores de flavonóides amarelos, indicando um aumento desse constituinte no verão (HUBER e RODRIGUES-AMAYA, 2008). Isto pode justificar os baixos teores de flavonóides amarelos encontrados no presente trabalho, já que as amostras foram coletadas entre o outono e inverno.

3.13 Carotenóides totais

Os dados apresentados na Tabela 6 indicam que as variedades no estágio de maturação 1 não diferiram estatisticamente entre si quanto ao teor de carotenóides totais. Entretanto, as cultivares maduras apresentaram teores de 1,22 a 3,78 mg.100 g⁻¹, destacando-se a cultivar Junco. Estes valores estão dentro da faixa obtida por Batista (2010) e Silva (2008), que foram de 1,62 a 3,28 mg.100 g⁻¹ e de 0,31 a 2,64 mg.100 g⁻¹, respectivamente.

Lima (2010), avaliando a estabilidade química e físico-química de polpas de acerolas pasteurizadas e não pasteurizadas armazenadas por 365 dias, observou conteúdos médios de 0,92 a 1,38 mg.100 g⁻¹ e 1,53 a 1,89 mg.100 g⁻¹ de carotenóides totais, respectivamente. Em estudos semelhantes, Maia et al. (2007) reportaram valores inferiores aos demais dados apresentados, sendo de 0,51 e 0,59 mg.100 g⁻¹ de suco de acerola pasteurizado e não pasteurizado, respectivamente.

Segundo Pantastico (1975), à medida que os frutos vão amadurecendo aumenta-se a síntese dos pigmentos carotenóides, assim como a degradação da clorofila. O Fato foi constatado por Araújo et al. (2009), que avaliaram a conservação dos clones de aceroleiras BRS 152, BRS 235, BRS 236, BRS 237, BRS 238 e II 47/1 embalados com filmes de PVC e conservados por refrigeração, observando ao final do experimento, maior teor de carotenóides para o clone BRS 238 Frutacor.

Avaliando o valor nutritivo de acerolas oriundas de plantas selecionadas de programas de melhoramento genético, Aguiar et al. (2008) constataram variação quanto ao teor de carotenóides entre as cultivares de 0,30 a 11,20 µg.g⁻¹. Moura et al. (2007) também verificaram essa amplitude, destacando valor mínimo de 0,34 µg.g⁻¹ e máximo de 8,41 µg.g⁻¹.

3.14 Atividade antioxidante total (ATT) - ABTS

Atividade antioxidante das acerolas avaliadas diminuir com a maturação (Tabela 7). A maior atividade antioxidante determinada pelo método

ABTS foi de 515,38 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para a variedade Junco no estágio de maturação 1. No estágio de maturação maduro, foram observados valores de 160, 93, 234,51, 241,0, 248,95 a 328,84 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para as respectivas variedades: Costa Rica, Junco, Flor Branca, Sertaneja e Okinawa.

Tabela 7: Atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH dos frutos de cinco cultivares de aceroleira, em dois estádios de maturação (1= coloração verde e 6= coloração vermelho intenso)*

Cultivares	ABTS ($\mu\text{M de Trolox.g}^{-1}$ polpa)		DPPH (g fruto.g ⁻¹ de DPPH)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Flor Branca	369,59 cA	241,00 bB	141,57 aA	289,19 bA
Costa Rica	341,87 cA	160,93 cB	152,80 aB	339,95 bB
OKinawa	384,60 bcA	328,84 aB	147,24 aB	1456,95 aA
Junco	515,38 aA	234,51 bB	137,63 aA	284,74 bA
Sertaneja	427,00 bA	248,95 bB	154,84 aB	1531,3 aA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Rufino (2010), ao estudar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante de dezoito frutas tropicais não tradicionais brasileiras, observou os maiores valores em acerola com 96,6 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$.

Em estudo realizado com polpas de acerola obtidas de frutos provenientes de aceroleiras de cultivo convencional armazenadas sob congelamento por 300 dias, foram observados valores de atividade antioxidante de 63,09 a 122,77 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ (Oliveira, 2008). Essa maior média está próxima ao obtido neste estudo para a variedade Costa Rica. Resultados semelhantes foram encontrados por Batista (2010), que registrou médias de 78,27 a 144,77 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$.

Na literatura, alguns autores relatam que a redução da atividade antioxidante total pode ser causada pela oxidação da vitamina C, pelos compostos fenólicos, como também pela degradação de antocianinas (KAUR E

KAPOOR, 2001). Mezadri et al. (2008) concluíram que a atividade antioxidante de acerola não está relacionada somente ao um composto fitoquímico e sim à soma deles. Entre os métodos utilizados para determinar a capacidade antioxidante (captação de radicais livres), o radical ABTS é o mais rápido, segundo Kuskoki et al. (2005).

3.15 Atividade antioxidante total (ATT) - DPPH

Para a determinação da atividade antioxidante pelo método de DPPH, as cultivares não apresentaram diferenças estatísticas para as cultivares avaliadas no estágio de maturação 1. Contudo apresentaram uma amplitude de 137,63 a 154,83 g fruto.g⁻¹ de DPPH. O valor mais baixo de sequestro do radical DPPH foi obtido pela cultivar Junco como pode ser visto na Tabela 6. Portanto, essa cultivar apresentou maiores atividades antioxidante total. Deste modo uma elevada atividade antioxidante significa dizer, uma menor proporção da amostra, ou seja, é uma relação inversamente proporcional (Tabela 7).

Contudo, segundo Duarte-Almeida, et al. (2006) este método se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um radical livre, o DPPH•, que ao se reduzir perde sua coloração púrpura. Desta forma, avalia apenas o poder redutor do antioxidante, que ao doar um elétron se oxida, e por este motivo não detecta substâncias pró-oxidantes. Os mesmos autores relatam ainda que a capacidade antioxidante, deve-se em maior parte ao alto teor de ácido ascórbico presente na fruta.

Silva (2008) encontrou resultados superiores ao presente estudo. Com valores que variavam de 309,8 a 3.187,23 g fruto.g⁻¹ de DPPH, quando comparados com frutos do estágio de maturação 6, que apresentou uma amplitude de 289,19 a 1531,30 g fruto.g⁻¹ de DPPH.

Estudos realizados por Kuskoki et al. (2005) revelaram que a atividade antioxidante total tem sido relacionada aos compostos polifenóis, pois quanto mais alto o teor destes, maior será também a atividade antioxidante. Comportamento semelhante foi demonstrado no atual estudo, uma vez que as cultivares no estágio maduro com maiores médias de teores de polifenóis apresentam as maiores atividades antioxidantes.

Melo et al. (2008) analisaram o teor de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas e verificaram que a acerola tem uma forte capacidade de sequestrar o radical DPPH, apresentando a média de 4.982,35 g fruto.g⁻¹ de DPPH. Resultado superior ao presente estudo, quando comparados aos frutos verdes.

Hassimotto et al. (2009) relataram que estudos epidemiológicos sugerem que a ingestão elevada de alimentos ricos em antioxidantes naturais, aumentam a capacidade do plasma e reduzem o risco de alguns cânceres, doenças cardíacas e acidente cerebral.

