



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL**

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE DE *SPONDIAS* SOB REFRIGERAÇÃO EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

JÚLIA MEDEIROS BEZERRA

Pombal, PB

2012

JÚLIA MEDEIROS BEZERRA

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE DE *SPONDIAS* SOB REFRIGERAÇÃO EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Adriana Ferreira dos Santos

Pombal, PB

2012

JÚLIA MEDEIROS BEZERRA

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
SPONDIAS SOB REFRIGERAÇÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

APROVADA EM: ____ / ____ /2012

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Adriana Ferreira dos Santos, Sc.
-CCTA/UATA/UFCG-
-Orientadora-

Prof^a. Fernanda Vanessa Gomes da Silva, Sc.
-UFPB/CTDR-
-Co-orientadora-

Prof^a. Máira Felinto Lopes, Sc.
-CCTA/UATA/UFCG-
-1º Examinador-

**Pombal – PB
2012**

**Aos meus pais: Flávio Bezerra Batista e Darcira Medeiros
Batista**

**Aos meus irmãos: Fábio Medeiros Bezerra e Dário Medeiros
Bezerra**

Ao meu sobrinho: Nathan Martins Medeiros

A minha avó: Francisca Madalena de Queiroz (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua graça, misericórdia e amor para comigo, o meu eterno orientador nos momentos de alegrias e dificuldades da minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos pela realização do curso e o apoio concedido.

A todos os professores do CCTA pelas informações e conhecimentos concedidos.

À Professora Adriana Ferreira dos Santos, pela confiança, amizade e orientação permanentes na realização deste trabalho, por ter me acompanhado e me apoiado; pela paciência, compreensão e por seus conselhos, sempre muito valiosos. Muito obrigada por tudo professora!

À Professora Fernanda Vanessa Gomes da Silva, pela co-orientação deste trabalho, pela amizade, confiança, paciência e por estar sempre disponível; por ser exemplo de profissional dedicada me ensinando dentre tantas coisas a perseguir a excelência.

As Professoras Fernanda Vanessa Gomes da Silva e Máira Felinto Lopes, por aceitarem a participação na banca examinadora e contribuírem nas correções e sugestões para a melhoria deste trabalho.

À minha família pelo apoio e incentivo durante toda minha graduação.

As minhas amigas Eliane Sousa e Maria Marlene pela amizade sincera e sempre presente durante todos esses anos.

As amigas Danise Medeiros e Lorena Lucena pela amizade e apoio na realização das análises.

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia de Produtos Hortícolas e Análise de Alimentos do CCTA.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Estádios de maturação de ciriguela e umbu. (Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários da UATA, CCTA, UFCG-Pombal, PB)..... | 20 |
| Figura 2. Perda de massa (%) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 26 |
| Figura 3. Sólidos Solúveis (%) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 28 |
| Figura 4. Acidez Titulável (g.100g ⁻¹ de ácido cítrico) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 30 |
| Figura 5. pH de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 31 |
| Figura 6. Relação SS/AT de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 33 |
| Figura 7. Ácido ascórbico (mg.100 ⁻¹ g) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 35 |
| Figura 8. Açúcares redutores (g.100 ⁻¹ g de glicose da polpa) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 37 |
| Figura 9. Açúcares totais (g.100 ⁻¹ g da polpa) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 38 |
| Figura 10. Clorofila da casca (mg.100g ⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 40 |
| Figura 11. Carotenoides da casca (µg.100g ⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 41 |
| Figura 12. Clorofila da polpa (mg.100g ⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 43 |
| Figura 13. Carotenoides da polpa (µg.100g ⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 44 |
| Figura 14. Flavonoides da polpa (mg/100g) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 46 |
| Figura 15. Antocianinas da polpa (mg/100g) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... | 47 |

Figura 16. Aparência geral (1-9) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C..... 53

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Estádios de maturação e temperaturas de armazenamento para os frutos do gênero <i>Spondias</i> : ciriguela e umbu..... | 21 |
| Tabela 2. Conteúdos médios de polifenóis extraíveis totais em ciriguela e umbu em três estádios de maturação na temperatura de armazenamento a 8°C..... | 49 |
| Tabela 3. Percentual médio de inibição da oxidação em ciriguela e umbu em três estádios de maturação na temperatura de armazenamento a 8°C e 12°C..... | 51 |

SUMÁRIO

| | |
|--|--------------------------------------|
| 1. INTRODUÇÃO | Erro! Indicador não definido. |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Geral..... | 3 |
| 2.2 Específicos | 3 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1 Aspectos Gerais: ciriguela e umbu..... | 4 |
| 3.2 Fisiologia da Maturação e Amadurecimento | 6 |
| 3.3 Armazenamento de Frutos | 9 |
| 3.4 Alimentos Funcionais | 10 |
| 3.5 Vitamina C..... | 12 |
| 3.6 Clorofila e Carotenoides..... | 13 |
| 3.7 Compostos fenólicos..... | 14 |
| 3.8 Flavonoides e Antocianinas..... | 16 |
| 3.9 Capacidade Antioxidante..... | 17 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 4.1 Instalação e condução do experimento..... | 19 |
| 4.2 Avaliações físico-químicas | 21 |
| 4.3 Delineamento experimental e análise estatística | 24 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 5.1 Perda de Massa | 25 |
| 5.2 Sólidos Solúveis (SS)..... | 27 |
| 5.3 pH e Acidez Titulável..... | 29 |
| 5.4 Relação sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT)..... | 32 |
| 5.5 Ácido Ascórbico..... | 34 |
| 5.6 Açúcares Redutores e Totais..... | 36 |
| 5.7 Clorofila e carotenoides da casca..... | 39 |
| 5.8 Clorofila e carotenoides da polpa..... | 42 |
| 5.9 Flavonoides amarelos e antocianinas..... | 45 |
| 5.10 Polifenóis Extraíveis Totais - PET..... | 48 |
| 5.11 Capacidade antioxidante total no sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico..... | 50 |
| 5.12 Aparência Geral (1-9)..... | 52 |

| | |
|--|----|
| 6. CONCLUSÕES | 54 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 55 |

RESUMO

JÚLIA MEDEIROS BEZERRA. **Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de *Spondias* sob refrigeração em diferentes estádios de maturação.** Pombal – PB, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, outubro de 2012. 68 p.il. Trabalho de Graduação. Curso de Engenharia de Alimentos. Orientadora: Prof.^a Dr. Adriana Ferreira dos Santos.

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade, quantificar os compostos bioativos e determinar a capacidade antioxidante de frutos do gênero *Spondias*: ciriguela (*Spondias purpurea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) da região do semiárido da Paraíba, durante o período pós-colheita, sob duas temperaturas de armazenamento, em três estádios de maturação. As avaliações de qualidade foram determinações de perda de massa, conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação SS/AT, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e avaliação subjetiva de aparência; para a quantificação dos compostos biologicamente ativos foram realizadas determinações de ácido ascórbico, clorofila e carotenóides totais, flavonóides amarelos e antocianinas; Polifenóis Extraíveis Totais – PET e avaliação da atividade antioxidante total no sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico. De acordo com os resultados, observou-se um declínio do teor de ácido ascórbico nos últimos períodos de armazenamento para os três estádios de maturação avaliados, para as duas temperaturas. Observou-se um decréscimo do teor de clorofila da casca nos últimos períodos de armazenamento para os frutos avaliados sob as duas temperaturas, detectando a degradação deste pigmento durante o período de armazenamento. Os frutos apresentaram um excelente percentual de atividade antioxidante. Os frutos do umbu apresentaram percentuais de inibição de oxidação com valores acima de 70%, já as ciriguelas apresentaram valores superiores a 80%, independente do estádio de maturação e da temperatura.

Palavras-chave: *Spondias*, pós-colheita, qualidade, compostos bioativos, inibição de oxidação.

ABSTRACT

JÚLIA MEDEIROS BEZERRA. **Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of *Spondias* refrigeration at different stages of maturity.** Pombal – PB, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, outubro de 2012. 68 p.il. Trabalho de Graduação. Curso de Engenharia de Alimentos. Orientadora: Prof.^a Dr. Adriana Ferreira dos Santos.

The objective of this study was to evaluate, quantify the bioactive compounds and the antioxidant capacity of fruits *Spondias* genus: red mombin fruit (*Spondias purpurea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) in the semiarid region of Paraíba, during the postharvest under two storage temperatures at three different stages of maturation. The quality assessments were determinations of mass loss, soluble solids, treatable acidity, pH, SS / TA ratio, soluble sugars, reducing sugars and subjective evaluation of physical appearance for the quantitation of biologically active compounds were determinations of ascorbic acid, chlorophyll and carotenoids, flavonoids and anthocyanins yellow; Total Polyphenols Extracted - PET and evaluation of total antioxidant activity in the system of co-oxidation of linoleic β -caroteno/acid. According to the results found to decline of ascorbic acid in the last storage periods for the three stages, in the two temperatures. There was a reduction in chlorophyll content of the pulp in the last periods of the shell of the fruit storage under the different temperatures measured, detecting the degradation of dye during storage. Fruits of the genus *Spondias* had a great percentage of antioxidant activity. The fruits of umbu had percentage of inhibition of oxidation with values above 70%, since the ciriguelas showed values above 80%, regardless of maturity stage and temperature.

Keywords: *Spondias*, postharvest, quality, bioactive compounds, oxidation inhibition.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira apresentou um grande avanço nos últimos anos, devido principalmente a disponibilização de novas tecnologias de produção, que favorece a ampliação da área de cultivo. Desta forma, a região Nordeste vem se destacando como um grande produtor de frutas tropicais nativas e cultivadas, em virtude desse cenário e pelas condições climáticas favoráveis (LEÔNIDAS FILHO, 2007). A procura pelos frutos deste gênero deve-se principalmente as boas características para a industrialização e para o consumo “in natura” (FERNANDES et al., 2005).

A ciriguela (*Spondias purpurea* L.) é um fruto de excelente qualidade organoléptica, resultante de boa aparência conferida pela cor vermelho escuro do fruto maduro, sabor agradável e aroma característico, que tem proporcionado um contínuo aumento do consumo do fruto “in natura” e industrializado na forma de polpa e suco. Contudo, embora apresente potencialidade econômica, a ciriguela é um fruto ainda pouco explorado no Brasil.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) é uma planta típica do sertão e do agreste, destaca-se por possuir diversos mecanismos contra a falta de água, como às raízes modificadas, os xilopódios. Segundo Maia et al., (1998) o fruto, uma vez colhido, e, em condições ambientais de preservação, dura no máximo dois ou três dias. Durante o período de máxima produção, existe uma grande perda do produto devido à falta de uma infraestrutura adequada.

A região Nordeste destaca-se como a principal produtora de frutas tropicais no Brasil, evidenciando que o Semiárido apresenta considerável produção de frutas nativas, como as do gênero *Spondias* (ciriguela e umbu), frutas que possuem crescente importância nos pólos de fruticultura do Nordeste Brasileiro e podem representar porção significativa em termos de mercado em nível nacional e internacional. No entanto, esses produtos são altamente perecíveis, dificultando sua conservação, armazenamento e transporte a longas distâncias. Dependendo do produto a aplicação de baixas temperaturas, dentro de uma faixa apropriada, resulta na redução da taxa metabólica, proporcionando um aumento na vida útil do fruto ou hortaliça colhido (PANTASTICO, 1975). A intensa atividade metabólica nos frutos tropicais a temperatura ambiente torna-os sujeitos à perda de peso, e

consequentemente à perda de aparência e valor comercial (BIALE, 1960; KADER, 1992).

Uma das principais preocupações dos fruticultores da região Nordeste do Brasil é a agregação de valor às fruteiras extrativistas, que atraem cada vez mais devido ao aumento no seu potencial de mercado, tendo em vista a busca pela diversificação da oferta (SCALON et al., 2004). Uma questão de grande importância que influi no êxito comercial é mostrar aos consumidores as características de qualidade dos frutos para o consumo (cor, textura, sabor, aroma, etc.), a forma de consumi-la (“in natura”, minimamente processada, etc.) e a qualidade nutricional de sua composição (SCHOEFS, 2002).

O Brasil é detentor de uma enorme biodiversidade de frutas tropicais e neste sentido um dos países com maior potencial para ocupar este enorme nicho de mercado atual, que é o de alimentos funcionais (Monte, 2006), considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de algumas doenças crônicas, uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados, contendo uma ou mais substâncias funcionais (MORAES e COLLA, 2006). Dentre estas frutas existem as chamadas “frutas potenciais”, podendo-se destacar as do gênero *Spondias* (LORENZI et al., 2006).

A busca de novos produtos com propriedades antioxidantes oriundas de fontes naturais torna-se cada vez mais crescente. O conhecimento de compostos bioativos com atividade antioxidante presentes em frutas e hortaliças, das quais muitas ainda não foram suficientemente estudadas, destaca-se tanto pela possibilidade de ter aproveitamento como alimentos funcionais quanto pelo fornecimento de compostos que se enquadram como nutracêuticos (ANDRADE-WARTHA, 2007).

Desta forma, é possível então aproveitar tudo que o alimento pode nos oferecer como fonte de nutrientes, justificando a minimização das perdas que ocorrem com as frutas, seja no seu aproveitamento “in natura” e/ou na forma processada visando suas potencialidades junto ao semiárido. As pesquisas envolvendo o estudo da conservação e de agentes antioxidantes em espécies vegetais devem continuar, pois as mesmas se mostram de suma importância tanto para a minimização de perdas pós-colheita, bem como para a indústria alimentícia.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a qualidade, a capacidade antioxidante e os compostos bioativos de frutos do gênero *Spondias*: ciriguela (*Spondias purpurea* L.) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) da região do semiárido da Paraíba, durante o período pós-colheita, sob duas temperaturas de armazenamento, em três estádios de maturação.

2.2 Específicos

- Determinar as modificações físico-químicas que ocorrem durante o processo de conservação de frutos do gênero *Spondias*: ciriguela e umbu;
- Determinar o estádio de maturação mais adequado para o armazenamento;
- Avaliar a temperatura de armazenamento que proporcione o prolongamento do período pós-colheita;
- Quantificar a presença de compostos bioativos de frutos do gênero *Spondias*: ciriguela e umbu, nos diferentes estádios de maturação;
- Avaliar a capacidade antioxidante de frutos do gênero *Spondias*: ciriguela e umbu, nos diferentes estádios de maturação;
- Avaliar o comportamento destes compostos e sua capacidade antioxidante durante o período de armazenamento;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos Gerais: Ciriguela e Umbu

Dentre os frutos que vem despertando interesse, especialmente para agroindústria, destacam-se os do gênero *Spondias*. A procura pelos frutos deste gênero deve-se principalmente as boas características para a industrialização e para o consumo “in natura” (FERNANDES et al., 2005). São frutos de fácil deterioração quando maduros, devido possuírem casca fina e frágil, sendo recomendado o consumo logo após a colheita (CAVALCANTI, 1998).

A ciriguela (*Spondias purpurea* L.), também chamada siriguela, ameixa-da-espanha, cajá vermelho, ciroela, jocote, ciruela mexicana etc, é uma das espécies mais cultivadas do gênero *Spondias*, e que produz frutos de melhor qualidade (MARTINS e MELO, 2006). Juntamente com outras espécies do gênero *Spondias*, a ciriguela desponta no Nordeste brasileiro como uma excelente opção econômica para inúmeros produtores, graças à qualidade dos frutos, os quais são consumidos “in natura”, ou utilizados no preparo de polpa concentrada, de bebidas fermentadas, vinho, sucos e sorvetes (FREIRE, 2001).

A ciriguela é um fruto de excelente qualidade sensorial, resultante de boa aparência, sabor agradável e aroma característico. Apresenta forma ovóide, coloração variando do amarelo ao vermelho intenso, com casca fina e lisa, polpa amarela de aroma e sabor agradáveis e possui uma semente branca grande em relação ao tamanho da fruta (LEON e SHAW, 1990; DI STASI, 2002). O tamanho, forma e cor das frutas podem ser diferentes de acordo com a variedade botânica e fase de amadurecimento (POPENOE, 1979; KERSUL, DÁRIO e SOUZA, 1998). A qualidade dos frutos depende das características morfológicas e físicas (cor, tamanho, firmeza) e da composição química (relação açúcar/ acidez, conteúdo de vitaminas e minerais) (KUSHMAN e BALLINGER, 1975; RAMÍREZ-HERNÁNDEZ et al., 2008). Contudo, embora apresente potencialidade econômica, a ciriguela é um fruto ainda pouco explorado no Brasil. Atualmente a comercialização de ciriguela na época de safra ocorre principalmente em feiras, quitandas e as margens das rodovias, destacando-se pelo valor social, como mais uma fonte de renda para pequenos produtores rurais. Frutos frágeis como a ciriguela, com vida útil estimada

em cerca de 3 dias (DIAS-PÉREZ, 1998), necessitam que métodos adequados de armazenamento sejam desenvolvidos para manter a qualidade e melhorar sua conservação.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) é uma frutífera adaptada a sobreviver e produzir sob condições de estresse hídrico. Apesar de sua distribuição ser dispersa, consagra-se como uma espécie de grande importância econômica, social e ecológica para o semiárido nordestino (SILVA et al., 1987). A comercialização dos frutos, colhidos de forma extrativista, representa uma fonte de renda importante para muitas famílias nordestinas, chegando a contribuir com até metade da renda média anual (GONDIM et al., 1991).

Essa *Anacardiaceae* floresce quase sempre um pouco antes das primeiras chuvas quando ainda sem folhas, ou no início das chuvas quando já enfolhado. Como as chuvas na caatinga não iniciam na mesma época, a floração e a produção de frutos variam de local para local. Entretanto, de maneira geral, sua época predominante de floração é durante os meses de setembro-dezembro e o amadurecimento predomina nos meses de janeiro-fevereiro (LORENZI, 2000). Em muitos locais, no período da colheita, o umbu tem se tornado a principal atividade econômica, chegando a produzir entre 28 e 32 mil frutos por planta, algo em torno de 350 quilos safra/ano (SANTOS e OLIVEIRA, 2001). Segundo Maia et al. (1998) o fruto, uma vez colhido, e, em condições ambientais de preservação, dura no máximo dois ou três dias.

Portanto, durante o período de máxima produção, existe uma grande perda do produto devido à falta de uma infraestrutura adequada. Nesse sentido, várias pesquisas têm sido realizadas para o desenvolvimento de métodos de processamento e conservação para que se evite a perda desse produto no pico das safras, bem como se agregue valor a essa produção. Como exemplos, podem ser citados: produção da polpa de umbu em pó e avaliação da estabilidade desse produto (GALDINO et al., 2003); estudo do aproveitamento industrial do umbu na forma de geléia e compota (FOLEGATTI et al., 2003); avaliação de alterações das características sensoriais da polpa do umbu submetida a diferentes métodos de congelamento (FERREIRA et al., 2000) e estudo da estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu no estágio de maturação verde (POLICARPO et al., 2007).

3.2. Fisiologia da Maturação e Amadurecimento

O estudo de processos relacionados com o desenvolvimento de frutos é de grande importância para o estabelecimento de índices de maturidade e adequação das estratégias de colheita, como também para se estabelecer técnicas adequadas de conservação pós-colheita, capazes de aumentar a vida útil, visando um melhor aproveitamento do potencial de comercialização do fruto (COOMBE, 1976). O conhecimento do estágio de maturação adequado é importante para o planejamento da colheita. O conteúdo de açúcares é um bom indicativo do estágio de maturação, sendo o clima um dos fatores que mais influem no acúmulo de açúcares. Portanto, é importante conhecer o comportamento das curvas de maturação para diferentes períodos de ciclo de desenvolvimento, permitindo a estimativa do teor de sólidos solúveis, e assim determinar o melhor estágio de maturação para a colheita (JUNIOR et al., 1997).

Os índices de colheita são determinados por meios visuais, físicos, químicos e fisiológicos. Os meios visuais incluem a cor e a forma; os métodos físicos através de medida de firmeza da polpa, do peso, diâmetro e volume; os métodos químicos por meio da determinação do amido pelo iodo, determinações de substâncias insolúveis em álcool (amido, celulose, pectina e proteínas), acidez, etc, e os métodos fisiológicos através da taxa respiratória e da produção de etileno (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Esses indicadores de maturidade são normalmente usados para determinar a época apropriada de colheita, e pode ser baseado na avaliação da cor, tamanho, firmeza, taxa de respiração, composição química, massa específica, produção de voláteis responsáveis pelo aroma ou desenvolvimento de ceras na casca.

O ponto de colheita é um determinante importante do potencial de conservação, uma vez que, invariavelmente, frutos colhidos demasiadamente verdes podem desenvolver qualidade inferior e amadurecimento irregular. Entretanto, colheita tardia pode aumentar a susceptibilidade à deterioração, amolecimento, e vida útil pós-colheita reduzida (RESZCZYNSKY, 1977; SHEWFELT, 1986; DAY, 1993). Um dos métodos usados para determinar a maturidade fisiológica em frutos é observar o número de dias da floração até o fruto estar fisiologicamente maduro (KAYS, 1997), ou avaliar sistematicamente

modificações físicas e/ou físico-químicas durante o desenvolvimento e maturação (COOMBE, 1976). A tecnologia pós-colheita tem o objetivo de manter os atributos de qualidade de frutos e hortaliças pelo maior tempo possível (KADER, 1992). Esta qualidade está relacionada com as condições genéticas, climáticas e culturais, refletindo em fatores como aparência, textura, sabor, aroma, valor nutritivo e sanidade. A vida útil pós-colheita de um fruto atinge o seu máximo potencial quando a qualidade inicial, por ocasião da colheita, é elevada permitindo que o mesmo seja conservado em seu estado ótimo de maturidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A maturação é a fase do desenvolvimento caracterizada por uma sequência de transformações bioquímicas, fisiológicas e estruturais, por meio das quais os frutos emergem do estágio incompleto para atingir o crescimento pleno e a máxima qualidade comestível. A maior parte desse processo ocorre com o fruto ainda ligado a planta (CHITARRA e CHITARRA, 2006). Durante a maturação ocorrem transformações físicas e químicas, que indicam o processo de síntese e degradação simultâneas ou sequenciais, conduzindo ao aprimoramento dos atributos de qualidade, perceptível da pigmentação, da textura e flavor (TUCKER, 1993). Estas transformações fazem com que ocorra o aumento do conteúdo de sólidos solúveis, principalmente devido à biossíntese de açúcares solúveis, atribuídos, principalmente, a hidrólise de carboidratos de reserva, como amido (SIGRIST, 1988).

O amadurecimento é considerado como o conjunto de processos bioquímicos que ocorrem desde os últimos estágios do desenvolvimento até as etapas iniciais da senescência e que resultam em características estéticas e/ou de qualidade ideais para consumo do fruto. Portanto, essa fase corresponde basicamente a mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor, cor e textura (CHITARRA e CHITARRA, 2006). Durante o amadurecimento, os frutos tornam-se mais palatáveis devido ao desenvolvimento de sabores específicos como, por exemplo; os açúcares solúveis cujos, mais comuns nos frutos são a frutose, glicose e sacarose, que juntamente com os ácidos orgânicos fornecem a maior contribuição para o sabor do fruto (SEYMOUR et al., 1993).

As alterações na acidez são importantes para o desenvolvimento do sabor de muitos frutos. A redução no teor de ácidos é devida à utilização desses compostos como substratos respiratórios e na síntese de novas substâncias durante

a maturação (ULRICH, 1970). O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, tende a diminuir com a maturação e amadurecimento dos frutos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Sendo o amadurecimento o período de maior atividade metabólica, pode-se dizer que os ácidos orgânicos constituem uma excelente reserva energética dos frutos, para posterior oxidação no ciclo de Krebs (BRADY, 1987).

O processo de amadurecimento depende da maturidade fisiológica em que os frutos se encontram no momento da colheita e é um fator que, geralmente, não pode ser determinado exclusivamente através das características externas (CHITARRA, 1994). As alterações na textura, a conversão de amido ou ácidos em açúcares, a desestruturação ou conversão dos cloroplastos em cromoplastos e consequente quebra da clorofila e aparecimento de carotenoides e antocianinas, polimerização de fenólicos e produção de álcoois, ésteres e outros voláteis, são responsáveis pelo *flavor* característico dos frutos maduros (SPEIRS e BRADY, 1991).

As deteriorações resultantes da fisiologia do fruto podem geralmente ser agrupadas como aquelas causadas pelas atividades normais de respiração, transpiração, transformações químicas, amadurecimento e fisiologia anormal das frutas e hortaliças (KAYS, 1997). Muitas mudanças na pigmentação ocorrem durante o desenvolvimento e maturação do fruto na planta (KADER, 1992). A maioria das mudanças de coloração nos frutos é associada com a diminuição da concentração de clorofila nos cloroplastos, ocasionada por transformações em sua membrana interna durante a maturação. A perda da clorofila é resultante do aumento parcial ou total da atividade das clorofilases, que degradam a molécula (LOONEY e PATTERSON, 1967).

3.3. Armazenamento de Frutos

Em virtude do período de colheita curto, da alta perecibilidade de frutos e hortaliças e, conseqüentemente, dificuldade para o processamento industrial ou consumo “in natura”, há necessidade de armazenamento para regular e aumentar o período da oferta do produto no mercado. As condições ideais de armazenamento variam largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, aroma, textura, cor e teor de umidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A redução da temperatura é considerada um dos procedimentos mais eficientes em reduzir a taxa metabólica e, portanto, o aumento da vida útil de produtos colhidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Isso se dá em decorrência da maioria dos processos que conduzem a perda de qualidade estarem relacionados com temperatura e umidade relativa do ambiente. Sendo assim, o controle da temperatura é o fator mais importante quando se pensa na redução da taxa de deterioração do produto armazenado. A perda de água desses produtos resulta na perda de massa, conseqüentemente redução da qualidade devido à perda da textura e ao enrugamento da casca. O armazenamento a baixas temperaturas é o método mais efetivo e prático utilizado no prolongamento da vida útil de produtos vegetais colhidos, sendo acompanhado ao estudo de temperaturas adequadas para evitar que perdas por dano pelo frio ou outras desordens fisiológicas ocorram (BOTREL, 1994; KAYS, 1997).

A faixa de temperatura de armazenamento é variável para frutos tropicais e subtropicais. Os limites de temperatura, de acordo com Wang (1990) encontram-se entre 10 e 12°C para frutos tropicais e de 4 a 7°C para os subtropicais. Esses limites são em função da cultivar, local de cultivo, estágio de maturação, etc., de forma geral, temperaturas abaixo desses limites causam danos pelo frio ou *chilling injury* (Marriot, 1980), resultando em perdas pós-colheita. A utilização de sistemas de armazenamento adequados para frutos resulta em redução das perdas, com conseqüente retorno financeiro para o produtor. Na comercialização de frutos “in natura”, técnicas adequadas de armazenamento podem reduzir as taxas metabólicas, através de condições que permitem redução no metabolismo normal,

sem alterações na fisiologia do fruto, aumentando o período de armazenamento. Existem várias técnicas de armazenamento, sendo que a escolha do sistema está em função da disponibilidade de recursos econômicos ou tecnológicos e do intervalo entre a colheita e a comercialização do produto (BOTREL, 1994).

A refrigeração é uma prática eficiente para a redução das perdas pós-colheita, isto quando aliada ao estudo de temperaturas adequadas para evitar que perdas por danos pelo frio ou desordens fisiológicas aconteçam. A refrigeração diminui as perdas de qualidade geral dos frutos, pois reduz os processos fisiológicos pós-colheita, como a respiração e a biossíntese de etileno, conseqüentemente retardando os processos de amadurecimento (MARTINEZ-JÁVEGA, 1999). O abaixamento da temperatura serve também como suplemento para outros métodos de conservação de frutos, tais como o controle ou a modificação da atmosfera, a irradiação e o uso de produtos químicos (BOTREL, 1994; KLUGE et al., 1997). As mudanças de temperatura também influenciam a dissolução de gases no interior da célula e, alterando a intensidade respiratória, determinam gradientes variados de CO₂ e O₂ na estrutura celular (WEICHMANN, 1986). A refrigeração, tida como a principal técnica utilizada para preservar a qualidade das frutas e hortaliças, pode ser ineficiente para retardar as mudanças indesejáveis que afetam a qualidade.

3.4. Alimentos Funcionais

Em todo o mundo se observa um aumento destacado no consumo de frutos tropicais. A diversidade de frutas no mercado é cada vez maior e, a cada dia, se introduz uma nova fruta tropical, cujas propriedades e características ainda não foram totalmente estudadas (KUSKOSKI et al., 2005). O Brasil é detentor de uma enorme biodiversidade de frutas tropicais e neste sentido um dos países com maior potencial para ocupar este enorme nicho de mercado atual, que é o de alimentos funcionais (Monte, 2006), considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de algumas doenças crônicas, uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados, contendo uma ou mais substâncias funcionais (MORAES e COLLA, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 1999) a alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, no desenvolvimento, na manutenção e em outras funções normais do organismo humano. A cada dia se publicam novas pesquisas, associando o consumo de frutas com os efeitos benéficos à saúde humana (KUSKOSKI et al., 2005). A evidência científica de que dietas ricas em frutas e hortaliças protegem contra câncer e doenças degenerativas são cada vez mais fortes e consistentes (MARCHAND, 2002).

As frutas e as hortaliças vêm sendo estimuladas desde a década de 80 para consumo na população mundial (Singh et al., 2003), por apresentarem substâncias que estão relacionadas aos efeitos metabólitos ou fisiológicos no organismo humano, além de estarem vinculadas à atividade antioxidante (ação redutora), como as substâncias fenólicas (WACH et al., 2007). Oferecem também, diversas possibilidades de proteção ao organismo contra o desenvolvimento do câncer, inflamações e outras doenças crônicas, entre os vários fatores considerados responsáveis por essa proteção, podem ser citados alguns pigmentos como os carotenoides e os flavonoides além das vitaminas antioxidantes, dos terpenóides e dos esteróides entre outros (GOMES, 2007).

O termo funcional está sendo aplicado a alimentos com intuito de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além das qualidades nutricionais básicas encontradas. Naturalmente, todos os alimentos são funcionais, uma vez que nos proporcionam sabor, aroma e valor nutritivo. Entretanto estudos confirmam o papel benéfico do consumo de frutas e hortaliças na prevenção de doenças relacionadas com o estresse oxidativo.

Inúmeros fatores afetam a qualidade da vida moderna, de forma que a população deve conscientizar-se da importância de alimentos contendo substâncias biologicamente ativas que auxiliam a promoção da saúde, trazendo com isso uma melhora no estado nutricional. Várias classes de substâncias, naturalmente presentes nos alimentos, apresentam 28 propriedades funcionais fisiológicas tais como: pigmentos, carotenoides, vitaminas, compostos fenólicos, minerais (MORAES e COLLA, 2006). Frutas tem sido altamente recomendadas pela enorme presença das substâncias fisiologicamente ativas, já mencionadas, quer pela ação antioxidante, com capacidade para capturar radicais livres e sequestrantes de

carcinógenos e de seus metabólitos, exercem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem às doenças e ao envelhecimento precoce (FREI, 1995; SLAGA, 1995).

3.5. Vitamina C

As vitaminas são compostos orgânicos que variam amplamente quanto à estrutura química e atividade biológica, podendo funcionar tanto como cofatores de enzimas em diferentes reações bioquímicas, quanto como antioxidantes/oxidantes, modulando o balanço oxidativo, e até mesmo como hormônios, regulando a expressão gênica (OLSON, 1996).

Os estudos sobre os antioxidantes têm ressaltado, principalmente, o uso de nutrientes isolados no tratamento e prevenção de doenças. Entretanto, nos alimentos são encontrados uma grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção das células e tecidos (HERCBERG et al., 1998). A vitamina C funciona no interior do corpo humano, encaixando-se em ambos os lados da reação de óxido-redução, que acrescenta ou retira átomos de hidrogênio de uma molécula. Quando se oxida forma o ácido desidroascórbico pela retirada, por agentes oxidantes, de dois átomos de hidrogênio. Reduz-se pelo acréscimo de dois átomos de hidrogênio, formando novamente o ácido ascórbico (PAULING, 1988).

A vitamina C é essencial para seres humanos, age como antioxidante varredor de radicais livres e nutre as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes, da mesma forma que o α -tocoferol e o β -caroteno (PADH, 1991). Por apresentar atividade antioxidante, a vitamina C é a primeira linha de defesa contra os radicais do oxigênio em meio aquoso. Essa vitamina reage diretamente com superóxidos, radicais hidroxilas e oxigênio singlete. Tem grande importância fisiológica na participação em diversos eventos no organismo, como formação de tecido conjuntivo, produção de hormônios e anticorpos, biossíntese de aminoácidos e prevenção de escorbuto. É considerado um antioxidante fisiológico versátil, pois pode exercer ação nos compartimentos intra e extracelulares (BENDICH e LANGSETH, 1995).

A vitamina C atua na fase aquosa como um excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídios (ODIN, 1997). É encontrada em concentrações razoáveis em todas as plantas superiores (BOBBIO e BOBBIO, 1995). É encontrada em morango, mamão papaia, laranja, suco de laranja, pimentão-doce, brócolis, couve, manga, ervilhas frescas e batata (GOMES, 2002). As frutas são as principais fontes de vitamina C, destacando-se entre as frutas: camu-camu, acerola, caju e goiaba (BUENO et al., 2002; SILVA e NAVES, 2001; YUYAMA et al., 2002).

3.6. Clorofila e Carotenoides

Nesse contexto também ganham importância os carotenoides. Antes estudados por sua ação pró-vitamínica, passam a destacar-se por sua potente ação antioxidante (SILVA e NAVES, 2001). Os carotenoides são pigmentos naturais, derivados dos terpenóides e estão associados em plantas com membranas fotossintéticas, fotoproteção e assimilação de energia luminosa (BURNS et al., 2003). Estão presentes naturalmente nas frutas e vegetais, sendo que sua estrutura química é composta por ligações duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por algumas de suas funções biológicas (STAHL e SIES, 1999). Centenas de carotenoides estão presentes na natureza, mas poucos são encontrados nos tecidos humanos, sendo os principais: β -caroteno, luteína, licopeno, α -caroteno e β -criptoxantina (THURNHAM, 1994; ROCH et al., 1996).

Os carotenoides, juntamente com as vitaminas, são as substâncias mais investigadas como agentes quimiopreventivos, funcionando como antioxidantes em sistemas biológicos (SHAMI e MOREIRA, 2004). Segundo Olson (1999), os carotenoides sequestram o oxigênio singlete, removem os radicais peróxidos, modulam o metabolismo carcinogênico, inibem a proliferação celular, estimulam a comunicação entre células, e elevam a resposta imune. A ação antioxidante do β -caroteno contra a peroxidação lipídica é acompanhada pela degradação e perda de coloração do pigmento, pelo fato de a intensidade de coloração dos carotenos está associada com o número de duplas ligações que apresentam em sua estrutura poliênica (CHITARRA e CHITARRA, 2005). As frutas mais ricas em carotenoides

biologicamente ativos são aquelas de cor amarelo-alaranjada, principalmente as frutas tropicais e subtropicais (FRANCO, 2006; SILVA e NAVES, 2001).

O conteúdo de carotenoides dos vegetais pode ser afetado por uma série de fatores como: o grau de maturação, o tipo de solo e as condições de cultivo, as condições climáticas, a variedade dos vegetais, a parte da planta consumida, o efeito dos agrotóxicos, a exposição à luz solar, as condições de processamento e armazenamento (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. As diferenças aparentes na cor do vegetal são devidas à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas (VON ELBE, 2000).

Devido a sua cor e as propriedades físico-químicas, são também usadas como corantes naturais e antioxidantes para restabelecer o teor natural destas moléculas em produtos alimentares ou para preparar produtos enriquecidos. Tais pigmentos podem ser quimicamente modificados antes de serem incorporados aos alimentos, como, por exemplo, substituindo o Mg^{2+} por Cu^{2+} na clorofila. Precursores e derivados das clorofilas também são usados na medicina para tratamentos fotodinâmicos (BRITTON, 1995; SCHOEFS, 2002). Carotenoides e clorofila a são conhecidos por atuar como antioxidantes em testes *in vitro* (NAGUIB, 2000; CAHYANA et al., 1993). No tocante a esse aspecto, Sinnecker et al. (2004) avaliando a atividade antioxidante de clorofilas em função do efeito da estrutura química de cinco derivados de clorofila, empregando o sistema β -caroteno/ácido linoléico, verificou que a clorofila a apresentou 50% de inibição da oxidação.

3.7. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos e polifenólicos constituem um amplo grupo de substâncias químicas, considerados metabólitos secundários das plantas, com diferentes estruturas químicas e atividades, englobando mais de 8000 compostos distintos. A distribuição dos compostos fenólicos nos tecidos e células vegetais varia

consideravelmente de acordo com o tipo de composto químico, situando-se no interior das células e na parede celular (MARTINEZ-VALVERDE et al., 2000).