4. CONCLUSÕES

1. Os frutos das cultivares Okinawa e Junco reuniram características importantes, como maior massa, altos teores de sólidos solúveis, alta resistência à compressão, teor de ácido ascórbico e atividade antioxidante total para os dois métodos analisados.

2. Para acidez titulável, teor de antocianina, flavonóides amarelos, e polifenóis extraíveis totais a cultivar Sertaneja se apresentou superior às demais variedades.

3. As cultivares que apresentaram os maiores conteúdos de fenólicos totais foram as que apresentaram a maior atividade antioxidante, tanto utilizando os radicais DPPH como os radicais ABTS.

4. Os frutos no estágio de maturação 1 apresentaram altos valores em importantes características como: massa, resistência do fruto a compressão, teor de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante para o método DPPH.

5. O estágio de maturação que corresponde a cor vermelho intenso, sobressaiu-se nos teores de SS, AT, flavonoides amarelos, carotenoides, antocianina e atividade antioxidante pelo método ABTS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, E.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, Volume Especial, E. 541-545, Outubro 2011.
- AGUIAR, L. P. ; LIMA, D. P.; PONTES, D. F. ; ALEXANDRE, ; MAIA, G. A. B-caroteno, vitamina c e outras características de qualidade de melão em utilização no melhoramento genético. *Proceedings of the Tropical Region - American Society for Horticultural Science*, v. 52, p. 74-77, 2008.
- ALVES, R. E.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Postharvest Physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruits: Maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmospheres. **Acta Horticulturae, Leuven**, v. 370, n. 1, p. 223-229, 1996.
- AOAC - **Association of Official Analytical Chemists** - Official Methods of Analysis of the AOAC. 10.ed. Washington, 1115 p. 1992.
- 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-CE. **Revista Brasileira Agroecologia**. v.4, n. 2, p.278-281, 2009.
- ARAÚJO, P. G. L. **Conservação pós-colheita e estabilidade da polpa congelada de acerolas Apodi, Cereja, Frutacor, Il 47/1, Roxinha e Sertaneja**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. 67p. 2005.
- ARUOMA, O. I. Methodological characterizations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 523-524, p. 9-20, 2003.
- BATISTA, M. de S.; FIGUERÊDO, R. M. F de, QUIEROZ, A. J. de M.; **Parâmetros físicos e químicos da acerola (*Malpighia puniceifolia*, L.) em diferentes fases de maturação**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.2, n.2, p.19-24, 2000.
- BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. Mossoró-RN, 2010. 157p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2010.
- BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo : Varela, 222p.1995.

BIERHALS, V. da S.; MACHADO, V. G.; ECHEVENGUÁ, W. O.; COSTA, J. A. V.; FURLONG, E. D. Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica demultimisturas enriquecidas com a microalga *Spirulina platensis*. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 68(1): 2009.

BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

CAETANO, P. K. Processamento tecnológico e avaliação energética de geleia de acerola. Dissertação (Mestre em Agronomia). Faculdade de ciências Agrônômicas. Botucatu-SP. 2010.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). UEL 3 (Dominga) – UEL 4 (Lígia) - UEL 5 (Natália). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 124-126, 2002.

CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* D.C. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.92, n.1, p.1-7, 2002.

CARVALHO, R. I. N.; MANICA, I. Influência de estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.681-688, 1994.

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

CONCEIÇÃO, M. P. J. **Cinética de degradação térmica de antocianinas em suco de acerola (*Malpighia glabra* L.)**. Viçosa. Dissertação de Mestrado-Universidade Federal de Viçosa (UFV). 59p. 1997.

CORDEIRO, E. R. **Seleção de progênies de polinização livre e estimativas de parâmetros genéticos em acerola (*Malpighia emarginata* D.C)**. 2000. 63f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, 2000.

DANTAS, R. de L.; ROCHA, A. P. T.; ARAÚJO, A. dos S.; RODRIGUES, M. do S. A.; MARANHÃO, T. K. L. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializadas na cidade de Campina Grande/PB. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.5, n.5, p. 61 - 66 (Numero Especial) dezembro de 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados meteorológicos da estação agrometeorológica de Bebedouro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2012.

FERREIRA, R. M. de A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, P. A.; QUEIROZ, R. F. de.; FILHO, F. S. T. P. Ponto de colheita da acerola visando à produção industrial de polpa. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.4, n.2, p.13 - 16 abril/junho de 2009.

FRANÇA, V. C.; NARAIN, N. Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*malpighia emarginata* d.c.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 157-160, 2003.

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

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.12, n.4, p.395-400, out/dez, 2006.

GUIMARÃES, T. G. **Visita técnica ao pólo frutícola do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE e Juazeiro, BA**; Planaltina DF: Embrapa Cerrados, 2007. 34p. –(Documentos/ Embrapa Cerrados 201).

GORGATTI NETTO, A.; ARDITTO, E F. G.; GARCIA, E. E. et al. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília/DF: EMBRAPA/SPI, 1995. 30p

HASSIMOTTO, N. M.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant capacity of Brazilian fruit, vegetables and commercially-frozen fruit pulps. **Journal of Food Composition and Analysis** n. 22, p. 394–396, 2009.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal Nutricional Biochemistry**, v.13, p. 572-584, 2002.

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

HOFFMANN-RIBANI, R.; HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonol in fresh and processed Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 22, p.263-268, 2009.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v.19, n.1 p.97-108, 2008.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Soluções fruta a fruta: acerola**. São Paulo: IBRAF, 1999. 59p

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 36, p. 703 – 725, 2001.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELO, J.C.; BILHAUVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: UFPEL, 2002. 216 p.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 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. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LIM, R. M. T. **Avaliação da estabilidade química, física-química e microbiológica de polpas de acerola orgânicas pasteurizadas e não-pasteurizadas**. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia em Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2010.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (*Caroyocar brasiliense*, Camb.)**. Tese (Tese em Ciência dos alimentos, área de bromatologia). Universidade de São Paulo-SP. 2008.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. de A.; GUERRA, N. B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 51-55, jan./mar. 2007.

LIMA, M. A. C. de.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ENÉAS-FILHO, J. Comportamento respiratório e qualidade Pós-coheita de Graviola (*Annona muricata* L.) 'Morada' sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2003.

LIMA, V. L. G. de.; MELO, E. de A.; LIMA, L. dos S.; NASCIMENTO, P. P. do. Flavonoides em seleções de acerola (*Malpighia* sp L.). 1- Teor de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1063-1064, 2000.

MACIEL, M. I. S.; MÉLO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, S. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(4): 865-869, out.-dez. 2010.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. D.; PRADO, G. M. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. *Ciência Tecnol. Aliment.* Campinas, v. 27, n. 1, p. 130-134, 2007.

MARANHÃO, C. M. C. Caracterização física, físico-química e química do fruto de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C), variedade Okinawa, durante o seu desenvolvimento. Dissertação (Mestre Ciência e tecnologia do Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. 2010.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G de Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008.