Nos últimos anos, este grupo tem sido motivo de muitos estudos, pois foram identificados como compostos que trazem diversos benefícios à saúde, variando da prevenção da cárie até o câncer. Muito se têm dito a respeito da funcionalidade dos polifenóis que apresentam características anticarcinogênica, antiaterogênicas, antitrombóticas, antimicrobianas, vasodilatadora e analgésica. Os polifenóis exercem estes benefícios muito provavelmente pelo seu poder antioxidante (WOLLGAST e ANKLAN, 2000).

Os polifenóis podem ser classificados em dois grupos: extraíveis e não extraíveis. Os extraíveis são compostos de baixo ou médio peso molecular que podem ser extraídos empregando diferentes solventes aquosos e aquoso-orgânicos. Os não-extraíveis são compostos de elevado peso molecular ou polifenóis unidos a fibra dietética ou a proteínas que podem ser encontrados nos resíduos das extrações (BRAVO et al., 1994).

Dentre os compostos fenólicos destacam-se os ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, taninos e flavonoides. Estes compostos se dividem em dois grandes grupos: antocianinas e flavonoides não antociânicos (conhecidos também como antoxantinas), que por sua vez estão subdivididas em cinco grandes subclasses: flavanas, flavonas, flavonóis, flavanonas e isoflavonas. A grande variedade estrutural se deve ao fato deles estarem ligados com grupos hidroxilas, metoxilas e estarem ou não conjugados com diferentes açúcares, os quais podem ainda estar ou não acilados com diferentes ácidos (HEIM et al., 2002).

Os compostos fenólicos presentes nas plantas estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a microrganismos e pragas. Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência. Na maioria dos vegetais, os compostos fenólicos constituem os antioxidantes mais abundantes (EVERETTE et al., 2010). Antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais (SHAHIDI et al., 1992), agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo.

Alguns compostos fenólicos não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais, são aqueles presentes sob a forma de polímeros, na qual estão os taninos e as ligninas. O grupo dos taninos é composto de duas classes principais, baseados em seu tipo estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados (FENNEMA, 1993; MELO e GUERRA, 2002). Os taninos condensados são encontrados em maior quantidade e de maior importância em alimentos. A presença de pequenas quantidades de taninos em frutos confere-lhes características sensoriais desejáveis, ditas como “o corpo da fruta”. No entanto, quantidades maiores conferem aos frutos e outros alimentos características adstringentes. A sensação de adstringência é gerada devido à propriedade que os taninos apresentam de precipitar proteínas (BOBBIO e BOBBIO, 2003).

3.8. Flavonoides e Antocianinas

Os flavonoides representam o maior grupo de polifenóis encontrados em alimentos (SCALBERT e WILLIANSO, 2000), sendo os compostos de maior diversificação no reino vegetal, os quais são formados por uma estrutura básica $C_6-C_3-C_6$. Neste grupo encontram-se as antocianinas, flavonóis, flavonas, auronas, chalconas e isoflavonas dependendo do lugar, número e combinação da molécula (SOARES et al., 2002). São considerados os mais potentes antioxidantes entre os compostos fenólicos (SOBRATTEE et al., 2005) e exibem várias atividades biológicas, como antialérgico, antiviral, ação antiinflamatória, anticancerígena e atividade antioxidante (HASSIMOTTO et al., 2005).

A subclasse de flavonoides chamada de antocianinas é responsável pela coloração vermelha, azul e roxa de muitas frutas e vegetais, flores e outros tecidos de plantas ou produtos. A presença e a quantidade desses pigmentos estão relacionadas com o grau de maturação. O rápido acúmulo destes pigmentos nos estádios finais de maturação proporciona uma aparência atrativa, característica da fruta madura (SANTOS et al., 2002). Sem dúvida, as atividades antioxidantes das antocianinas podem responder por alguns dos efeitos benéficos derivados do consumo de frutas e hortaliças ricas em antocianinas contra doenças cardiovasculares e outras doenças (OLUKEMI e OLUKEMI, 2005). Segundo

Chitarra e Chitarra (2005) as antocianinas são consideradas como excelentes antioxidantes por doarem hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais. Wang et al. (1997) mostraram que o poder antioxidante varia significativamente segundo o tipo de antocianina.

3.9. Capacidade Antioxidante

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos (SIES, 1993). Os antioxidantes são responsáveis pela inibição e redução das lesões pelos radicais livres nas células. Antioxidantes são compostos que podem retardar ou inibir a oxidação de lipídeos ou outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação (ZHENG e WANG, 2001).

As moléculas orgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres (HALLIWELL, 1994). Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas. A presença dos radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (POMPELLA, 1997). O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres tem sido chamado de estresse oxidativo (SIES, 1993).

Os danos oxidativos podem ser uma das causas que desencadeiam doenças degenerativas tais como câncer, doenças cardíacas, doenças inflamatórias, doença do sistema imunológico, disfunções neurológicas e cataratas. O consumo frequente de frutas e hortaliças tem sido associado com a baixa incidência destas doenças degenerativas, e esse efeito protetor tem sido relacionado com a presença de vários compostos antioxidantes presentes nestes alimentos (YILDRIM et al., 2002).

Os resultados de estudos epidemiológicos indicam que a ingestão de quantidades fisiológicas de antioxidantes, tais como as vitaminas C e E e os carotenoides, pode retardar ou prevenir o aparecimento de câncer, assim, o consumo de uma dieta rica em frutas e hortaliças, contendo quantidades dessas

substâncias próximas às recomendadas nutricionalmente, contribui com a defesa antioxidante do organismo, inibindo danos oxidativos em macromoléculas (SILVA e NAVES, 2001). Além disso, os compostos antioxidantes presentes nas frutas e hortaliças podem produzir sinergismo ou inibição entre si. Por isso torna-se interessante, além de avaliar as moléculas isoladamente, estudar o potencial no contexto mais complexo, ou seja, extratos totais obtidos das frutas (ROMBALDI et al., 2006).

Quase todo o conhecimento disponível sobre capacidade antioxidante de frutas, entretanto, foi gerado pela pesquisa com frutas de clima temperado cultivadas em países do hemisfério norte, como ameixas e praticamente todas as chamadas *berry fruits* - mirtilo, framboesa, morango, amora, e outras (GIL et al., 2000). Portanto, se faz necessárias pesquisas com frutas do gênero *Spondias* com a finalidade de gerar conhecimento sobre sua composição, sua atividade antioxidante e conseqüentemente os benefícios à saúde do consumo deste fruto, com o intuito de ampliar o consumo, comercialização e agregar valor ao mesmo.

O crescente interesse pelos possíveis efeitos benéficos dos antioxidantes à saúde tem feito com que seja desenvolvida uma grande quantidade de métodos para determinar a atividade antioxidante dos extratos de alimentos. O sistema β -caroteno/ácido linoléico foi desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), empregando-se o ácido linoléico, Tween 40 e β -caroteno e avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoléico (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Trata-se de um ensaio espectrofotométrico baseado na oxidação (descoloração) do β -caroteno induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoléico. A determinação é efetuada a 470nm, na presença e na ausência de um antioxidante. É um método amplamente usado, pois não recorre a altas temperaturas, permitindo a determinação do poder antioxidante de compostos termo sensíveis e avaliando qualitativamente a eficácia antioxidante de extratos vegetais (SILVA et al., 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal – PB, localizada na Microrregião do Sertão Paraibano. Os frutos do gênero *Spondias*: ciriguela e umbu foram colhidos de forma manual, evitando assim danos mecânicos, de plantas selecionadas e marcadas da região do Sertão e Cariri Paraibano. As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos.

4.1. Instalação e condução do experimento (caracterização)

A definição para os estádios de maturação e as temperaturas empregadas no experimento, foi baseada em um pré-experimento. Foram considerados os seguintes estádios de maturação para os frutos avaliados: estágio I – frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II – frutos com início da pigmentação alaranjada (ciriguela) e amarela (umbu) (IP); estágio III – frutos com predominância do vermelho alaranjado (ciriguela) e amarelo (umbu) (PA) (Figura 1).

O armazenamento foi instalado aproximadamente 6 horas após a colheita, utilizando-se frutos selecionados de acordo com os estádios de maturação, através de seleção visual mediante a cor da casca. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas isotérmicas, e transportados para o Laboratório do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG-CCTA, onde foram selecionados quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência. Como tratamento antifúngico, os frutos foram imersos por 10 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio comercial a 1% e, em seguida, enxaguados com água destilada e secos ao ar (Silva, 1993). Na instalação do experimento um grupo de 20 frutos, compondo um peso total de aproximadamente 250g foi acondicionado em bandejas de poliestireno com dimensões 250 x 150 x 25 mm.

A instalação para cada fruto do gênero *Spondias* (ciriguela e umbu) foi baseado nos seus períodos de colheita. As bandejas para os frutos avaliados foram

distribuídas aleatoriamente nos locais de armazenamento, de acordo com os tratamentos (Tabela 1). As condições de armazenamento utilizadas foram câmaras incubadoras BOD a 8°C e 12°C. A caracterização inicial dos frutos foi realizada logo após a colheita, indicando o período 0 (zero), na escala de avaliações.

As avaliações de qualidade para as duas temperaturas foram realizadas a cada dois dias (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12) pós-colheita. Foram realizadas avaliações físicas e físico-químicas: perda de massa (%), conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação SS/AT, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e avaliação subjetiva de aparência. As avaliações para a identificação de compostos biologicamente ativos foram: determinações de ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianinas; polifenóis extraíveis totais – PET e avaliação da atividade antioxidante total no sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico. As avaliações dos pigmentos foram executadas a cada quatro dias (0, 4, 8 e 12 dias). A avaliação da capacidade antioxidante dos dois frutos do gênero *Spondias* (ciriguela e umbu) nos três estádios de maturação e nas duas temperaturas de armazenamento, foram avaliadas a cada 6 dias de armazenamento (0, 6 e 12 dias) .

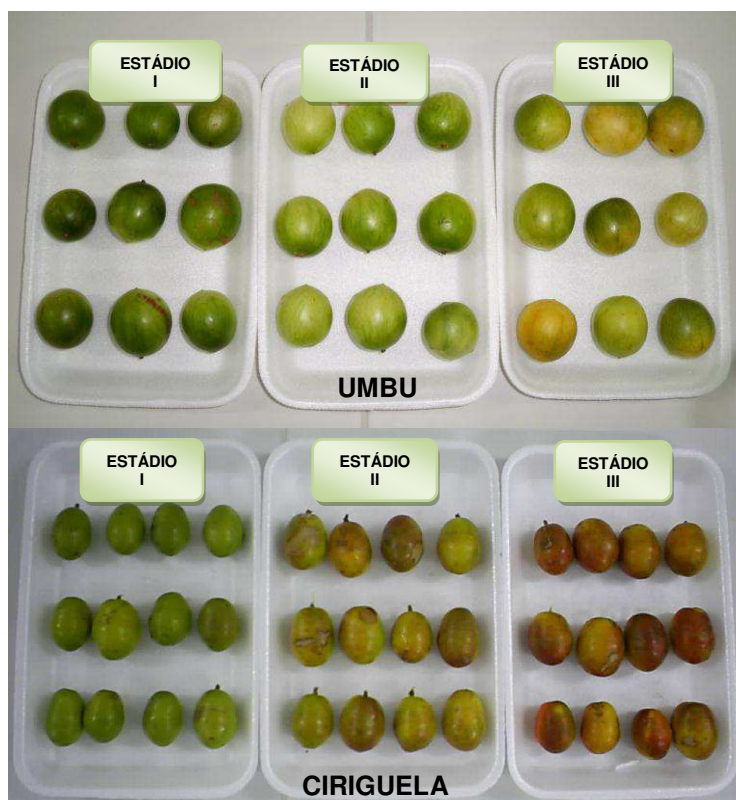


Figura 1. Estádios de maturação de ciriguela e umbu. (Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários do CCTA/UATA/UFCG, Pombal, PB).

Tabela 1. Estádios de maturação e temperaturas de armazenamento para os frutos do gênero *Spondias*: ciriguela e umbu.

| TEMPERATURA | ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO | | |
|------------------|-----------------------|----|-----|
| | I | II | III |
| 12°C (92 ± 1%UR) | X | X | X |
| 8°C (90 ± 1%UR) | X | X | X |

4.2. Avaliações físico-químicas

Perda de massa (%): calculada tomando-se como referência o peso inicial dos frutos para cada período de análise. Tomou-se como limite de aceitação para comercialização o percentual de 15%, de acordo com Finger e Vieira (1997) a perda estimada de comercialização para frutos é de no máximo 15%;

Sólidos Solúveis (% SS): determinados com refratômetro digital (KRÜSS-OPTRONIC, HAMBURGO, ALEMANHA), segundo AOAC (1992);

Acidez Titulável (g.100g⁻¹ de ácido cítrico): por titulometria com NaOH 0,1N, segundo BRASIL (2005) e expressa em percentagem de ácido cítrico;

Relação SS/AT: relação entre os SS e AT;

pH: determinado com potenciômetro digital (HANNA, SINGAPURA), conforme técnica da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1992);

Açúcares solúveis totais (g.100⁻¹g da polpa): determinados pelo método antrona, segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954);

Açúcares redutores (g.100⁻¹g de glicose da polpa): realizada segundo Miller (1959) utilizando o ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS);

Ácido Ascórbico (mg.100⁻¹g): determinado, segundo AOAC (1984), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 30 mL de ácido oxálico 0,5 %;

Clorofila Total da casca e da polpa (mg.100⁻¹g): foram utilizados 1g de matéria fresca triturada em almofariz com areia lavada na presença de 5 mL de acetona 80% e 5 mg de CaCO₃, deixando extrair por 24 hr no escuro a 4°C, de acordo com

modificações do método de Arnon (1985) e calculado de acordo com fórmula descrita por Strohecker e Henning (1967);

Carotenoides Totais da casca e da polpa ($\mu\text{g} \cdot 100^{-1}\text{g}$): determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 5 g de polpa, 15 mL de álcool isopropílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 mL envolto com alumínio, onde foram adicionados 2,5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100g;

Flavonoides Amarelos e Antocianinas (mg/100g): as determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da polpa em recipiente de aço inox, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95 % mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo “turrax” por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um Becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Já para os flavonoides amarelos realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6. Os resultados para ambas as análises foram expressos em mg/100g de polpa;

Polifenóis Extraíveis Totais – PET (mg/100g de ácido gálico): a determinação foi feita conforme descrito pelo método de LARRAURI et al.(1997). Tomou-se em um Becker 1,0 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraído por 1 h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um Becker adicionando 40 mL de acetona 70%,

deixando-se extrair por 1 h. Em seguida foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado juntamente ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio colocou-se uma alíquota do extrato de 0,1 mL, acrescida de 0,9 mL de água destilada, mais 1,0 mL de Folin Ciocalteau, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700 nm e o resultado foi expresso em $\text{mg}/100\text{g}^{-1}$ de ácido gálico;

Capacidade Antioxidante Total no Sistema de Co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico: a capacidade antioxidante foi determinada pelo método descrito originalmente por Marco (1968) e posteriormente modificado por Miller (1971). Para o preparo da solução sistema, adicionaram-se 40 μL de ácido linoléico, 14 gotas de Tween 40, 50 μL de solução de β -caroteno (20mg/mL de clorofórmio) e 1 mL de clorofórmio em erlenmeyer. Posteriormente, a mistura foi submetida à completa evaporação do clorofórmio. A esta mistura isenta de clorofórmio, adicionou-se água previamente saturada com oxigênio durante 30 min e agitou-se vigorosamente. A solução sistema, assim preparada, apresentou-se límpida com absorvância entre 0,6 e 0,7 em 470 nm. As leituras das absorvâncias foram realizadas imediatamente e com intervalos de 15 min, durante 120 min, em espectrofotômetro, mantendo sempre os tubos em banho-maria a 50°C. As análises foram realizadas em triplicatas. A capacidade antioxidante em percentual de inibição da oxidação, como expresso a seguir:

– % Inibição da oxidação (% I.O.): o percentual de proteção do extrato fenólico da ciriguela e do umbu no sistema de co-oxidação foi calculada em relação ao decaimento da absorvância do controle usando as seguintes equações:

Fórmulas: $A_c = \text{Abs inicial} - \text{Abs final}$

$A_{am} = \text{Abs inicial} - \text{Abs final}$

Onde: c = controle

Am = amostra

$\%I.O. = (A_c - A_{am})/A_c \times 100$

Avaliação Subjetiva de Aparência: avaliada conforme a escala:

Escala de 1 a 9 (1 - Inaceitável; 3 - Ruim; 5 - Regular; 7- Bom; 9 - Excelente). As avaliações subjetivas foram realizadas em três repetições/tratamento por

avaliadores não treinados para cada unidade experimental, determinando-se ao final o valor médio para cada repetição. Sendo considerado o escore 5, como sendo o limite de aceitação pelo consumidor.

1 = Perda completa da turgidez, do brilho e da cor do fruto, superfície murcha, desenvolvimento de fungos, exsudação da polpa, senescência avançada, imprestável para o consumo;

3 = Murchamento acentuado, superfície murcha em quase 50% da amostra, sem brilho aparente e perda total do aroma, presenças de manchas externas e/ou podridão;

5 = Pouco frescor, ligeira perda da turgidez, perda de brilho, aparência ligeiramente atrativa, ausência de doenças, manchas externas ou danos e/ou podridão;

7 = Produto fresco, túrgido, superfície apresentando brilho pouco intenso, ausência de manchas externas ou doenças e danos e/ou podridão;

9 = Produto fresco, túrgido, superfície brilhante, atrativo, isento de patógenos e danos e/ou podridão.

4.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

Os experimentos foram instalados em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 3 (estádios) x 7 (períodos), com 3 repetições de 20 frutos/parcela para as avaliações de qualidade dos frutos e em esquema fatorial 3 x 4 para os análises de pigmentos e 3 x 3 para as avaliações de polifenóis extraíveis e atividade antioxidante total, independente das temperaturas avaliadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e a partir desses resultados preliminares, considerando os efeitos das interações entre os fatores e verificando-se efeito significativo das interações, os mesmos foram submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo com Gomes (1987). Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação, não sendo considerado $R^2 < 0,60$. Os resultados foram tratados pelo programa SAS versão 8.0 (2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Perda de Massa

Verificou-se efeito significativo da interação entre os estádios de maturação e os períodos de armazenamento para os frutos da ciriguela ($P \leq 0,01$) e para os frutos do umbu ($P \leq 0,01$) sob 12°C e ($P \leq 0,01$) sob 8°C . Observa-se que os estádios de maturação apresentam aumentos lineares e quadráticos com coeficientes de determinação superiores a 90% indicando serem estes ajustes satisfatórios para descrever a relação da perda de massa em função dos períodos de armazenamento, para as duas temperaturas avaliadas (Figura 2).