MENEZES, A. R. V. de.; JUNIOR, A. S.; CRUZ, H. L. L.; ARAUJO, D. R. de.; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata* D.C) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, p.1-8, 2009.

MEZADRI, T.; VILLANO, D.; FERNADEZ-PACHÓN, M. S.; GARCIA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidante activity in acerola (*Malpighia emarginata* D.C) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, p. 282-290, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylit acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426 - 428, 1959.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W. de.; PAIVA, J. R de. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

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

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

PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. 660p.

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

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de. PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXT, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry** n. 121, p. 996–1002, 2010.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Tese (Doutorado: Fitotecnia). Universidade Federal Rural do SemiÁrido. 264p. Mossoró- RN, 2008.

RUFINO, M. do S.M. et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. (Comunicado técnico online - Embrapa)**. Fortaleza-CE, julho 2007a. Disponível em: http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_126.pdf. Acesso em: 27 dezembro 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 4p, 2007b. (Comunicado Técnico on-line: 128).

SILVA, W. S. da. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de Aceroleira**. 2008. 134p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2008.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A. M.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA Jr., A.; SOUZA FILHO, M. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "foam-mat". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

TORRE, L. B. de V. **Qualidade e conservação pós-colheita de mangas oriundas de sistemas de produção orgânica ou integrada.** Tese (Doutora em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2010.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

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

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; FILHO-MANCINI, J.; LIMA, de A.; Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, Setembro 2011.

CAPÍTULO III

**QUALIDADE E A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM RESÍDUOS GERADOS
NO PROCESSAMENTO DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* D.C.)
PRODUZIDA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

1. INTRODUÇÃO

O desconhecimento dos princípios nutritivos de resíduos agroindustriais bem como o seu não aproveitamento ocasionam o desperdício de toneladas de recursos alimentares. Paralelamente a esse fato, observa-se uma forte tendência da indústria alimentícia brasileira à elaboração de produtos derivados de resíduos, principalmente oriundos de frutas tropicais, pelo sabor exótico e o valor nutricional que possuem (NUNES, 2009; SANTOS et al., 2003); FERRARI et al., 2004).

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de se utilizar resíduos industriais do processamento de alimentos visando ao desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor aos produtos obtidos (KOBORI e JORGE, 2005; LAUFENBERG et al., 2003; PELIZER et al., 2007).

As frutas tropicais são altamente perecíveis, deteriorando-se em poucos dias. Este fato dificulta a comercialização na forma fresca e para grandes distâncias daquelas que ainda não possuem tecnologia pós-colheita que retarde os eventos fisiológicos que ocorrem nesse período ou para aqueles em que as técnicas disponíveis não têm se mostrado eficientes. A acerola é uma destas frutas tropicais que apresenta elevado conteúdo de ácido ascórbico e outros compostos bioativos que exercem efeitos benéficos à saúde humana uma vez que possuem reconhecida ação antioxidante. Contudo, em razão de sua alta perecibilidade e da necessidade de melhor aproveitamento do seu valor nutricional, torna-se importante o desenvolvimento de produtos com os resíduos dessa matéria prima.

A transformação de frutas em produtos possibilita absorver grande parte da colheita, favorecendo o consumo durante o ano todo e a redução do desperdício de alimentos. Além do consumo fresco, a acerola pode ser usada na fabricação de bebidas, sorvetes, doces, iogurtes, geleias e, sobretudo, no processo de fabricação de concentrados de suco e polpas, podendo, para isso, ser utilizados os frutos em estágio inicial de maturação e maduros (CAETANO et al., 2011; CHITARRA e CHITARRA, 2005; BUENO, 2002).

Contudo, diante do avanço desses mercados, bem como da comercialização das frutas de maneira geral, percebe-se que houve grande

aumento na produção de resíduos agroindustriais que podem ser perfeitamente utilizados no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, aumentando seu valor agregado. É interessante também lembrar que o aproveitamento destes resíduos contribui para a redução de impactos no meio ambiente, tendo em vista que, na maioria das vezes, grandes volumes produzidos pelas indústrias são eliminados em locais inadequados. Perante esse contexto, o alvo das pesquisas nessa área tem sido aproveitar ao máximo tudo que o alimento pode oferecer como fonte de nutrientes (UCHOA et al., 2008).

ABU e NARAIN (2009) avaliaram o aproveitamento de resíduos do processamento de algumas frutas, como umbu, goiaba, acerola e maracujá, para elaboração de farinha do resíduo para incorporação em biscoitos e concluíram que houve boa aceitação dos consumidores quando aos biscoitos foram produzidos com 10% dos resíduos de goiaba e maracujá. Portanto, tem-se um potencial ainda pouco explorado para geração de novos produtos, utilizando resíduos que mantenham alto valor nutritivo após o processamento.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi caracterizar a composição químicos e determinar a atividade antioxidante em resíduos gerados em diferentes etapas do processamento da acerola produzida no Submédio do Vale do São Francisco, para a obtenção de polpa e concentrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os resíduos utilizados neste estudo foram cedidos pela empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda, indústria que processa a acerola para obtenção de polpa e suco concentrado, localizada no distrito industrial, lotes14/17, em Petrolina-PE.

A coleta da matéria prima foi realizada nos meses de maio a julho de 2011, sendo os resíduos oriundos do processamento conjunto de frutos de cinco cultivares de aceroleira: Costa Rica, Flor Branca, Junco, Okinawa e Sertaneja. Os frutos eram oriundos de plantios da região do Submédio do Vale do São Francisco, cuja produção se destinava totalmente à empresa processadora.

Do processo de fabricação da polpa e do suco concentrado de acerola foram coletados resíduos em três etapas: triturador, despulpadeira e decanter (Figura 4). Apesar de o processamento não distinguir cultivares, inserindo-as em conjunto na linha de produção, os frutos eram separados por estágio de maturação: 1 (coloração verde) e 2 (coloração vermelho intensa, que corresponde ao fruto maduro).



Figura 4. Resíduos do processamento da acerola, coletados em três etapas do processo: triturador, despulpadeira e decanter; bem como em dois estádios de maturação, a partir da mistura de cinco cultivares. Fotos: Ana Carolina Sousa Costa.

A agroindústria de processamento de acerola Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda. possui uma linha de produção que conta com:

- área para recebimento e seleção dos frutos;
- tanques de lavagem dos mesmos;
- área para processamento dos frutos, onde são triturados e despulpados (utilizando-se peneiras de 2,0 a 2,5 mm);
- pasteurização, a 55 a 75 °C;
- tanques de enzimação;
- transferência da polpa para o decanter;
- pasteurização
- envase do produto final;
- acondicionamento em câmaras frias para congelamento e armazenamento do produto.

As etapas da produção de polpa de frutas, onde são gerados estes resíduos variam muito de acordo com o tipo de fruta utilizada. Na figura 5, tem-se um esquema resumido do processamento da polpa da acerola.

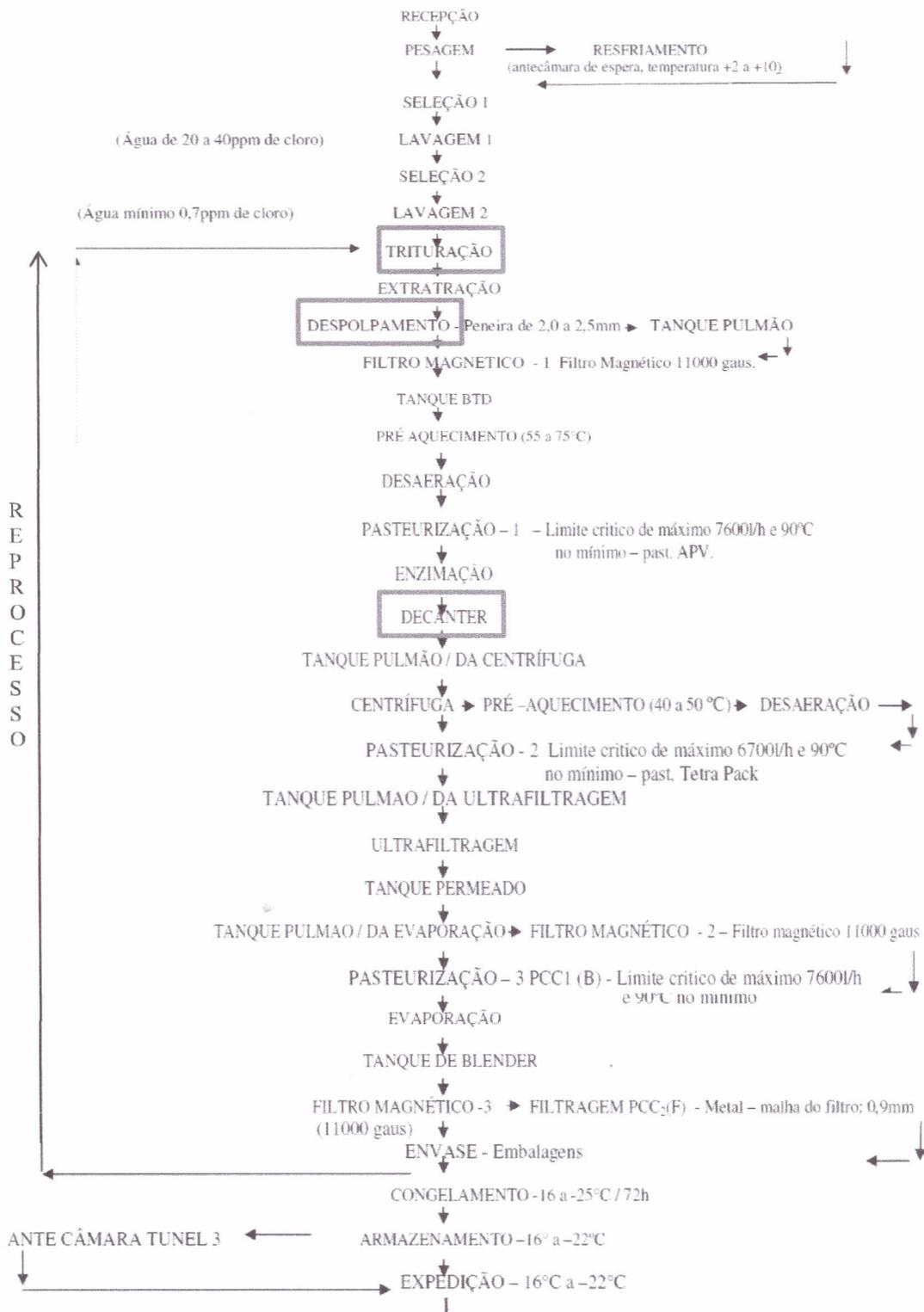


Figura 5: Fluxograma simplificado da produção da polpa e suco concentrado de acerola na empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda.

Coletados os resíduos nas três etapas de interesse, identificadas com base no diferencial visual da constituição de cada um, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, armazenadas em isopor e transportadas

para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, onde as avaliações foram realizadas.

Para as análises dos resíduos, foram separadas 4 repetições de 600 g para cada tipo resíduo, em cada um dos estádios de maturação avaliados.

2.2. Variáveis analisadas

2.2.1 Sólidos solúveis (SS)

Determinado por leitura direta em refratômetro de bancada tipo ABBÉ com escala de variação de 0 a 65 °Brix, segundo AOAC (1992). Para os resíduos obtidos nas etapas do triturador e da despoldadeira, foram pesado 2 g e adicionados 2 mL de água destilada e homogeneizados em um homogeneizador "Turrax" por 2 minutos na velocidade "10". Para o resíduo obtido na etapa do decanter, que se caracterizou pelo estado líquido, não houve necessidade de diluição para determinação do teor de sólidos solúveis. Os resultados foram expressos em °Brix.

2.2.2 Acidez titulável (AT)

Para a AT, pesou-se 1 g de amostra em 50 mL de água destilada. A titulação foi feita com solução de NaOH 0,1N, usando três gotas de fenolftaleína para a verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro. A leitura foi realizada em duplicata. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido málico, de acordo com AOAC (1992).

2.2.3 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) foi obtido diretamente da amostra, utilizando potenciômetro digital com membrana de vidro, conforme metodologia da AOAC (1995).

2.2.4 Teor de ácido ascórbico

Foi obtido por titulometria, usando solução de DFI (ácido 2,6 dicloro-fenol-indodenol) até a coloração rósea claro por 15 segundos. Pesou-se de 1 a 5 g de amostra em tubos Falcon, adicionando-se 40 mL de ácido oxálico a 0,5% refrigerado. Agitou-se manualmente e centrifugou-se a 10.000 rpm, por 5 minutos, a 8°C, e, em seguida, transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL. Depois, completou-se o volume com ácido oxálico gelado. A leitura foi feita em duplicata. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹, de acordo com o método recomendado por AOAC (1992).

2.2.5 Açúcares solúveis totais (AST)

a) Obtenção do extrato

Para os resíduos obtidos nas etapas do triturador e da despoldadeira, pesou-se 1 g de amostra, enquanto para aquele gerado na etapa do decanter utilizou-se 2 g. As amostras foram homogeneizadas em shaker por 15 minutos na velocidade "5", diluídas primeiramente em álcool etílico em balão volumétrico de 50 mL. Após filtragem, nova diluição foi realizada, tomando-se 10 mL de alíquota, transferindo-se para balão volumétrico de 100 mL e completando-se com água destilada. Para o resíduo de frutos processados no estádio de maturação 1 na etapa do decanter, não houve segunda diluição, enquanto para o processamento de frutos colhidos no estádio 6, usou-se uma alíquota de 5 mL.

b) Quantificação

Tomou-se as alíquotas de 0,8 mL para o triturador e despoldadeira, 0,3 mL para o decanter no estádio 1, para os resíduos no estádio 2 foram tomadas as alíquota de 0,4 mL para o triturador e despoldadeira, 0,5 mL para o decanter completando com água destilada para o volume máximo de 1 mL. A este

volume, 2mL de antrona foram adicionados, em tubos de ensaio parcialmente imersos em banho de gelo. Os tubos foram agitados, com vórtex, e levados ao banho-maria, a 100°C, onde foram mantidos durante 8 minutos, seguidos de um rápido resfriamento. A leitura foi feita em espectrofotômetro, a 620 nm (Yemn e Willis, 1954) e os resultados expressos em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