Com base na perda de massa das ciriguelas nos três estádios de maturação, para as duas temperaturas avaliadas, os frutos apresentaram-se comercialmente viáveis por cerca de 6 dias (Figura 2). Observa-se que no estágio I os frutos da ciriguela apresentaram menor perda de massa em relação aos demais estádios, indicando que este estágio foi eficiente em reduzir as taxas metabólicas de modo a manter a perda de massa abaixo do limite crítico durante os 6 dias de armazenamento. A perda de massa em frutos íntegros é, em parte, decorrente da perda de turgescência, que resulta na perda de massa fresca dos tecidos (WATADA e QI, 1999).

Para os frutos do umbu, nas duas temperatura avaliadas, a perda de massa oscilou pouco entre os estádios de maturação, observando que na temperatura de 8°C a perda de massa foi menor, apresentando-se comercialmente viáveis em um período de aproximadamente 10 dias, para os estádios I e II, enquanto que, para a temperatura de 12°C os frutos apresentaram-se comercialmente viáveis por um período de 6 dias (estádio II), 8 dias (estádio I) e 9 dias (estádio III). A perda de água pode ser uma das principais causas de deterioração, que resulta em perdas quantitativas, perdas na aparência (murchamento e escurecimento), na textura (amolecimento) e na qualidade nutricional. A perda de massa pode ser dependente da variedade, dos tratamentos aplicados e das condições de armazenamento, tais como temperatura, umidade relativa e velocidade do ar (GARRET, 2002).

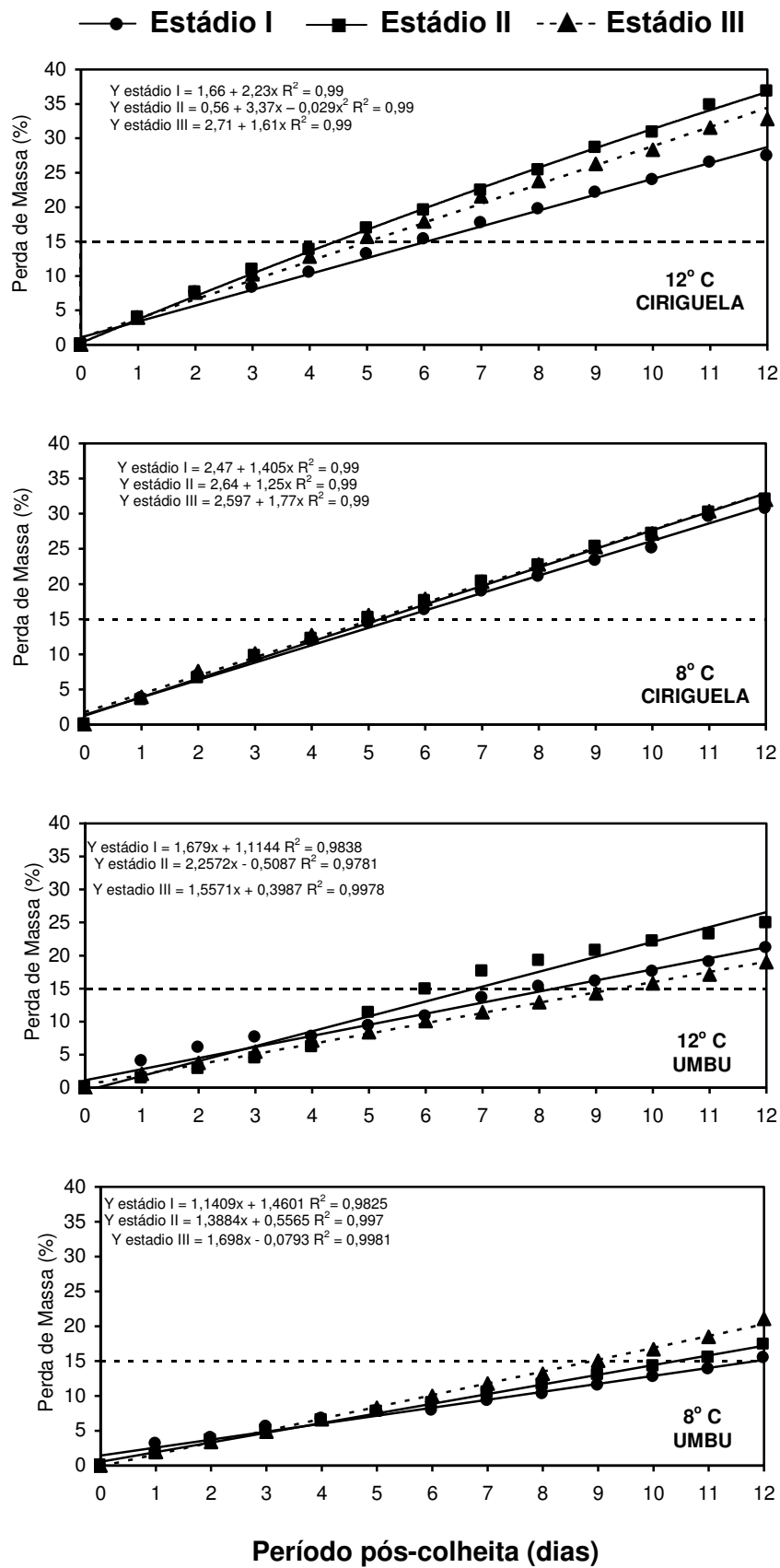


Figura 2. Perda de massa (%) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.2. Sólidos solúveis (SS)

Os frutos da cirigueleira nas duas temperaturas avaliadas apresentaram efeito significativo para a interação entre os estádios de maturação e os períodos de armazenamento com relação aos SS ($P \leq 0,05$).

Observa-se pouca variação nos SS das ciriguelas entre as temperaturas avaliadas (Figura 3), com um aumento no teor de SS com o avanço dos períodos de avaliação, assim como também em função dos estádios de maturação, onde para a temperatura de 12°C os teores variaram de 11,81 (estádio I); 13,08 (estádio II) e 15,02 (estádio III) e para a temperatura de 8°C os teores de SS variaram de 11,04 (estádio I), 12,40 (estádio II) e 13,92 (estádio III). Este maior teor de SS pode ser decorrente da excessiva transpiração e perda de água do fruto, podendo resultar em uma maior concentração dos teores de sólidos solúveis, sendo esses valores elevados temporariamente.

O teor de sólidos solúveis fornece um indicativo da quantidade de açúcares solúveis presente nos frutos, embora outras substâncias, em menores proporções também estejam dissolvidas. Durante a maturação o teor de sólidos solúveis tende a aumentar devido à biossíntese de açúcares solúveis ou a degradação de polissacarídeos, a exemplo do amido (CHITARRA e CHITARRA, 2005). É utilizado como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, pois seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. No entanto, a sua determinação não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos), apesar de os açúcares serem os mais representativos e poderem constituir até 85-90% destes (CHITARRA e ALVES, 2001).

De acordo com os resultados observados para os frutos do umbu nas duas temperaturas avaliadas, verificou-se pouca alteração nos teores de SS entre os tratamentos, principalmente para a temperatura de 8°C, apresentando valores de 11,62 (estádio I); 11,05 (estádio II) e 11,93 (estádio III).

Pode-se observar também que os frutos da cirigueleira durante os períodos de armazenamento apresentaram tendência a aumento nos teores de SS, enquanto que os frutos do umbuzeiro apresentaram pouca variação, provavelmente pode ser justificado por ser a ciriguela um fruto climatérico.

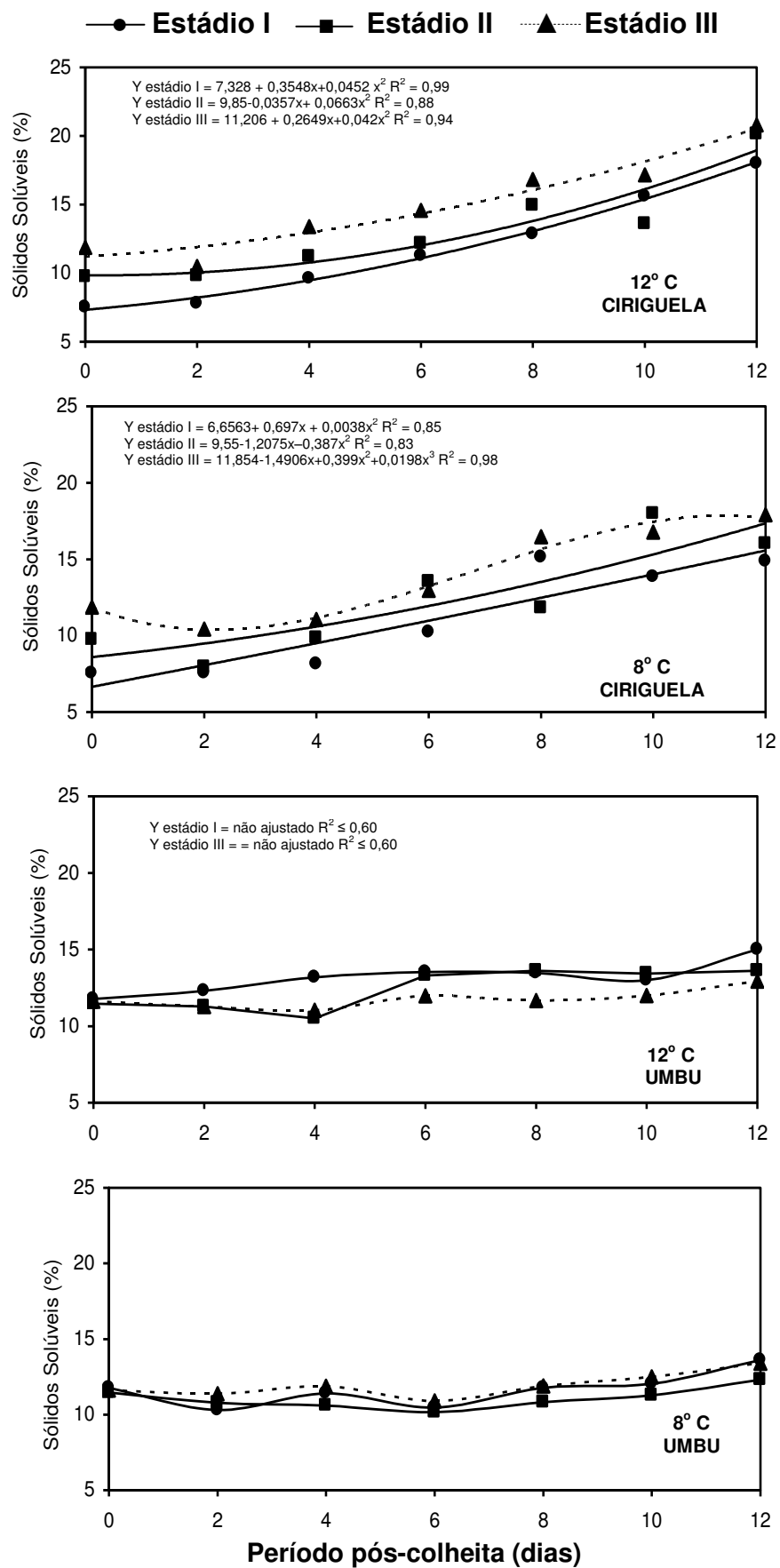


Figura 3. Sólidos Solúveis (%) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.3. pH e Acidez Titulável

Foi observada interação significativa entre os estádios de maturação utilizados em função dos períodos de armazenamento para a variável AT ($P \leq 0,05$), nas duas temperaturas avaliadas.

Os teores de acidez titulável para as ciriguelas armazenadas a 12°C e 8°C nos três estádios de maturação apresentaram uma tendência de aumento da acidez com o período de armazenamento (Figura 4). Para os frutos do umbu, não se observou efeito significativo dos tratamentos avaliados nas temperaturas de 12°C e 8°C, assim sendo, a conservação sob refrigeração não apresentou oscilação para o teor de AT.

Na maioria dos frutos a acidez representa um dos principais componentes do 'flavor', pois sua aceitação depende do balanço entre ácidos e açúcares, sendo este um componente essencial da aceitação de um fruto íntegro (WATADA et al., 1996). Com o amadurecimento, as frutas perdem a acidez, entretanto em alguns casos há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A acidez total das frutas costuma diminuir com o amadurecimento, em virtude do uso de ácidos orgânicos na respiração ou de sua conversão em açúcares, embora os ácidos específicos possam, de fato, aumentar (FENNEMA, 2010).

Foi observado efeito significativo para o pH na interação estágio de maturação versus períodos de armazenamento ($P \leq 0,05$) para as ciriguelas avaliadas na temperatura de 12°C. Os valores de pH para os tratamentos avaliados em função do período de armazenamento variaram pouco, detectando-se menores valores de pH para os frutos no estágio I (Figura 5). Os valores de pH encontrados neste estudo estão próximos aos encontrados por Silva (2011), ao estudar a caracterização de frutos de genótipos de cirigueleiras com valor de pH de 3,30.

Os valores de pH do umbu foram menores que os da ciriguela, oscilando entre 2,48 (estádio III) até 2,99 (estádio I) na temperatura de 12°C e entre 2,43 (estádio I) até 2,97 (estádio II) na temperatura de 8°C (Figura 5). Os valores de pH encontrados são similares aos citados por Bueno et al. (2002), que avaliando a qualidade de polpas de umbu congeladas, encontraram pH de 2,6.

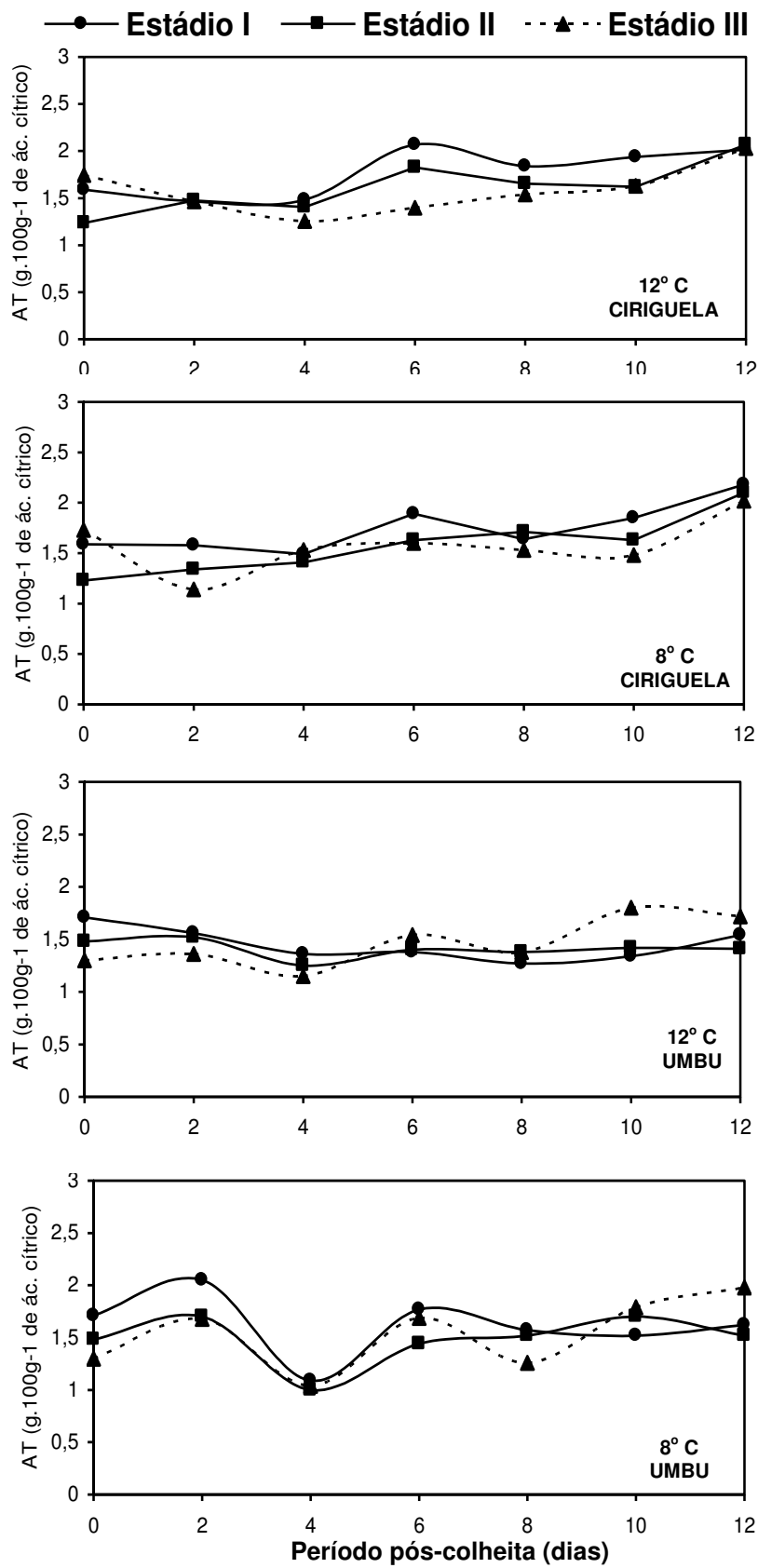


Figura 4. Acidez Titulável (g.100g⁻¹ de ácido cítrico) de ciriguela armazenadas sob 12°C e 8°C.