2.2.6 Teor de açúcares redutores (AR)

Conforme a metodologia descrita por Miller (1959), os açúcares redutores foram doseados utilizando o reagente DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico). Foi pesado de 1 a 5 g de amostra, para diluição em balão volumétrico de 100 mL, com água destilada. Após filtragem, em papel Whatman qualitativo nº 1, tomou-se uma alíquota de 1,5 mL da amostra, transferindo para tubo de ensaio e a este volume adicionou-se 1 mL de DNS. As amostras foram homogeneizadas e levadas ao banho-maria, a 100° C por 5 minutos. Após o período de aquecimento, as amostras foram transferidas para banho com gelo e receberam 7,5 mL de água destilada a fim de completar um volume final de 10 mL. Em seguida, foram novamente homogeneizadas para a realização da leitura em espectrofotômetro, a 540 nm, sendo os resultados expressos em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

2.2.7 Amido

a) Obtenção do extrato

Para extração do amido, utilizou-se de 5 a 7 g de amostra, para ambos os estádios de maturação. Em seguida, diluiu-se em 40 mL de água destilada e centrifugou-se a 10.000 rpm, durante 10 minutos, procedendo a 4 lavagens sucessivas com descarte do sobrenadante de cada amostra. Ao resíduo, foram adicionados 75 mL de água destilada mais 5mL de ácido clorídrico a 37%. Após fervura durante 2 h, sob refluxo, foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. Filtrou-se o volume e transferiu-se para um balão

de 200 mL, completando com água destilada. A partir do filtrado diluído, os açúcares redutores foram determinados pelo método do DNS, conforme Miller (1959).

b) Quantificação

Para a leitura, tomou-se 1,5 mL do filtrado diluído e 1 mL de DNS a 1%, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100°C por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, as amostras receberam 7,5 mL de água destilada a fim de completar um volume final de 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro, a 540 nm. Os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a obtenção do amido em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ da massa fresca. A metodologia descrita seguiu recomendação da AOAC (1992), com algumas adaptações.

2.2.8 Teor de carotenóides totais

Para a quantificação, foram pesados 10 g de resíduos da acerola em Becker de 100 mL e adicionado 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de acetona. Essa mistura foi homogeneizada por um minuto. Porém, após a pesagem do resíduo obtido da etapa do triturador, este foi transferido a um almofariz e recebeu nitrogênio líquido para permitir a trituração. Em seguida, foram adicionados os reagentes. Essa mistura também foi homogeneizada por um minuto. Logo após, o extrato foi transferido para um funil de separação de 125 mL, completando o volume com 90 mL de água destilada. Após repouso de 30 minutos, procedeu-se a lavagem do material, descartando a fase aquosa inferior. Esse procedimento foi repetido 3 vezes. Na última lavagem, foi descartada a fase inferior completamente e coletada a fase solúvel em solventes orgânicos para Becker de 50 mL, contendo sulfato de sódio anidro para remoção da água residual. Em seguida, o conteúdo foi filtrado e transferido para balão volumétrico de 50 mL, adicionando-se 5 mL de acetona e aferindo com hexano. A leitura em espectrofotômetro foi feita a 450 nm

(Higby, 1962). Toda a análise foi realizada ao abrigo de luz. Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ da massa fresca.

2.2.9 Teor de antocianinas e flavonóides amarelos

Para estas análises, a metodologia para a obtenção dos extratos é a mesma, modificando pelo menos o comprimento de onda. Para a determinação de antocianinas e flavonóides amarelos, foram utilizadas 4 g de amostra, que receberam 30 mL da solução extratora etanol (95%)–HCL (1,5 N) na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo “Turrax” por 2 minutos na velocidade “10”. Logo após, o conteúdo foi transferido diretamente para balão volumétrico de 25 mL ao abrigo da luz, aferindo-se com a solução extratora, homogeneizando e armazenando em frasco âmbar, o qual ficou em repouso por uma noite em geladeira. No dia seguinte, o material foi filtrado em Becker de 50 mL protegido da luz. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 535 nm, para antocianinas, e 374 nm, para flavonoides amarelos (Francis, 1982). Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{Antocianinas totais} = \text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}/98,2$$

$$\text{Flavonóides amarelos} = \text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}/76,6$$

2.2.10 Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)

a) Obtenção do extrato

Em 1 g de amostra, adicionou-se 20 mL da solução de metanol 50%, homogeneizando-se e deixando em repouso por 1 hora. Após o repouso, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em balão volumétrico de 50 mL. O precipitado foi dissolvido em 20 mL da segunda solução extratora: acetona a 70%, ficando em repouso por mais 1 hora. A mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15

minutos. O segundo sobrenadante foi misturado ao balão volumétrico de 50 mL completando com água destilada (LARRAURI et al., 1997).

b) Quantificação

A determinação foi realizada usando alíquotas de 0,1 a 0,15 mL do extrato, completando com água destilada para 1 mL e acrescentado 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de NaCO₃ (20%) e 2 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo em seguida agitados com vórtex e deixados em repouso por 30 minutos. Após o tempo percorrido, a leitura foi realizada em espectrofotômetro utilizando a curva padrão de ácido gálico e os resultados expressos em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de amostra (LARRAURI et al., 1997).

2.2.11 Atividade antioxidante total (AAT)

Para este estudo, foram utilizados dois métodos para determinar a atividade antioxidante total: ABTS (2,2'-azinobis (3-tilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) e DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl hidrazil).

2.2.11.1 ABTS

O ensaio com o radical livre ABTS foi obtido pela reação do ABTS (5 mL) com 88 µL de persulfato de potássio misturados em frasco de âmbar. A mistura foi mantida em repouso, a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS^{•+}, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorbância entre 700 a 705 nm.

a) Obtenção do extrato

O extrato para determinação da AAT por meio do método ABTS foi o mesmo usado para a quantificação dos polifenóis extraíveis totais.

b) Determinação da atividade antioxidante

A partir do extrato obtido, foram realizadas três diluições diferentes: 5,0 mL, 4,0 mL e 2,5 mL, para os frutos maduros e 4,0 mL, 2,500 mL e 1,250 mL para os frutos em estágio de maturação 1, em balões de 10 mL; com exceção do resíduo gerado na etapa da despoldadeira pelo processamento de acerolas colhidas no estágio inicial de maturação. Para esta situação, utilizou-se o extrato puro e diluições com 8,0 mL e 6,0 mL. Em seguida, foram transferidos 30 μ L de cada diluição para tubo de ensaio, juntamente com 3 mL de radical ABTS⁺, em ambiente escuro. Em seguida, foram homogeneizados em agitador e deixados em repouso por exatamente 6 minutos. Após o decorrido tempo, realizou-se a leitura em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 734 nm. A curva foi gerada a partir dos valores das absorvâncias e das concentrações das amostras calculadas. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorvância equivalente a 1.000 μ M de Trolox, sendo os resultados expressos em μ MTrolox.g⁻¹ (RUFINO et al., 2007a).