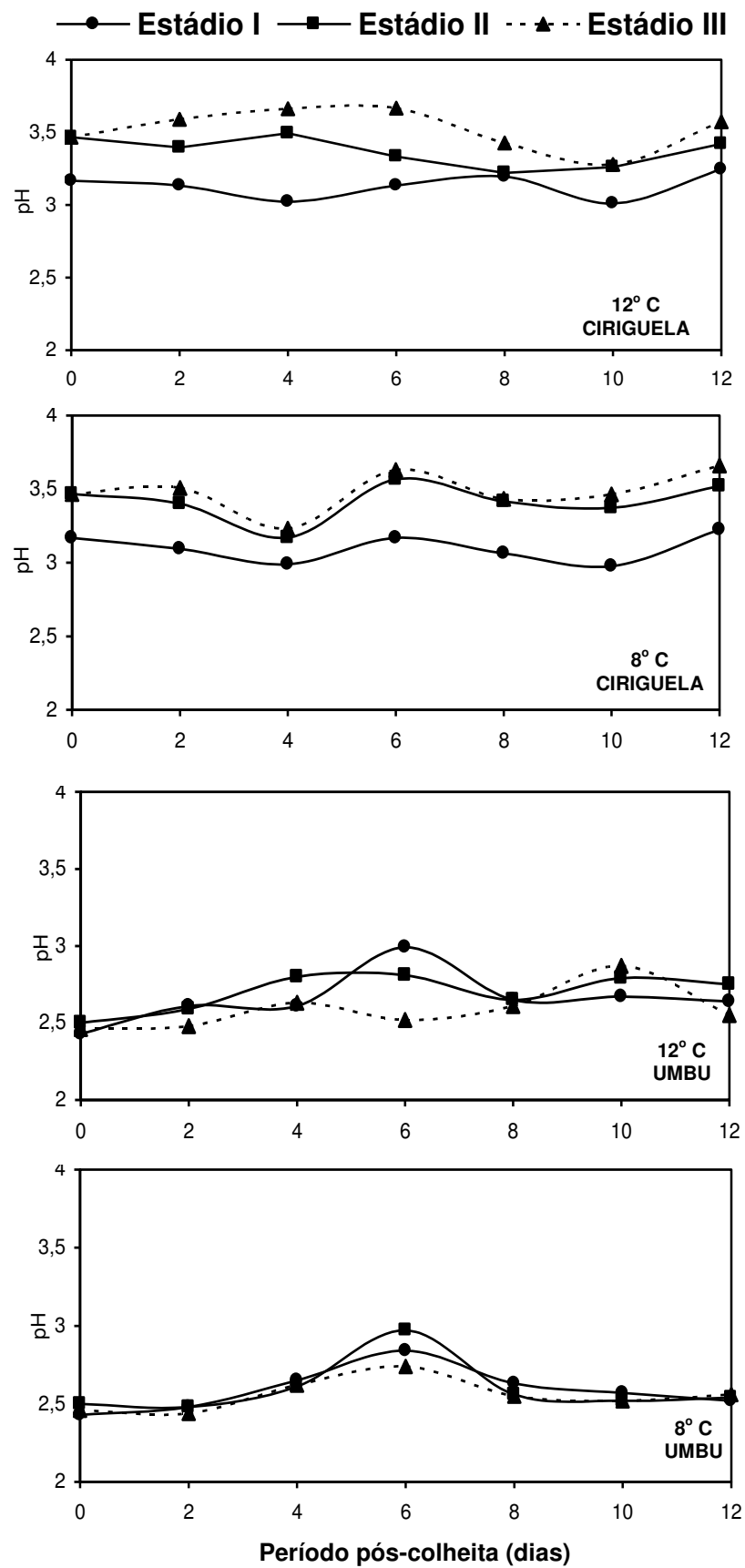


Figura 5. pH de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.4. Relação sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT)

Verificou-se efeito significativo das interações entre os estádios de maturação versus períodos de armazenamento para as duas temperaturas avaliadas ($P \leq 0,05$). Os valores médios da relação SS/AT na ciriguela variaram entre 6,60 (estádio I); 8,07 (estádio II) e 9,67 (estádio III) para a temperatura de 12° C e 11,04 (estádio I), 12,4 (estádio II) e 13,92 (estádio III) para a temperatura de 8°C (Figura 6).

A relação de SS/AT aumentou significativamente durante os períodos de armazenamento, observando um decréscimo mais acentuado dos frutos no estágio I no último período de armazenamento para temperatura de 8°C. Resultados foram obtidos por Filgueiras et al.(2001), onde ciriguelas apresentaram valores de 7,63 a 34,32. Martins et al. (2001), observaram que o fruto da ciriguela armazenado sob atmosfera modificada e refrigerada, apresentou valores de 23,84 na relação SS/AT.

A relação SS/AT para os frutos do umbu na temperatura de 12° C apresentou aumento durante o armazenamento, com tendência a declínio no final do armazenamento, para os três estádios de maturação. Enquanto que para a temperatura 8°C, observou-se oscilações entre os estádios de maturação durante o período de armazenamento.

A relação SS/AT é um dos indicadores mais utilizados para o sabor do fruto, portanto, de maturidade, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

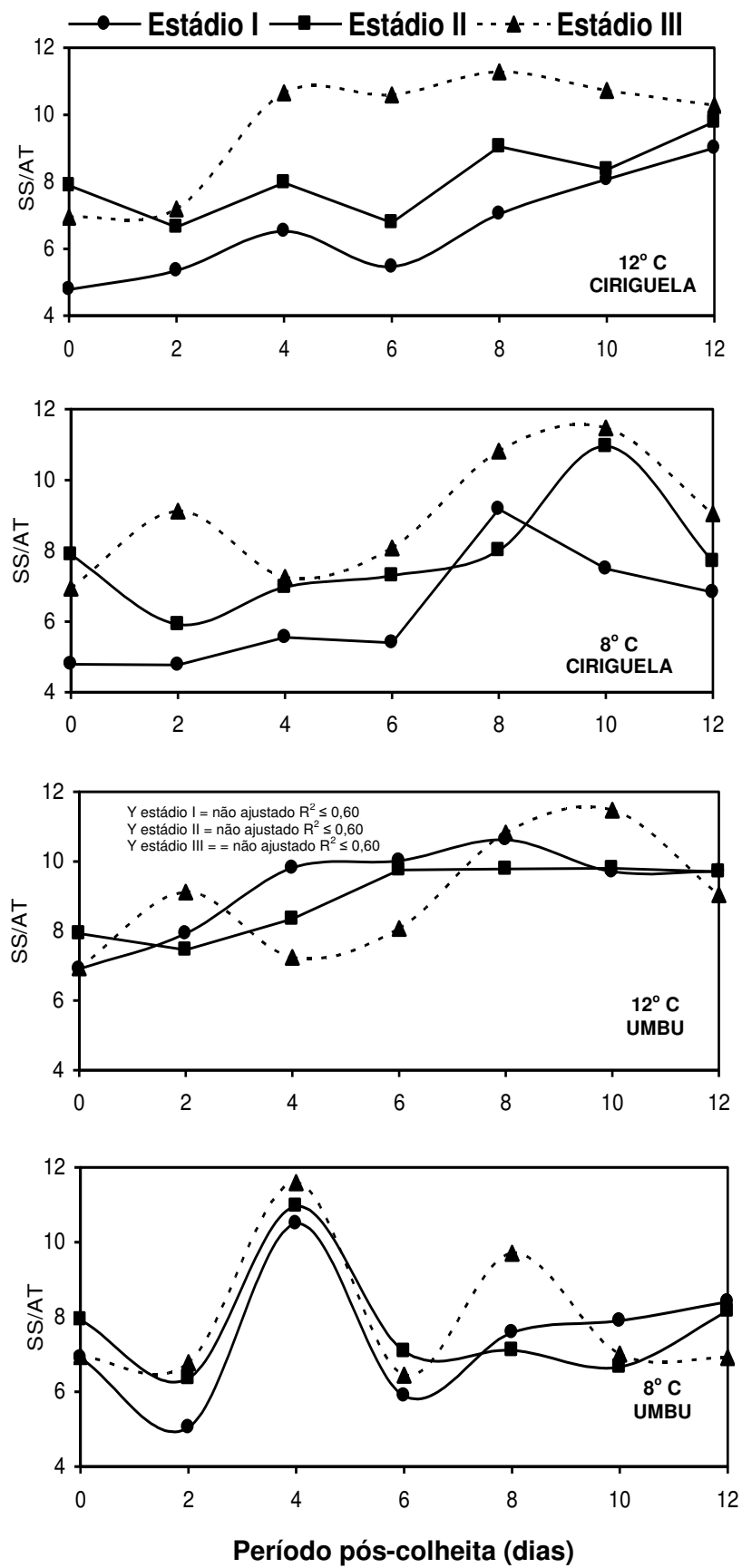


Figura 6. SS/AT de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.5. Ácido Ascórbico

Para os frutos da ciriguela, nas duas temperaturas avaliadas, a interação entre os estádios de maturação versus períodos de armazenamento não foi observado efeito significativo, sendo que para os frutos do umbu os tratamentos avaliados na temperatura de 12°C apresentaram efeito significativo ($P \geq 0,05$).

O teor de ácido ascórbico para os frutos da ciriguela apresentou-se constante durante os seis primeiros dias de armazenamento, independente dos estádios de maturação e das temperaturas avaliadas. É possível observar um declínio do teor de ácido ascórbico para os frutos da ciriguela, nos últimos períodos de armazenamento, para os três estádios de maturação e nas duas temperaturas avaliadas (Figura 7), com valores médios de ácido ascórbico de 36,79 (estádio I), 41,10 (estádio II) e 41,64 $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ (estádio III) para a temperatura de 12°C e de 46,70 (estádio I); 41,24 (estádio II) e 39,75 $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ (estádio III), para a temperatura de 8°C. Estes decréscimos podem ser devido à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase, que apresenta maior atividade nos frutos maduros que nos verdes, explicando a perda no final do amadurecimento (BUTT, 1980; MAPSON, 1970).

De acordo com os resultados obtidos para o umbu (Figura 7), observa-se que no início do amadurecimento os frutos apresentaram valores médios de ácido ascórbico acima dos valores encontrados para ciriguela, verificando um declínio mais acentuado a partir do quarto dia de armazenamento. Para a temperatura de 12°C, independente dos estádios de maturação, os teores de ácido ascórbico apresentaram declínio lento até o final do armazenamento, enquanto que na temperatura de 8°C os teores de ácido ascórbico apresentaram-se constantes até o final do armazenamento. Pode-se justificar que a temperatura de 8°C conseguiu conservar os teores de ácido ascórbico durante o período de armazenamento.

Segundo Chitarra (1998), para o teor de ácido ascórbico a maior perda pode ser atribuída ao aumento da atividade enzimática. A degradação de polissacarídeos da parede celular possivelmente resulta em um aumento da galactose que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico (SMIRNOFF et al., 2001). O teor de ácido ascórbico do fruto depende de muitos fatores incluindo cultivar, estádio de maturação, tratos culturais, período do ano e a acidez do fruto. A duração e condições de armazenamento pós-colheita influenciam o teor de ácido ascórbico mesmo antes do processamento (SGARBIERI, 1966).

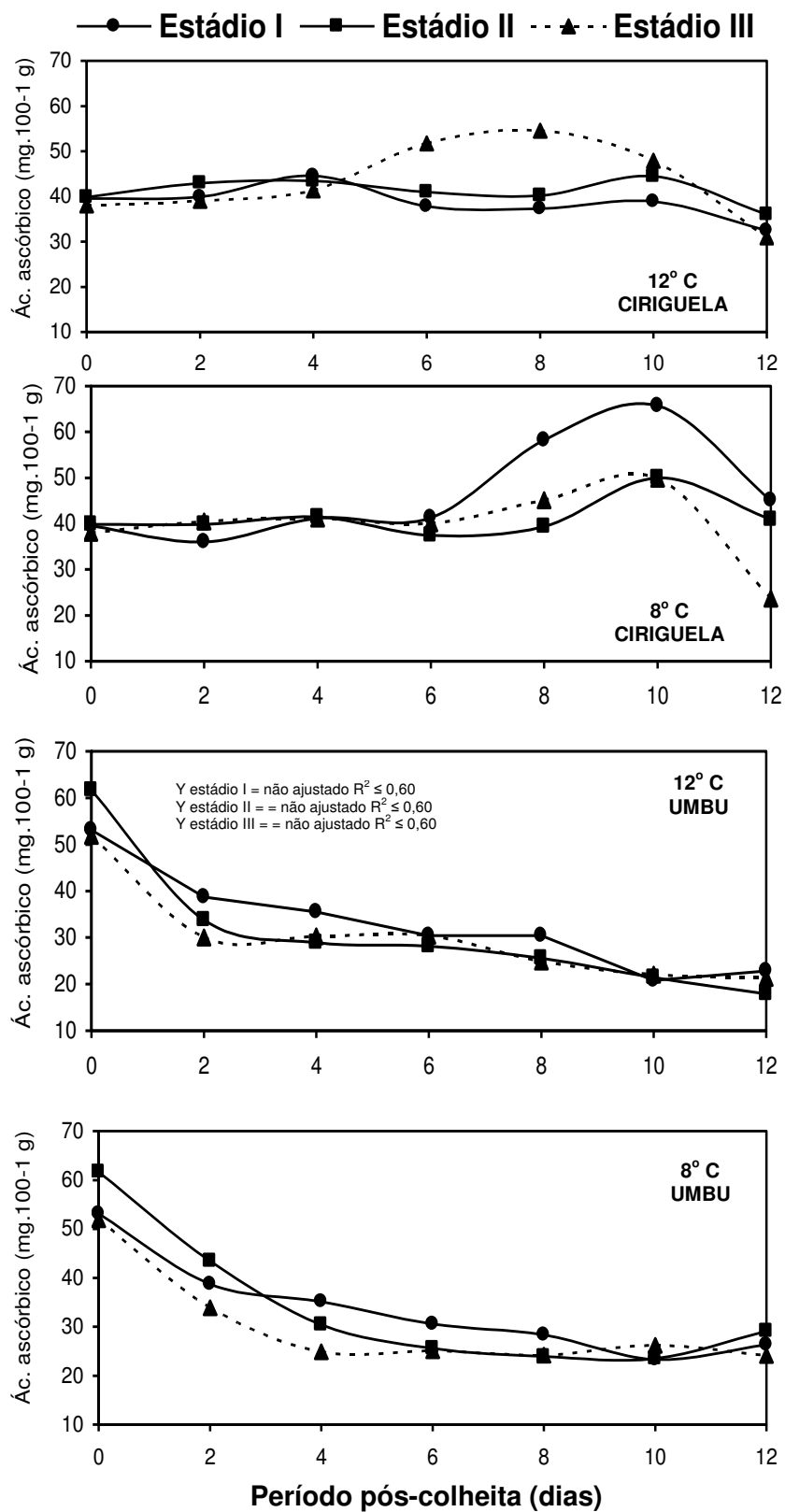


Figura 7. Ácido ascórbico ($\text{mg.100}^{-1} \text{g}$) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C .

5.6. Açúcares redutores e Açúcares totais

De acordo com os resultados observados, os frutos da ciriguela nos três estádios de maturação sob 12°C, apresentaram uma tendência a aumento do teor de açúcares redutores (AR) durante o período de armazenamento, enquanto que os frutos sob 8°C demonstraram pouca oscilação durante os períodos avaliados.

Para os frutos do umbu armazenados a 12° C, também se observou uma tendência do aumento dos açúcares com o avanço do período de armazenamento, para os três estádios avaliados, sendo que o estádio III demonstrou os maiores teores de açúcares redutores, com média de 3,49g/100g⁻¹ (Figura 8).

O valor médio do teor de açúcares redutores encontrado nesse trabalho foi inferior aos encontrados por Almeida (1999), que trabalhando com umbu no estádio 'de vez', obteve valor de 4,45%. Ferreira et al. (2000) trabalhando com polpa in natura do umbu maduro, encontrou 3,61% como valor médio do teor de açúcares redutores.

O conteúdo de açúcares redutores se constitui principalmente de glicose e frutose. A quantificação do teor de açúcares individuais é importante quando se objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante desses açúcares é variado e aumenta na sequencia glicose: sacarose: frutose (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Quanto aos açúcares solúveis totais (AST) (Figura 9), os frutos avaliados apresentaram um leve decréscimo durante o período de armazenamento, detectando ao final desse período uma tendência a aumento. Constatando-se teores máximos dos AST de 10,38 g.100g⁻¹ no estádio III sob 12° C para os frutos da ciriguela e de 9,32 g.100g⁻¹ no estádio III sob 12° C para os frutos do umbu. Essas diferenças nos valores para açúcares totais e açúcares redutores reportados na literatura são esperados e podem ser decorrentes de alguns fatores tais como o cultivar, o subcultivar, condições edafoclimáticas e tratos culturais adotados (SINGLETON e GORTNER, 1965; LODH et al., 1972).

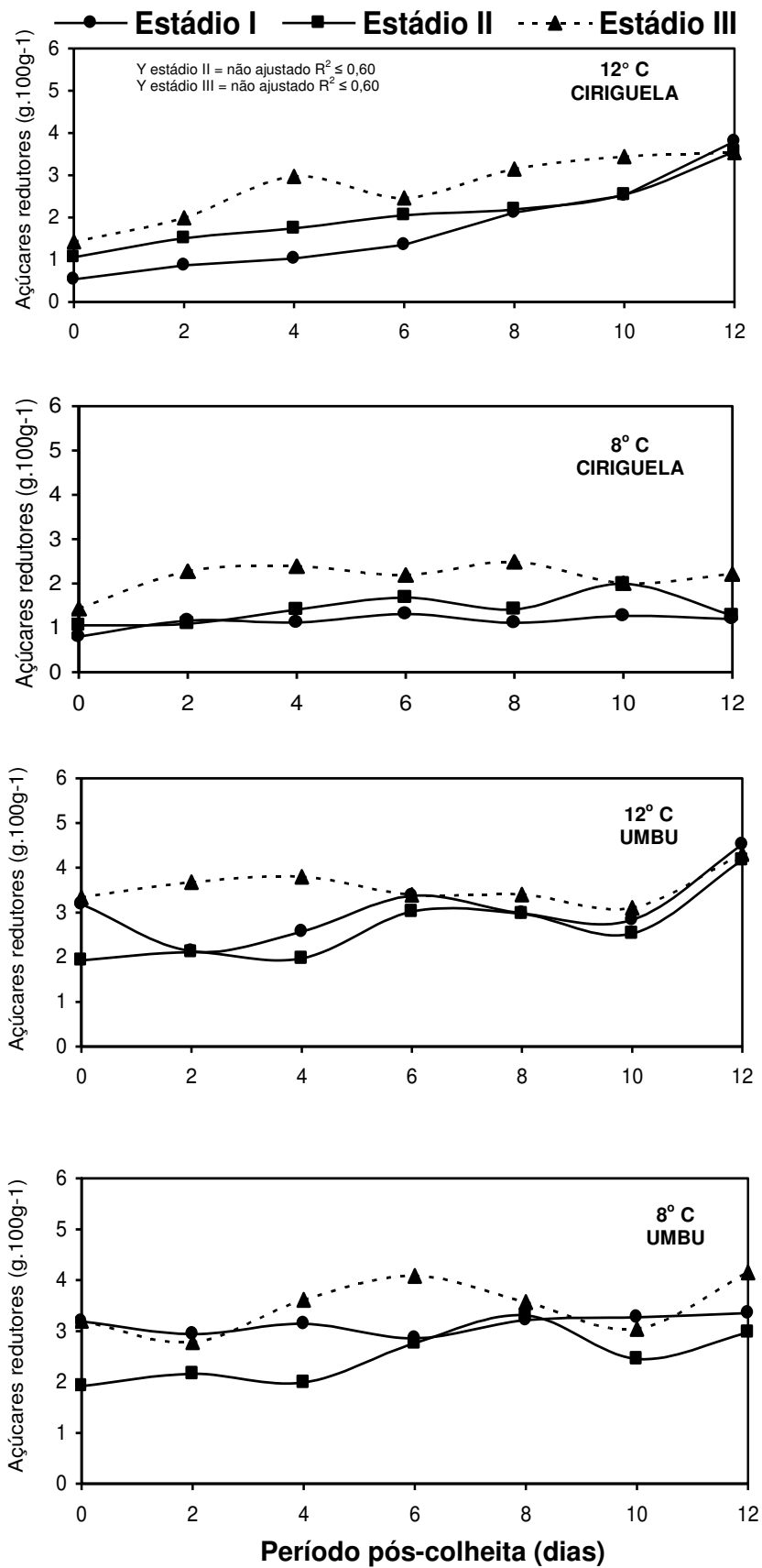


Figura 8. Açúcares redutores (g.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

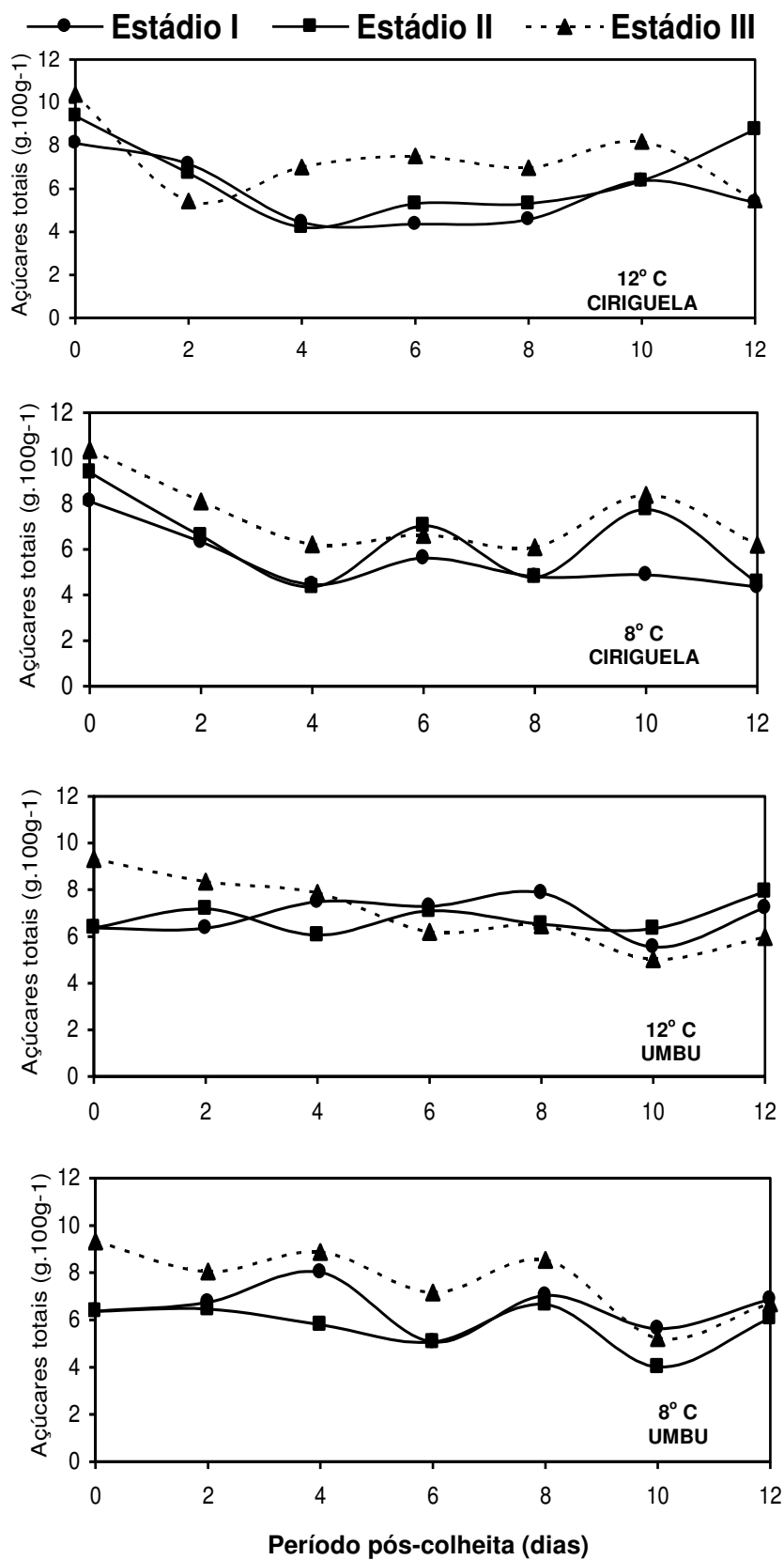


Figura 9. Açúcares totais (g.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.7. Clorofila e carotenoides da casca

De acordo com a Figura 10, observa-se que o teor de clorofila da casca decresceu com o avanço do período de armazenamento, variando entre 1,39 a 27,33 mg.100g⁻¹ para os frutos da ciriguela no estágio III na temperatura de 12°C e 8°C, sendo que nos frutos do umbu a degradação da clorofila ocorreu principalmente no estágio III, com valores variando entre 1,99 a 5,14 mg.100g⁻¹ na temperatura de 12°C e de 1,19 a 5,14 mg.100g⁻¹ na temperatura de 8°C.

A maioria das mudanças de coloração nos frutos é associada com a diminuição da concentração de clorofila nos cloroplastos, ocasionada por transformações em sua membrana interna durante a maturação e amadurecimento (LOONEY e PATTERSON, 1967). Durante a conversão dos cloroplastos a cromoplastos, a clorofila é destruída e o grana e estromas reorganizam-se (NEWCOMB, 1990). A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila, devido aos sistemas enzimáticos que atuam isoladamente ou em conjunto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Verifica-se na Figura 11 que os carotenoides da casca aumentaram em função do período de armazenamento nos frutos da ciriguela, principalmente para o estágio III, nas duas temperaturas avaliadas. Entretanto, observa-se efeito contrário para os frutos do umbu que além de apresentarem baixos teores de carotenoides na casca, houve uma tendência a declínio com o avanço do período de armazenamento para a temperatura de 12°C. Observando-se desta forma, que os frutos da ciriguela apresentam maiores teores de carotenoides na casca, quando comparados com o umbu.

Segundo Awad (1993) ao mesmo tempo em que desaparece a cor verde podem ser revelados ou sintetizados pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos, que pertencem ao grupo dos carotenoides. Os de cor amarela são bastante comuns e sua presença é um sinal geral por meio do qual o consumidor julga a maturidade e a qualidade de muitos frutos.

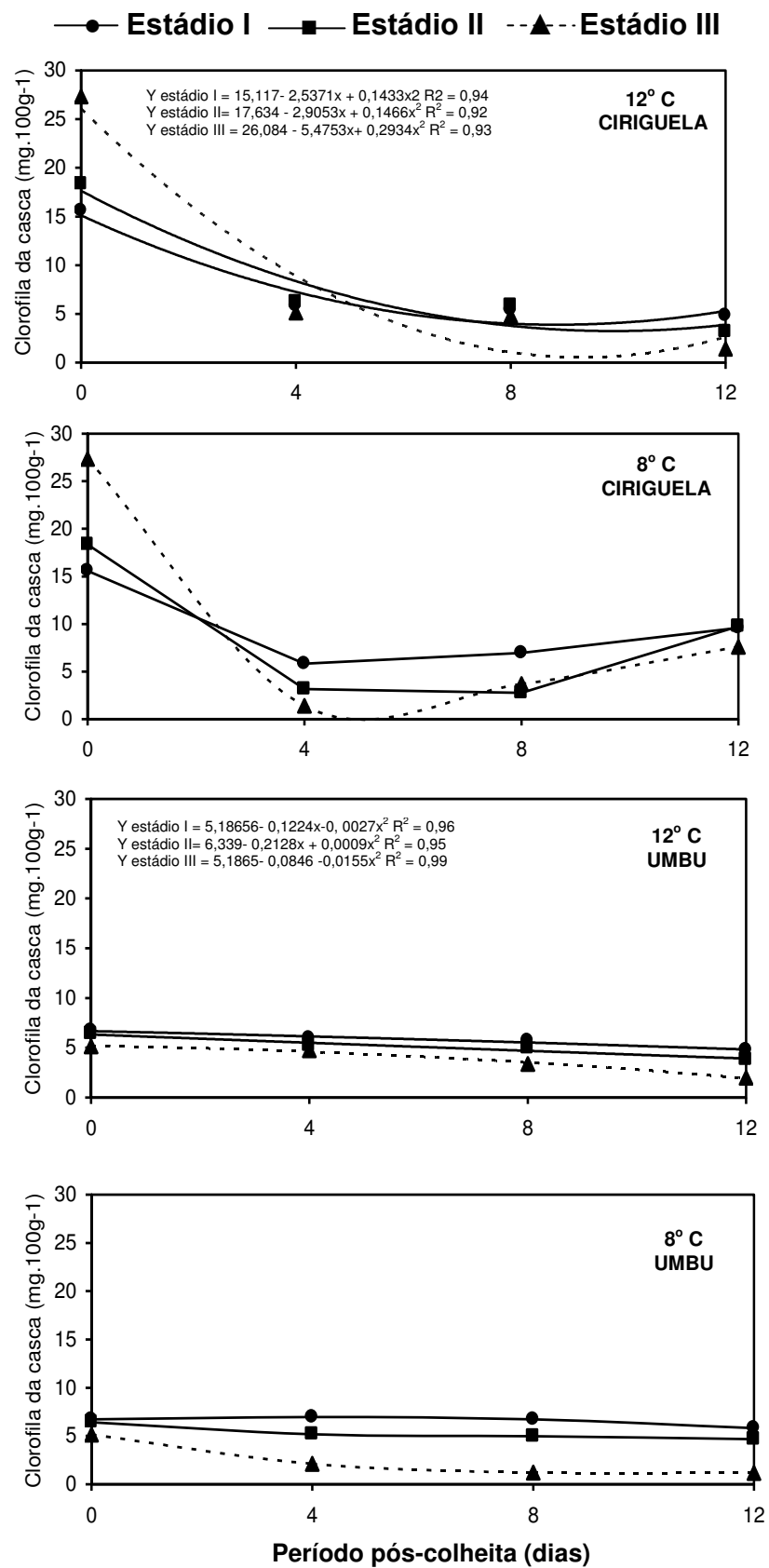


Figura 10. Clorofila da casca (mg.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

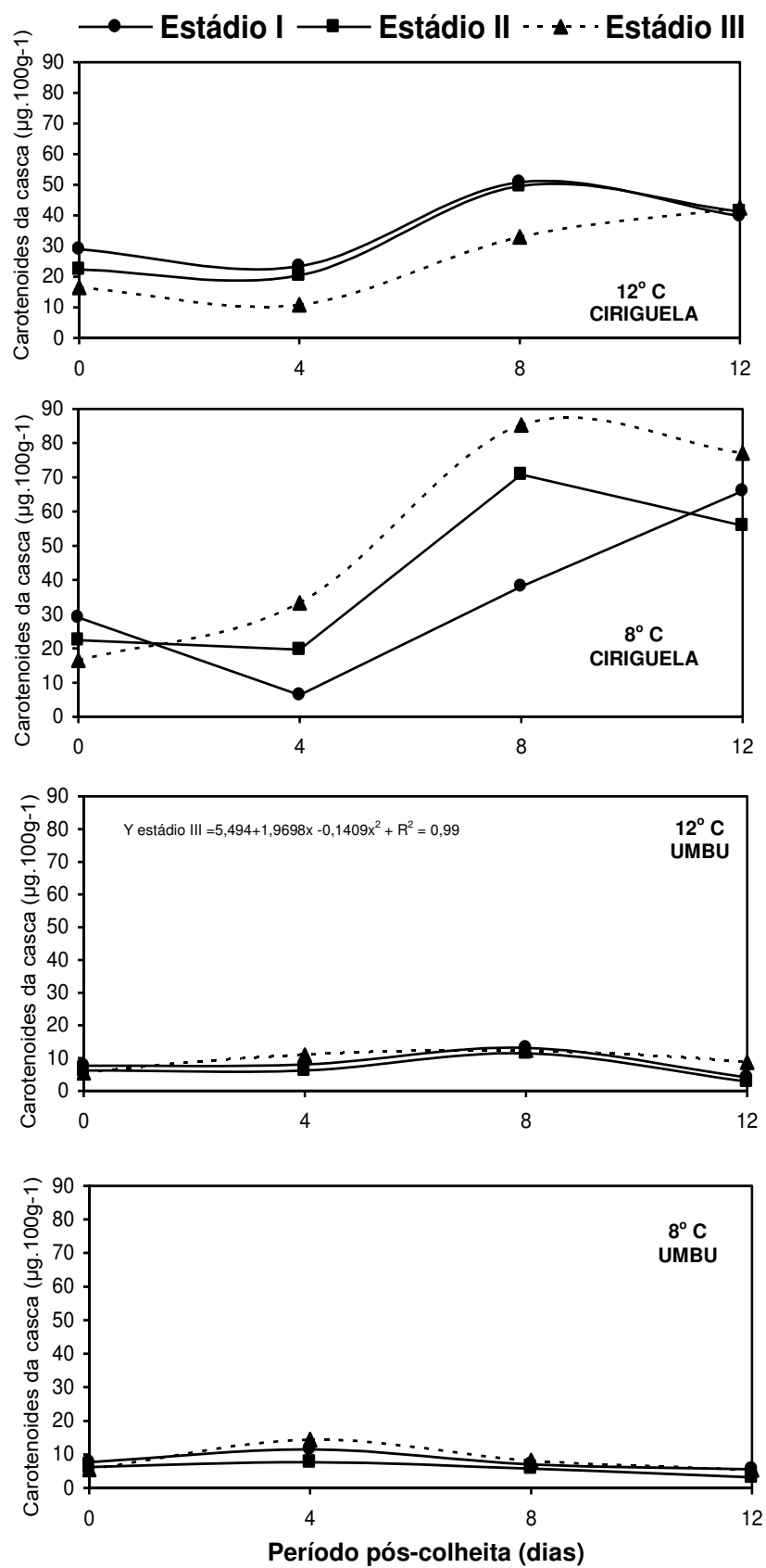


Figura 11. Carotenoides da casca (µg.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.8. Clorofila e carotenoides da polpa

De acordo com a Figura 12, observa-se uma maior degradação da clorofila da polpa do umbu nas duas temperaturas, principalmente para o estágio III, onde foi encontrado $0,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de clorofila ao final do período de armazenamento sob 12°C . Verificando que o conteúdo de clorofila na polpa de ciriguelas apresentaram-se constantes durante quatro dias para 12°C e seis dias para 8°C .

Na polpa da ciriguela, o conteúdo de carotenoides apresentou uma oscilação entre os estádios de maturação e os períodos avaliados, com valores variando entre $6,39$ a $17,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para os frutos no estágio I na temperatura de 12°C e de $6,39$ (estádio I) a $14,76 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (estádio II) na temperatura de 8°C .

Os frutos do umbu apresentaram uma tendência a aumento no teor de carotenoides da polpa no início do período de armazenamento, com estabilização ao final do mesmo, para a temperatura de 8°C . Na temperatura de 12°C , ao final do período de armazenamento, os frutos no estágio III ($7,96 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) foram os que apresentaram um maior teor de carotenoides em comparação aos outros dois estádios avaliados (Figura 13). Observando que o teor de carotenoides na polpa do umbu é menor do que na casca e que as temperaturas avaliadas para o seu armazenamento conservou o seu conteúdo de carotenoides durante os 12 dias de armazenamento.

O conteúdo de carotenoides das frutas aumenta durante a maturação, sendo que parte da intensificação da cor se deve à degradação da clorofila (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2004), podendo ser afetado pelo estágio de maturação, o tipo de solo e as condições de cultivo, as condições climáticas, a variedade dos vegetais, a parte da planta consumida, o efeito dos agrotóxicos, a exposição à luz solar, as condições de processamento e armazenamento (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993, 2000).