2.2.11.2 DPPH

O radical DPPH foi adquirido da diluição de 2,4 mg em álcool metílico, completado para um balão volumétrico de 100 mL, aferindo com álcool metílico. A solução foi armazenada em frasco de vidro âmbar, para uso no mesmo dia do preparo. Para a solução controle, utilizou-se 40 mL de álcool metílico a 50% e 40 mL de acetona a 70%, misturando e transferindo para balão volumétrico de 100 mL, completando com água destilada. Em seguida, transferiu-se para frasco de vidro âmbar, mantido em temperatura ambiente.

a) Obtenção do extrato

Utilizou-se o mesmo extrato obtido para os polifenóis extraíveis totais

b) Determinação da atividade antioxidante

Para determinação da AAT por meio do radical DPPH, foram realizadas três diluições diferentes: 1,250 mL, 0,625 mL e 0,250 mL, para os resíduos de frutos processados nos dois estádios de maturação, em balões de 10 mL. Em seguida, foi transferido 100 μ L de cada diluição para tubo de ensaio, juntamente com 3,9 mL do radical DPPH em ambiente escuro, para posterior homogeneização em agitador, deixando-se em repouso por 30 minutos. Utilizou-se também um controle (0,1 mL da solução controle com 3,9 mL do radical DPPH), que foi homogeneizado e deixado em repouso por 30 minutos junto com as amostras. Após o decorrido tempo, realizou-se a leitura em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 515 nm. A curva foi gerada a partir dos valores das absorvâncias de três concentrações das amostras. Os resultados foram expressos em g de amostra.g⁻¹ de DPPH (g.g⁻¹), segundo RUFINO et al. (2007b).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (etapa de geração do resíduo x estádio de maturação), com quatro repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A avaliação dos resíduos agroindustriais da acerola mostrou, de forma geral, que estes possuem quantidades significativas de compostos bioativos e outros relacionados à qualidade nutricional como alimentos.

3.1 Teor de sólidos solúveis (SS)

Os resíduos dos frutos colhidos e processados no estágio de maturação 1 gerados na etapa do triturador, apresentaram o maior teor de SS (Tabela 7). O valor médio observado para esse tipo resíduo foi, inclusive, superior ao encontrado nos frutos frescos do presente trabalho, cujo teor médio de SS foi de 8,7 °Brix. Braga et al. (2011) apresentou dados inferiores, com valores médios de 2,35% de SS para resíduos obtidos do processamento de frutos em estágio inicial de maturação e 4,96% para os resíduos gerados quando são usados frutos maduros no processo.

Tabela 8. Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, teor de ácido ascórbico (vitamina C) de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento*

Etapas do processamento	Teor de SS (°Brix)		AT (% de ácido málico)		pH		Teor de ácido ascórbico (mg. 100 ⁻¹ mL)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Triturador	0,72 cB	8,67cA	0,25 bB	1,32 aA	3,13 bB	3,34 aA	1756,8aA	1429,8aB
Despolpadeira	5,27 bB	7,85bA	0,84 aA	0,92 bA	2,88 cA	3,03 bA	393,50 bB	687,07 bA
Decanter	6,62 aA	5,07aB	0,25 bB	0,93 bA	3,42 aA	3,04 bB	355,94 bB	730,68 bA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2 Acidez titulável (AT)

Neste estudo, a AT nos resíduos gerados nas etapas do triturador e da despoldadeira foi mais elevada quando os frutos processados apresentavam-

se maduros, podendo ser justificado pelo fato de esses resíduos serem compostos por casca e semente (Tabela 7).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de ácidos orgânicos em casca é diferente daquele encontrado na polpa, podendo em alguns casos aumentar durante a maturação, principalmente nas frutas cítricas.

Uchoa et al. (2008) avaliaram características físico-químicas, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais, encontrando, para AT de pós dos resíduos de caju, goiaba e maracujá, valores que variaram de 1,21 a 1,38%. Estes valores são superiores aos encontrados com o resíduo de acerola. Contudo, Braga et al. (2011), quando realizaram a caracterização físico-química e nutricional do resíduo industrial de acerola processada nos estádios de maturação 1 e madura, extraído do decanter no processo de clarificação e concentração do suco, observaram valores médios de 0,61% e 0,40%, respectivamente.

3.3. pH

Quanto ao pH, foi observado que o resíduo dos frutos processados no estágio de maturação 1 e proveniente do decanter apresentou a maior média: 3,42. Para os resíduos gerados no processamento de frutos maduros, o pH foi maior na etapa referente ao triturador: 3,34. Valores próximos foram encontrados por Braga et al (2011), que registrou pH de 3,12 e 3,27 nos resíduos oriundos do processamento de acerolas nos estádios de maturação 1 e 6 (maduro), respectivamente (Tabela 7).

3.4 Ácido ascórbico

Analisando-se os teores de ácido ascórbico apresentados na Tabela 7, foram observados valores médios de 1756,85 e 1429,86 mg.100 mL⁻¹ para os resíduos gerados pelo triturador, no processamento de frutos nos estádios de maturação 1 e 6, respectivamente. Ao comparar os valores de vitamina C apresentados neste estudo com os valores recomendados pelo Instituto de

Medicina (2000), verifica-se que esses resíduos podem ser considerados como fontes importantes para vitamina C. Braga et al. (2011), ao analisarem o resíduo do decanter do processo de obtenção do suco de acerola da empresa Niagro–Nichirei, encontraram valores superiores ao do atual experimento, sendo de 730,00 mg.100 mL⁻¹, para o resíduo de frutos processados no estágio de maturação 1 e 939,00 mg.100 mL⁻¹, quando o processamento utilizou frutos maduros.

Ao realizarem a caracterização nutricional e de compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais, Sousa et al. (2011) relataram teores de ácido ascórbico inferiores aos do presente estudo, tendo-se como média 89,55 mg.100 mL⁻¹.

Tabela 9. Teor de amido, teor de açúcares solúveis totais (AST), teor de açúcares redutores (AR) e teor de flavonoides de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento

Etapas do processamento	Teor de amido (g.100 g ⁻¹)		Teor de AST (g.100 g ⁻¹)		Teor de AR (g.100 g ⁻¹)		Teor de flavonoides amarelo (g.100 g ⁻¹)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Triturador	1,32 bA	1,12 bB	1,16 aB	6,57 aA	2,27 aB	2,55 aA	5,87 aA	6,73 bA
Despolpadeira	0,60 cB	1,58 aA	1,40 aB	5,86 bA	2,37 aB	2,57 aA	5,68 aB	8,82 aA
Decanter	1,80 aA	1,54 aB	0,19 bB	2,71 cA	0,11 bB	2,06 bA	4,99 aB	7,76 abA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.7 Teor de amido

Nos diferentes tipos de resíduos avaliados, foi verificado que os conteúdos de amido foram superiores aos dos frutos frescos avaliados nesse estudo (Tabelas 3 e 7). Isso pode ser decorrente do amido ser encontrado em grandes proporções em sementes, caules, folhas, entre outros locais (DENARDIN, 2008), bem como pelo fato dos resíduos serem oriundos do

processamento de variedades misturadas para obtenção do suco concentrado. Os teores médios variaram de 0,60 a 1,80 mg.100 mL⁻¹, para os resíduos obtidos ao processamento de acerolas no estágio de maturação inicial, e de 1,12 a 1,58 mg.100 mL⁻¹, para aquelas processadas maduras (Tabela 7).