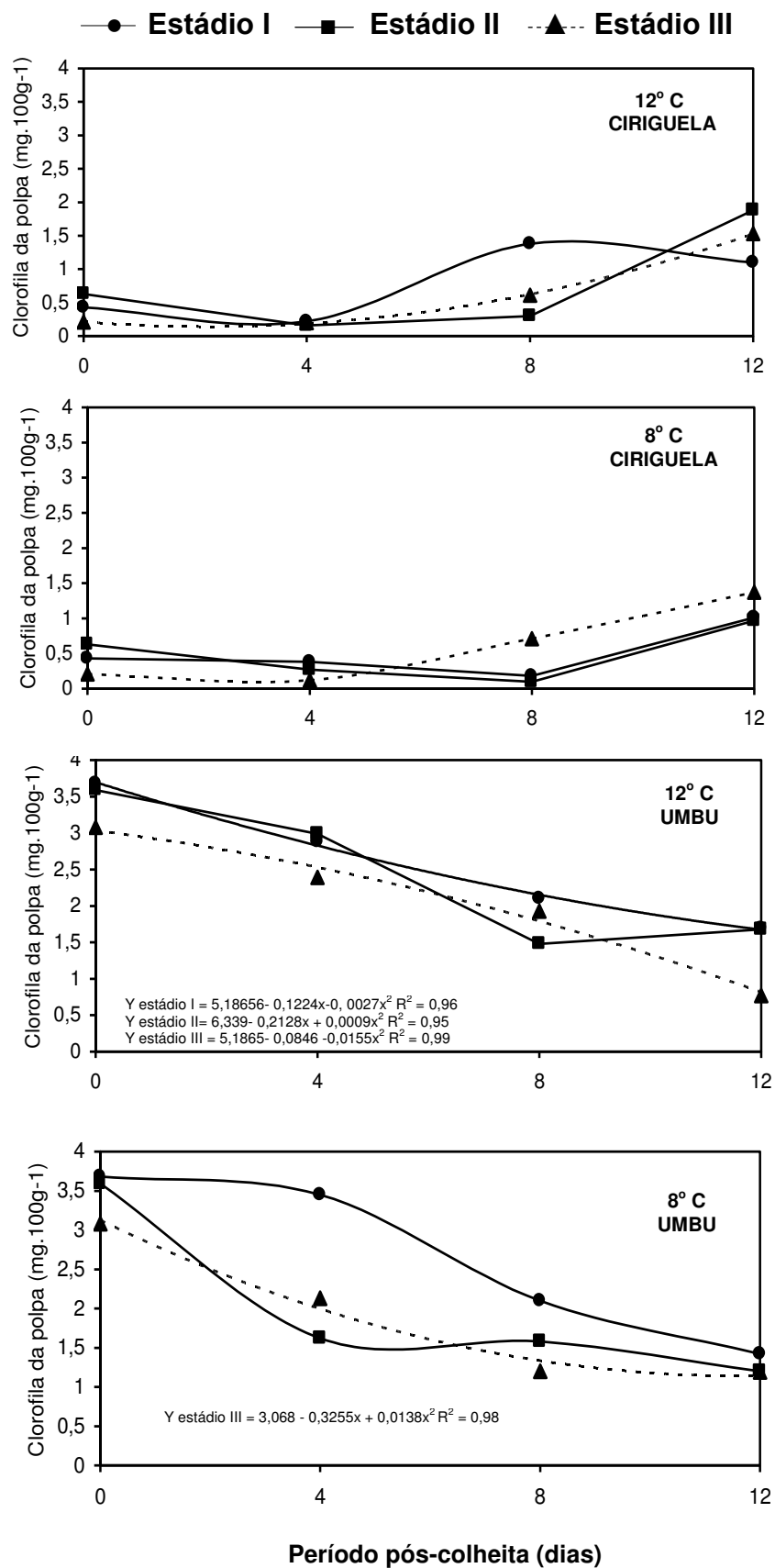


Figura 12. Clorofila da polpa (mg.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

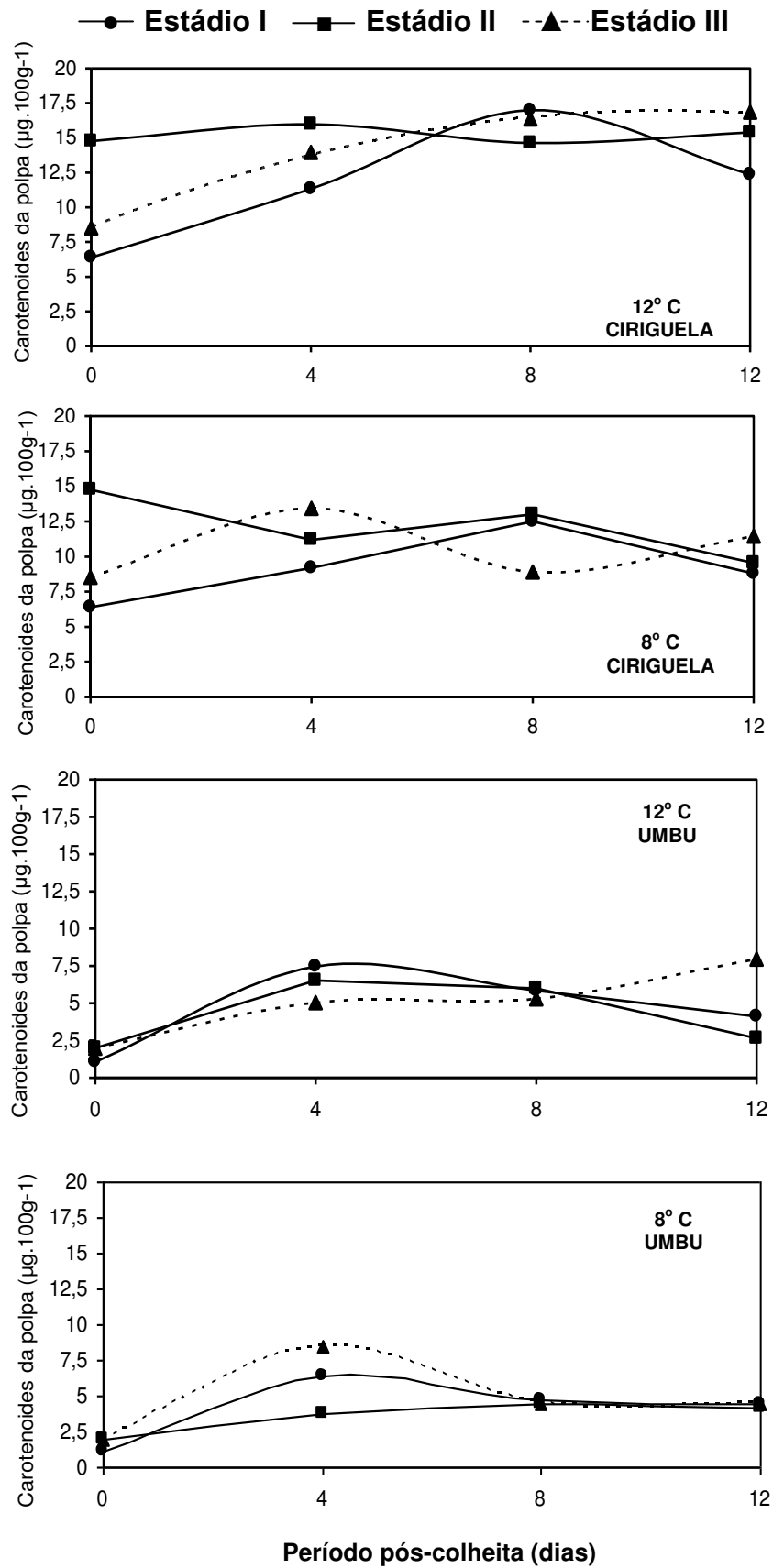


Figura 13. Carotenoides da polpa ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C .

5.9. Flavonoides amarelos e Antocianinas

Verificou-se na Figura 14, que os frutos apresentaram variação quanto ao conteúdo de flavonoides amarelos. Os frutos da ciriguela apresentaram um teor mínimo de $0,37 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio II e máximo de $2,73 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio I para a temperatura de 12°C . Os frutos do umbu apresentaram teores de flavonoides amarelos bem mais elevados que a ciriguela, que variaram de $7,44 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio III na temperatura de 12°C a $30,95 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio I sob 8°C . Verificou-se também que ocorreu uma degradação do teor de flavonoides com o avanço do período de armazenamento, principalmente para os frutos do umbu. Dantas Júnior (2008) em estudos com diferentes genótipos de umbu observou valores de $9,47$ a $40,22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o conteúdo de flavonoides amarelos na polpa.

O teor de antocianinas para os dois frutos apresentou oscilação entre os estádios de maturação e para as duas temperaturas, verificando maior conteúdo de antocianinas para os frutos do umbu, principalmente para o estágio I na temperatura de 8°C (Figura 15). Os altos teores de flavonoides acompanharam os teores mais elevados de antocianinas para os dois frutos, independente dos estádios de maturação e das temperaturas avaliadas. Segundo Harborne (1967); Fennema (1993), os flavonóis (quercetina) e as flavonas (luteolina) são os grupos de flavonoides responsáveis pela cor amarela que sempre acompanham as antocianinas em frutos, provavelmente porque apresentam vias biossintéticas semelhantes. Estes pigmentos pertencem ao grupo dos flavonoides que têm sido relatados como compostos que possuem capacidade antioxidante (PIETTA, 2000).

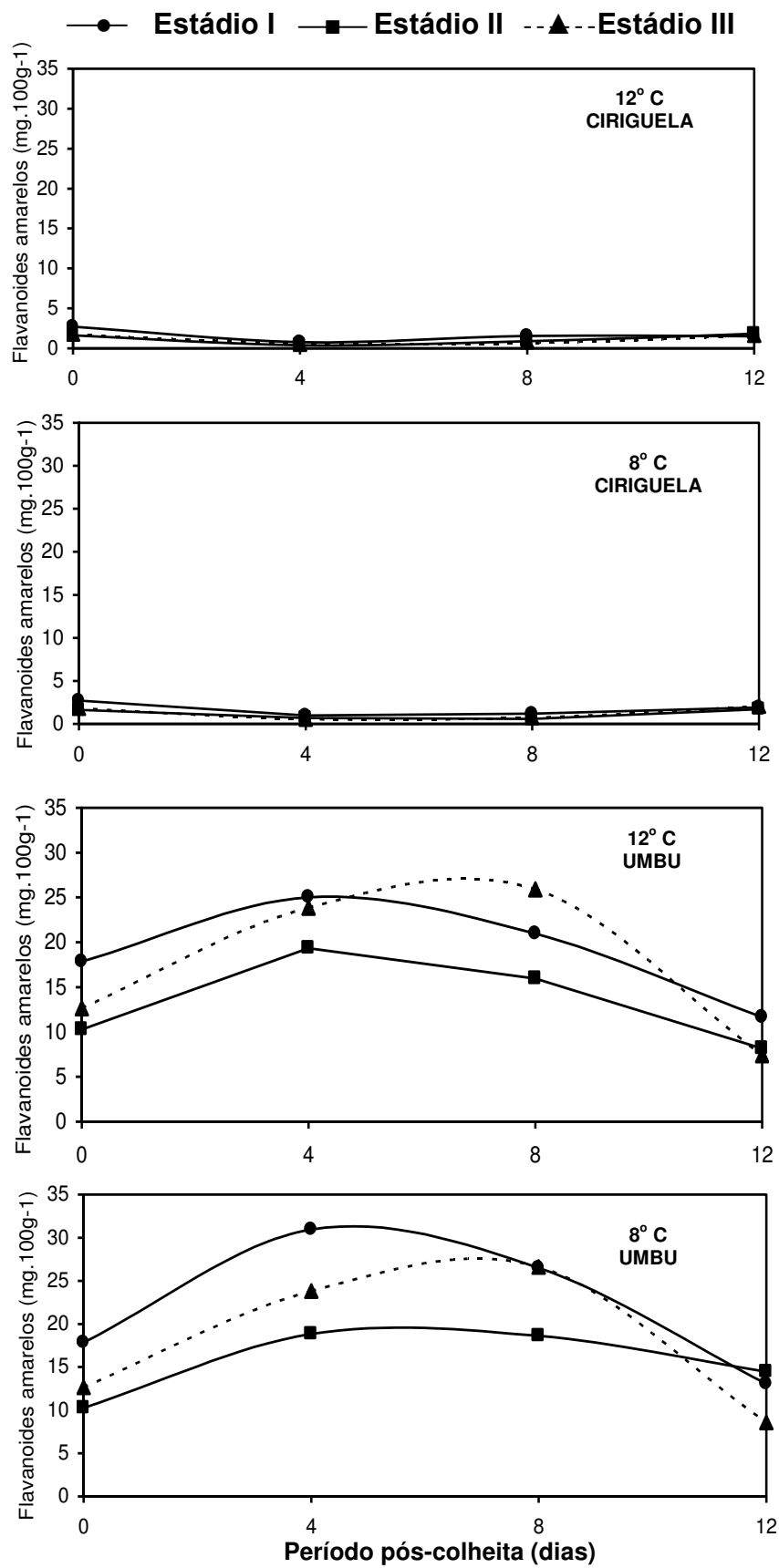


Figura 14. Flavonoides amarelos da polpa ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C .

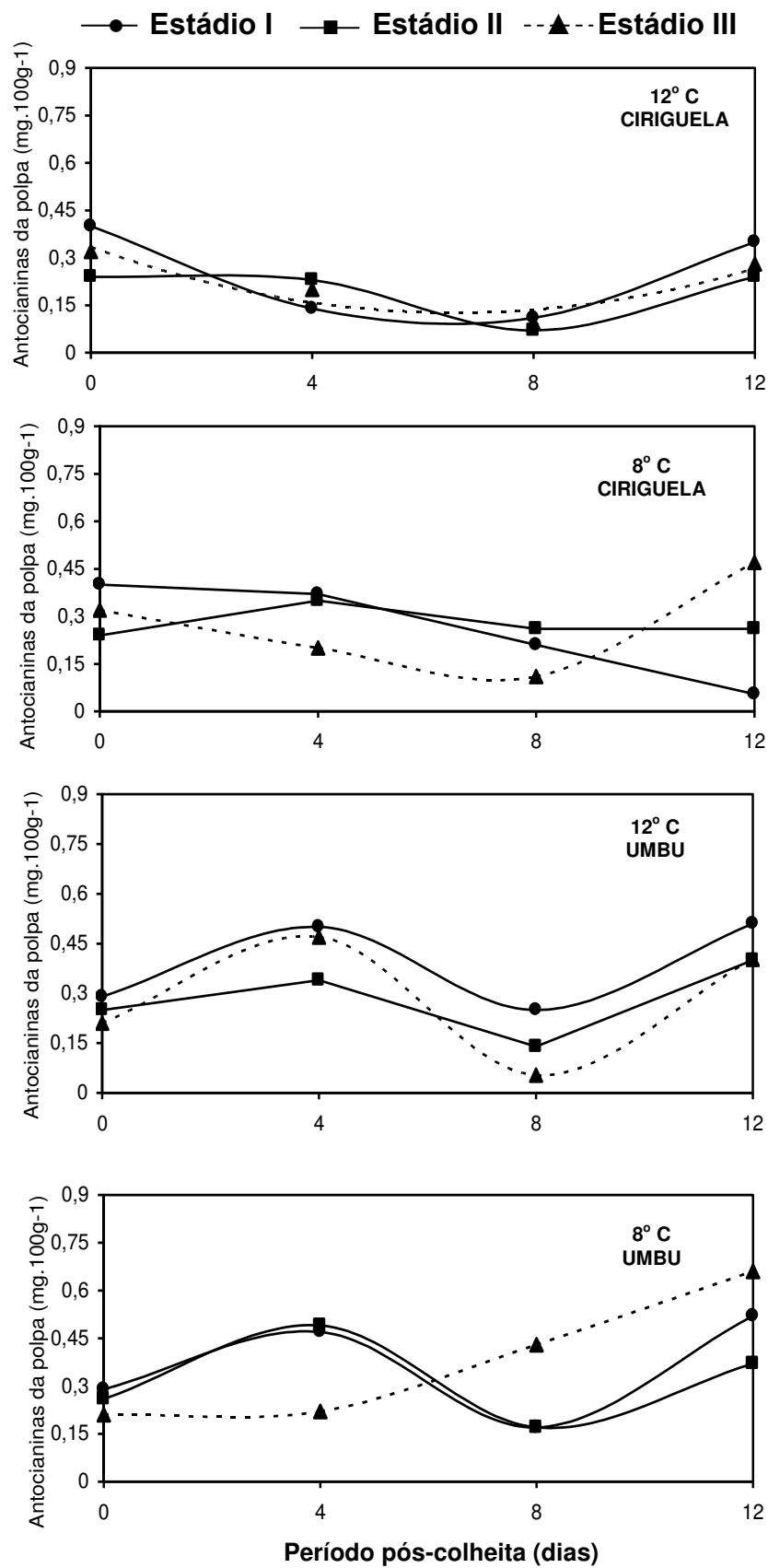


Figura 15. Antocianinas da polpa (mg.100g⁻¹) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

5.10. Polifenóis Extraíveis Totais - PET

Observa-se na Tabela 2 que houve um decréscimo no teor de polifenóis para as duas temperaturas avaliadas, porém na temperatura de 12°C houve um declínio acentuado desses valores. Os teores de polifenóis extraíveis totais na ciriguela oscilaram de 115,77 a 198,84 mg.100g⁻¹ nos frutos que foram armazenados na temperatura de 8°C e de 54,50 a 198,84 mg.100g⁻¹ na temperatura de armazenamento de 12°C.

Um dos fatores que explica a diminuição dos teores dos polifenóis é que, durante a maturação dos frutos, há um aumento gradual na condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por se ligarem fortemente a outros componentes celulares, não sendo, portanto, detectados (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo alguns autores a estabilidade de alguns polifenóis é influenciada pelo pH (Kalt, 2005) e é fortemente afetada pela presença de açúcares (KAUR e KAPOOR, 2001).

O teor de polifenóis extraíveis totais para os frutos do umbu apresentaram pouca variação nos tratamentos avaliados, oscilando de 16,64 a 40,64 mg.100g⁻¹ nos frutos que foram armazenados na temperatura de 8°C e de 17,57 a 40,64 mg.100g⁻¹ na temperatura de armazenamento de 12°C. Dantas Júnior (2008) na avaliação de frutos de genótipos de umbuzeiro, encontrou valores similares de polifenóis extraíveis que variaram entre 21,26 mg.100g⁻¹ a 49,66 mg.100g⁻¹, portanto os valores encontrados no presente trabalho ficaram abaixo dos valores encontrados pelo autor. Segundo Heim (2002) os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Estudos recentes relatam que compostos fenólicos têm se mostrado bons contribuintes para a capacidade antioxidante total dos alimentos nos quais estão presentes, embora sua relevância nutricional seja incerta pela sua pobre absorção e rápida metabolização, associada a sua limitada ação antioxidante in vivo (ZULUETA, 2007).