3.5 Teor de açúcares totais (AST)

Ao analisar o teor de AST, observou-se que o resíduo de frutos maduros gerado na etapa do triturador apresentou a maior média, com 6,57 g 100 g⁻¹. No entanto, o resíduo do decanter se caracterizou pelo teor médio de 0,19 g 100 g⁻¹ para os resíduos verdes (Tabela 7). Comparando esses resultados com os de outros autores para resíduos de diferentes frutos, Uchoa et al. (2008) destacaram variações bastante amplas: os teores de AST em resíduo do processamento de caju foram de 3,65 g.100 g⁻¹), enquanto em goiaba e maracujá esses teores foram de 5,31 g.100 g⁻¹ e 8,30 g.100 g⁻¹, respectivamente.

3.6 Açúcares redutores (AR)

Os teores de AR observados nos resíduos obtidos nas etapas de trituração e despulpamento da acerola foram próximas, não diferindo entre si (Tabela 8). Para estas mesmas etapas, também não foram observadas diferenças entre os resíduos oriundos de frutos processados quando ainda estavam no estágio inicial de maturação ou quando já estavam completamente maduros. Contudo, o resíduo gerado na etapa do decanter apresentou baixo teor de AR; em média 0,11 g.100 g⁻¹, para os frutos processados no estágio de maturação 1, e 2,06 g.100 g⁻¹, no material obtido a partir de acerolas maduras. Estes resultados foram inferiores as médias observadas por Braga et al. (2011).

3.10 Flavonóides amarelos

Os teores de flavonóides amarelos nos resíduos gerados no processamento de acerolas maduras encontraram-se abaixo da média de 23 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, citada por Sousa et al. (2011), conforme dados apresentados na Tabela 8. Os resíduos originários do processamento de acerolas em estágio de maturação 1 (verde) não diferiram estatisticamente entre si nas três etapas do processamento estudadas. Entretanto esses resíduos, quando comparados com outros obtidos do processamento de outros frutos, como abacaxi e cupuaçu, possuem reduzido teor de flavonóides amarelos. Segundo Huber e Rodriguez-Amaya (2008), os dados de flavonoides amarelos são muito variáveis. Apesar dos teores em alimentos serem determinados geneticamente, alguns fatores, como estação do ano, clima, composição do solo, estágio de maturação, preparo, processamento e armazenamento dos alimentos, influenciam diretamente no acúmulo de flavonoides nos frutos.

Tabela 10. Teor de carotenóides ($\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$) e teor de polifenóise extraíveis totais (PET) de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento*

Etapas do processamento	Teor de carotenóides ($\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$)		Teor de PET ($\text{mg de ácido gálico } 100\text{ g}^{-1}$)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Triturador	0,75 aA	0,35 bB	2019,59 aA	1141,54 aB
Despolpadeira	Nd	Nd	799,74 bA	693,27 bA
Decanter	0,54 bB	0,68 aA	266,67 cB	871,90 cA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.8 Carotenóides totais

Os resíduos analisados apresentaram teores de carotenoides muito próximos, variando de 0,54 a 0,75 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, para o estágio de maturação 1, e de 0,35 a 0,68 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, nos resíduos obtidos do processamento de frutos maduros (Tabela 8). Estes valores foram um pouco inferiores aos encontrados por Sousa et al. (2011), que citou valor médio de 0,88 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ para o

resíduo de acerola. No resíduo gerado pelo despulpamento, os valores foram muito baixos ou não detectados (Tabela 8).

3.11 Teor de polifenóis extraíveis totais (PET)

Diante dos resultados expostos na Tabela 8, quanto ao teor de PET, observa-se que os dados variaram de 266,67 a 2019 mg.100 g⁻¹, nos resíduos gerados no processamento de frutos verdes, e de 693,27 a 1141,54 mg.100 g⁻¹, para aqueles gerados de frutos maduros. Comparando esses dados com os observados nos frutos frescos do presente estudo, verificou-se que os valores do resíduo do triturador, em ambos estádios de maturação, foram equivalentes aos dados apresentados, estando também dentro da faixa citada por Batista (2010). No entanto, segundo Ajila et al. (2007), a casca e as frações da semente de certas frutas exibem atividade antioxidante mais elevada do que as frações da polpa, justificando os altos teores de PET nos resíduos. Sousa et al. (2011) determinaram os teores de polifenóis em várias frutas, tendo observado para a acerola valores de 246, 62 mg.100 g⁻¹.

Kuskoski et al. (2005) compararam os teores de PET entre resíduos de goiabas, abacaxi e graviola, ao analisar diversos métodos químicos para determinação da atividade antioxidante em polpas de frutos. Os valores observados por esses autores foram inferiores aos apresentados nesse estudo, com médias de 83,1 mg.100 g⁻¹, 21,7 mg.100 g⁻¹ e 84,3 mg.100 g⁻¹, respectivamente para goiaba, abacaxi e graviola

Tabela 11. Teor de antocianinas em resíduos agroindustriais do processamento de acerola obtidos de três etapas do processo.

Étapas do processamento	Teor de antocianinas (mg.100 g ⁻¹)
Triturador	7,82 a
Despulpadeira	6,68 ab
Decanter	5,08 b

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.9 Antocianinas

O teor de antocianinas nos resíduos de acerola diminui conforme foi com o avançando no fluxograma de processamento as coletas de amostras (Tabela 9). Desta forma, os maiores teores foram observados no resíduo gerado na etapa do triturador, correspondendo a $7,82 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$. Resultado próximo a este foi mencionado por De Rosso e Mercadante (2007), que encontraram teor de $7,21 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ para as antocianinas. Lima et al. (2002) relataram que as antocianinas são pigmentos instáveis que podem ser degradados durante o processamento e armazenamento de alimentos. Pode-se, assim, justificar os baixos teores de antocianina dos resíduos e o decréscimo ao longo do processamento.

3.12 Atividade antioxidante – ABTS

O princípio do método do ABTS resulta em correspondência direta entre a atividade antioxidante e os valores obtidos na quantificação. De acordo com Mezadri et al. (2008), quanto maior for o nível de processamento dos frutos, mais baixa será a sua capacidade antioxidante. Os dados do presente estudo confirmam essa informação, observando-se que, conforme Tabela 10, a capacidade de sequestrar o radical – ABTS nos resíduos foi inferior à dos frutos em ambos os estádios de maturação. Melo et al. (2008) encontraram valores para a atividade antioxidante, usando o método ABTS, inferiores aos observados com os frutos frescos e resíduos do atual trabalho, com média, para a polpa da fruta medidos em 30 minutos, de $53,3 \mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ polpa.

Tabela 12. Atividade antioxidante total, determinada pelos métodos ABTS e DPPH, de resíduos agroindustriais de acerola, em dois estádios de maturação (1=coloração verde e 6=coloração vermelha intensa), gerados em três etapas do processamento

Etapas do processamento	ABTS (μM de Trolox.g ⁻¹ polpa)		DPPH (g fruto.g ⁻¹ de DPPH)	
	Estádio 1	Estádio 6	Estádio 1	Estádio 6
Triturador	178,83 bA	183,73 aA	135,18 bB	284,57c A
Despolpadeira	115,08 cA	63,18 cB	576,35 aB	969,60 aA
Decanter	323,51 aA	155,73 bB	148,47 bB	324,47 bA

*Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ainda, Mezdari et al. (2008) concluíram que a atividade antioxidante de acerola não é acreditada somente a um tipo de composto bioativo e sim à soma deles. Desta forma, destaca-se a importância da adoção de métodos de processamento que possam promover menor degradação de compostos importantes para a qualidade do produto e para a saúde do consumidor.

3.13 Atividade antioxidante – DPPH

Quando se utiliza o método do DPPH para determinação da atividade antioxidante, pressupõe-se que os menores valores decorrem do maior consumo dos radicais livres (Araújo et al., 2011). Desta forma, o resíduo da etapa triturador destacou-se pela capacidade de consumo de radicais livres. Apresentando uma média de 284,57 g fruto.g⁻¹ de DPPH no estádio de maturação 1 (Tabela 10).

Resultados semelhantes foram obtidos por Caetano et al. (2009), trabalhando com a capacidade de sequestro do radical DPPH (%) pelos extratos hidroacetônico, hidroetanólico e hidrometanólico de resíduo agroindustrial de acerola obtida com três ciclos de extração e duas temperaturas (25 e 50 °C). Os autores constataram que todos os extratos

exibiram ação antioxidante, com destaque para o extrato hidroetanólico mostrou-se mais eficiente em sequestrar o radical DPPH.

Em estudo realizado por Rockenbach (2008) com bagaço de uva verificou-se a atividade antioxidante pelo método DPPH em duas cultivares Pinot Noir e Regente, onde se obteve um valor de 480 e 479 μ Mol TEAC/g respectivamente.

4. CONCLUSÕES

- Resíduos gerados na etapa inicial de processamento da acerola, apresentaram, os maiores teores de SS, amido, AST, AR, compostos bioativos, como ácido ascórbico, PET e atividade antioxidante total nos métodos ABTS e DPPH no estágio de maturação 1.

- O processamento de acerola para obtenção de polpa e suco concentrada reduz consideravelmente os teores de antocianinas, carotenóides e flavonóides amarelos originalmente disponíveis nos frutos, sendo as perdas maiores à medida que se avançam as etapas do processamento.

5. CONSIDERAÇÕES

- A cultivar Junco produz frutos que se destacam pelos altos teores de ácido ascórbico e atividade antioxidante determinada tanto pelo ABTS quanto pelo DPPH, superiores no fruto verde, caracterizando-a com uma cultivar com diferenciais de qualidade para a comercialização .
- Os resíduos do processamento da acerola, apresentam elevado valor agregado, pela alta qualidade nutricional e funcional, podendo ser utilizados como matéria-prima para extração de nutrientes, bem como para a elaboração de novos produtos alimentícios.
- Merece destaque o resíduo triturador por apresentar altos teores de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, A. K. S. e NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, out./dez. 2009.

AJILA, C. M., BHAT, S. G., PRASADA RAO, U. J. S.; Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry, London** 102, p.1006–1011.2007.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemists** - Official Methods of Analysis of the AOAC. 10.ed. Washington, 1115 p. 1992.

ARAÚJO, A. L. de S.; LIMA, M. A. C. de.; SILVA, E. E.L. de S.; COELHO, E. R.; COSTA, A. C. S.; BORGES, R. M. E. Evolução da qualidade e da atividade antioxidante durante a maturação das uvas 'Isabel Precoce' e 'Cora' no Submédio do Vale do São Francisco: terceiro ciclo produtivo. In: VI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 2011, Petrolina. **Anais da VI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p.335 - 342. Embrapa Semiárido (Documentos, 210).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16. ed. Washington, 1995.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. Mossoró-RN, 2010. 157p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2010.

BRAGA, A. C. D.; LIMA, M. dos L.; AZEVEDO, L. C.; RAMOS, M. E. C. Caracterização do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.), extraído do decanter no processo de clarificação do suco. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.2, p.126-133, 2011.

BUENO, S. M.; LOPES, M. do R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; CRUZ, C. H. G. Avaliação de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

CAETANO, A. C. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; ARAÚJO, C. R. de. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal Food Technology**. v. 12, n. 2, p. 155-160, abr./jun. 2009.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R.L. Caracterização físico-química e avaliação energética de geléia elaborada em diferentes tipos de tachos com polpa e suco de acerola. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, vol. 26, n.2, p.103-118. 2011.

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

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência Tecnologia dos Alimentos**, vol.30 supl.1 Campinas May 2010.

DENARDIN, C.C. **Influência do teor de amilose e beneficiamento do arroz na resposta biologia de ratos**. 2008. Dissertação (Mestrado em ciência tecnologia em alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina-RS. 2008.

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.

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

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 26, n. 1, p. 101-102, Abril 2004.

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

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v.19, n.1 p.97-108, 2008.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes**. Whashington, National Academy, 2000.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência Agrotécnica, Lavras**, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, G.A.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 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. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations. **Bioresource Technology**, Essex, v. 87, p. 167-198, 2003.

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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.669-670, 2002.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G de Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos Nutricional**, Araraquara, v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008.

MEZADRI, T.; VILLANO, D.; FERNADEZ-PACHÓN, M. S.; GARCIA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* D.C) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, p. 282-290, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylit acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426 - 428, 1959.

NUNES, J. T. **Aproveitamento integral dos alimentos: qualidade nutricional e aceitabilidade das preparações**. Monografia (Universidade de Brasília). Brasília, 2009.

PELIZER, L. H.; PONTIRRI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.)**. Dissertação (Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. 113 p. Florianópolis. 2008.

RUFINO, M. do S.M. et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. (Comunicado técnico online - Embrapa)**. Fortaleza-CE, julho 2007a. Disponível em: http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_126.pdf. Acesso em: 27 dezembro 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 4p, 2007b. (Comunicado Técnico on-line: 128).

SANTOS, A.O.; NETO, A. Q. M. N.; MAIEROVICH, C. E.; ABI-ABIB, M. E.; MARTINS, J. M. de A.; CUNHA, S. da S.; GIANNI, S. **Banco de alimentos e colheita urbana: aproveitamento integral dos alimentos**. Rio de Janeiro: SESC/DN, 2003. 45 pág

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. SILVA, M. de J. M. da.; LIMA, A de. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência agrotecnologia**, vol.35 no.3 Lavras May/June 2011.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. da.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. de F. F. U.; MEIRA, T. R. **Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais**. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 15(2): 58-65, 2008.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.