Tabela 2. Médias do conteúdo de polifenóis extraíveis totais em ciriguela e umbu em três estádios de maturação na temperatura de armazenamento 8°C.

| CIRIGUELA | | | | |
|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Estádios | Temperatura | Períodos | | |
| | | 0 | 6 | 12 |
| I | 8°C | 198,84 ^{Aa} | 170,16 ^{Ab} | 124,35 ^{Bc} |
| II | | 151,54 ^{Ba} | 124,66 ^{Bb} | 155,35 ^{Aa} |
| III | | 157,04 ^{Ba} | 131,01 ^{Cb} | 115,77 ^{Cc} |
| I | 12°C | 198,84 ^{Aa} | 64,03 ^{Eb} | 54,50 ^{Fc} |
| II | | 151,54 ^{Ba} | 75,24 ^{Db} | 78,31 ^{Db} |
| III | | 157,04 ^{Ba} | 71,33 ^{Db} | 70,59 ^{Eb} |
| UMBU | | | | |
| Estádios | Temperatura | Períodos | | |
| | | 0 | 6 | 12 |
| I | 8°C | 29,53 ^{Ba} | 21,17 ^{Bb} | 30,06 ^{Aa} |
| II | | 27,52 ^{Ca} | 22,65 ^{Bb} | 19,37 ^{Cc} |
| III | | 40,64 ^{Aa} | 16,64 ^{Cc} | 26,99 ^{Bb} |
| I | 12°C | 29,53 ^{Ba} | 19,58 ^{Bc} | 27,41 ^{Bb} |
| II | | 27,52 ^{Ca} | 20,53 ^{Bb} | 17,57 ^{Cc} |
| III | | 40,64 ^{Ac} | 33,55 ^{Ab} | 27,94 ^{Bc} |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

5.11. Capacidade antioxidante total no sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico

Os resultados do percentual de inibição da oxidação (%) pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico, dos extratos de ciriguela e umbu nos estádios e temperaturas avaliadas encontram-se na Tabela 3. O sistema β -caroteno/ácido linoleico baseia-se na descoloração do β -caroteno induzida pelos produtos da oxidação do ácido linoleico. A utilização de antioxidantes retarda a queda da absorbância do β -caroteno, protegendo os substratos lipídicos da oxidação (SOKMEN et al., 2004).

Os resultados do percentual de inibição da oxidação dos extratos de ciriguela apresentaram valores que variaram de 81,30 (estádio I) a 97,08% (estádio II) quando os frutos apresentavam-se em completo amadurecimento, no sexto período de armazenamento. Sendo que os menores percentuais foram observados para os frutos armazenados a 12°C, principalmente nos períodos 6 e 12. Observa-se que as temperaturas avaliadas apresentaram pouca variação quanto à atividade antioxidante dos frutos nos tratamentos avaliados.

Os frutos do umbu apresentaram os menores percentuais de inibição de oxidação com valores que variaram de 71,18 (estádio II) a 94,37% (estádio III) nas duas temperaturas avaliadas. Pode-se observar também que houve uma pequena variação para o percentual de inibição da oxidação dos frutos, no entanto a menor atividade antioxidante foi observada no período 6 para a temperatura de 12°C. Silva (2008), em estudos com diferentes genótipos de umbu-cajá relatou valores de 60,93% de inibição da oxidação.

Tabela 3. Percentual médio de inibição da oxidação em ciriguela e umbu em três estádios de maturação na temperatura de armazenamento 8°C e 12°C.

| CIRIGUELA | | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Estádios | Temperatura | Períodos | | |
| | | 0 | 6 | 12 |
| I | 8°C | 90,06 ^{Ab} | 97,08 ^{Aa} | 97,27 ^{Aa} |
| II | | 92,20 ^{Ac} | 95,32 ^{Ab} | 97,08 ^{Aa} |
| III | | 92,01 ^{Ab} | 91,81 ^{Bb} | 96,88 ^{Aa} |
| I | 12°C | 90,06 ^{Ab} | 81,30 ^{Cc} | 92,22 ^{Ba} |
| II | | 92,20 ^{Aa} | 82,41 ^{Cc} | 89,07 ^{Bb} |
| III | | 92,01 ^{Ab} | 94,07 ^{Aa} | 89,26 ^{Bc} |
| UMBU | | | | |
| Estádios | Temperatura | Períodos | | |
| | | 0 | 6 | 12 |
| I | 8°C | 83,26 ^{Ab} | 92,44 ^{Aa} | 90,03 ^{Aa} |
| II | | 82,19 ^{Ac} | 91,80 ^{Aa} | 87,14 ^{ABb} |
| III | | 85,84 ^{Ab} | 94,37 ^{Aa} | 88,75 ^{ABb} |
| I | 12°C | 83,26 ^{Ab} | 72,62 ^{Cc} | 90,26 ^{Aa} |
| II | | 82,19 ^{Ab} | 71,18 ^{Cc} | 88,97 ^{ABa} |
| III | | 85,84 ^{Aa} | 78,10 ^{Bb} | 86,58 ^{Ba} |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

5.12. Aparência Geral (1-9)

A aparência geral é o fator de qualidade de maior influência na aquisição de um produto pelo consumidor, devido à associação desta com a qualidade comestível. De acordo com o julgamento dos avaliadores, houve interação significativa entre os estádios de maturação x períodos de armazenamento ($P \leq 0,05$).

Com base na Figura 16, observa-se que os frutos da ciriguela no estágio I apresentaram uma vida útil de 11 dias, para as temperaturas de 12 e 8°C, estando dessa forma no limite de aceitação (score 5) pelo consumidor; os frutos no estágio II apresentaram uma vida útil de 11 e 7 dias pós-colheita para as temperaturas de 12 e 8°C, respectivamente e os frutos no estágio III apresentaram uma vida útil de 6 dias pós-colheita para as temperaturas de 12 e 8°C, durante o armazenamento.

Observa-se que os frutos do umbu no estágio I apresentaram vida útil de 11 dias pós-colheita para as duas temperaturas, estando dessa forma acima do limite de aceitação durante os períodos de armazenamento avaliados. No estágio II os frutos do umbu mantiveram a aparência excelente (equivalente a nota 9 na escala utilizada) durante 6 dias e apresentaram uma vida útil de 12 dias ficando acima do limite de aceitação pelo consumidor, mesmo com o término do período de avaliação pós-colheita para a temperatura de 12°C; na temperatura de 8°C os frutos apresentaram uma vida útil de 10 dias. Os frutos no estágio III apresentaram um limite de aceitação de aproximadamente 8 dias para a temperatura de 12°C e de 7 dias para a temperatura de 8°C, sendo este inferior aos demais estádios avaliados.

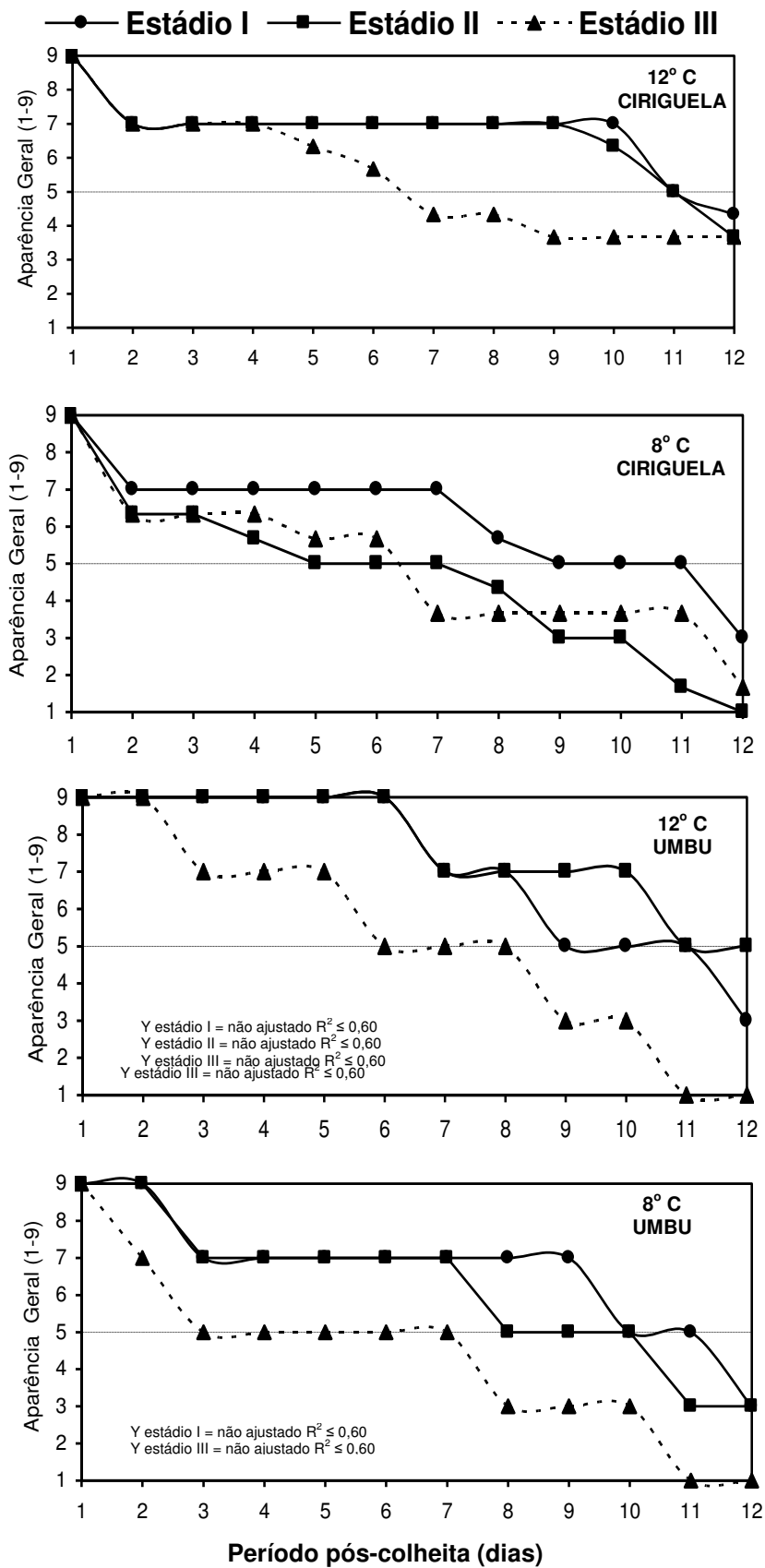


Figura 16. Aparência geral (1-9) de ciriguela e umbu armazenados sob 12°C e 8°C.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados, conclui-se que a temperatura de refrigeração é um excelente indicativo para a conservação de frutos do gênero *Spondias* (ciriguela e umbu), principalmente para os frutos do umbu nas duas temperaturas em que foram avaliados, sendo a temperatura de 8°C para o estágio I (fruto no início da pigmentação) o mais indicado para conservação dos frutos deste gênero, prolongando a vida útil por mais tempo.

As temperaturas avaliadas apresentaram pouca variação quanto à capacidade antioxidante dos frutos nos tratamentos avaliados. Os frutos da ciriguela e do umbu apresentaram excelente atividade antioxidante.

A temperatura de armazenamento de 8°C foi a que melhor manteve o teor de polifenóis e conseqüentemente o percentual de inibição da oxidação. Os frutos da ciriguela apresentaram os melhores teores de polifenóis, observando que a temperatura de 8°C manteve esses teores pós-colheita. Os frutos do umbuzeiro apresentaram baixos teores de polifenóis, independente dos estágios de maturação e das temperaturas avaliadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. M. de. **Armazenagem refrigerada de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara): Alterações das características físicas e químicas de diferentes estádios de maturação.** 1999. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1999.
- ANDRADE-WARTHA. E. R. S. **Propriedades antioxidantes de clones do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal.** 2007. 11p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** ed. 12, Washington, DC., 1984.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 11.ed. Washington: AOAC, 1992. 1115p.
- ARNON, D. I. Cooper enzymes of isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant. Physiology.** Washington, v. 24, n.1, p.1-15, 1985.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BENDICH, A. LANGSETH, L. The health effects of vitamin C supplementation, a review. **Journal American College Nutrition**, v. 14, p. 124-136, 1995.
- BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advance Food Research**, New York, v. 10, p. 293-354, 1960.
- BOBBIO, F.; BOBBIO, P. **A Introdução à Química de Alimentos**, São Paulo: Varela, 2003, 238p.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**, 2.ed. São Paulo: Varela, 1995. 222p.
- BOTREL, N. Manga: Variedades, Qualidades e Tecnologia Pós-Colheita. **Informe. Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 55-60, 1994.
- BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, London, p.155-178, 1987.

- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução nº19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Brasília, 1999.
- BRASIL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: IAL, 2005. v. 1, 1013 p.
- BRAVO, L. ABIA, R.; SAURA-CALIXTO, F. Polyphenols dietary fiber associated compounds. Comparative study on vitro properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 1481-1487, 1994.
- BRITTON, G. UV/ visible spectroscopy. In: BRITTON, G. et al. (Eds). **Carotenoids, spectroscopy**. Birkhauser, v. 1, p. 13-62, 1995.
- BUENO, S. M.; LOPES, M. do R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; CRUZ, C. H. G. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.
- BURNS, J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Identification and quantification of carotenoids, tocopherol and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v. 62, p. 939-47, 2003.
- BUTT, V. S. Direct oxidases and related enzymes. In: STUMPE, P. K.; CONN, E. E. The biochemistry of plants: a comprehensive treatise. **Academic Press**, New York, v. 2, p. 81-123, 1980.
- CAHYANA, A. H.; SHUTO, Y.; KINOSHITA, Y. Antioxidative activity of porphyrin derivatives. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 57, n. 4, p. 680-681, 1993.
- CAVALCANTI, R. Perspectivas e Tendências da Fruticultura Paraibana. SINDIFRUTAS/PB. **Palestra na Frut-invest-PB**. João Pessoa, 17 a 20 de nov. de 1998.
- CHITARRA, M. J. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.
- CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade de produtos vegetais. BOREM, F. M.; CHITARRA, A. B. **Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**. Poços de Calda: UFLA/SBEA, 1998. Cap.1, p.1-58.
- CHITARRA, A. B.; ALVES, R. E. **Tecnologia pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: FRUTAL-SINDIFRUTA, 2001. 314p.

- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: UFLA, 2ª edição, 2005, 785p.
- CHITARRA, M. I.; e CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças: glossário**, Ed UFLA 256 p.: Il. 2006.
- COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 207-228, 1976.
- DANTAS JÚNIOR, O. R. **Qualidade e capacidade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro oriundos do semiárido Nordestino**. 2008. 106p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, 2008.
- DAY, B. P. F. **An Update on Controlled Atmosphere/Modified Atmosphere Vacuum Packaging Developments in Europe**. In: ANUAL FOODPLAS'92 CONFERENCE, 9, 1992, New Jersey: The Plastics Institute of America, Fairfield. 1993. p. 1-21.
- DÍAZ-PEREZ, J. C.; ZAVALA, R.; BAUTISTA, S.; SEBASTIÁN, V. Câmbios físicos-químico de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) cosechada en dos diferentes estados de madurez. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Cidade do México, v.1, n.1, p. 2-25, 1998.
- DI STASI, J. C.; HIMURA-LIMA, C. A. **Plantas Mediciniais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2002. 604p.
- DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.
- EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteou reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, p. 8.139-8.144, 2010.
- FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095p.
- FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos**. 4. Ed. Artmed: Porto Alegre, 2010. 900p.
- FERNANDES, L. F.; MOURA FILHO, E. R.; ANDRADE, J. C.; MOREIRA, J. N.; VIEIRA, M. R. S.; MEDEIROS, D. C.; TOMAZ, H. V. Q.; LOPES, W. A. R. Influência de métodos combinados na preservação de polpa de cajarana em algumas características químicas. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-**

- COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS** (SBPCFT), 1., 2005. Anais... João Pessoa, 2005.
- FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual: série qualidade).
- FILGUEIRAS, H. A. C. Geração de Técnicas de Conservação Pós-Colheita Para Valorização do Cultivo de Cajá e Ciriguela no Estado do Ceará. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Fortaleza/CE, 2001.
- FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; OLIVEIRA, A. C.; MOURA, C. F. H.; ARAÚJO, N. C. C. Calidad de frutas nativas de latinoamerica para indústria: ciruela mexicana (*Spondias purpúrea* L). **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, v. 43: p. 68-71. 2001.
- FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa; UFV, 1997. 29p.
- FOLEGATTI, M. I. S. et al. Aproveitamento industrial do umbu: Processamento de Geléia e Compota. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n.6, p.1308-1314, 2003.
- FRANCO, N. **Nutrição Clínica**. Disponível em: <<http://www.baxter.com>>. Acesso em: 22/07/2006.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.
- FREI, B. Cardiovascular disease and nutrient antioxidants: Role of low density lipoprotein oxidation. **Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, v. 35, p. 83-98, 1995.
- FREIRE, F. das. C. O. Uso da Manipoeira no Controle do Oídio da Cirigueleira: Resultados Preliminares. **Embrapa Agroindústria Tropical**. Fortaleza - CE. dez, 2001.
- GALDINO, P. O. et al. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 73-80, 2003.

- GARRET, E. H. **Fresh-cut Produce: Tracks and Trends**. In: LAMIKANRA, O. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market. Boca Raton, 2002. p.1-10.
- GIL, M. I.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **J. Agric. Food Chem.** v. 48, p. 4581-4589, 2000.
- GOMES, F. P. E. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo, Nobel, 1987. p. 96-125.
- GOMES, P. M. A. **Estudo da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) desidratada em leite de jorro**. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande.
- GOMES, F. S. Carotenoides: Uma possível proteção contra o desenvolvimento do Câncer. **Revista de Nutrição**, v. 20, p. 537-548, 2007.
- GONDIM, T. M. S. et al. Período de ocorrência de formação se xilopódios em plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) propagadas sexualmente e assexuadamente. A. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 33-38, out. 1991.
- HALLIWELL, B. Free radical and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**. v. 52, n. 8, p. 253-265, 1994.
- HARBORNE, J. B. Comparative Biochemistry of the flavonoids. London: Academic Press. 383p, 1967.
- HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE; M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and comercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.
- HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 572-584, 2002.
- HERCBERG, S., GALAN, P., PREZIOSI, P., ROUSSEL, A. M., ARNAUD, J., RICHARD, M. J., MALVY, D., PAUL-DAUPHIN, A., BRIANÇON, S., FAVIER, A. Background and rationale behind the SUVIMAX study, a prevention trial using nutritional doses of a combination of antioxidant vitamins and minerals to reduce

- cardiovascular diseases and cancers. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 68, n. 1, p. 3-20, 1998.
- 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.
- JUNIOR, M. J. P.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P. Curvas de maturação e estimativas do teor de sólidos solúveis para videira niagara Rosada com base em dados meteorológicos. **Bragantina**. Campinas, v. 56, n. 2, p. 317-321, 1997.
- KADER, A. A. **Postharvest Biology and Technology: an Overview**. In: KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**, Oakland: University of California - Davis, p. 15-20, 1992. (Publication, 3311).
- KALT, W. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, p. R11-R19, jan. 2005.
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.
- KAUR, C.; KAPPOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p. 703-725, 2001.
- KERSUL, C. D. S.; DÁRIO, A.; SOUZA, B.W. Characterisation of hog plum fruits (*Spondias mombin* L.) in the Southeast region of Bahia, Brazil. In: **Annals of XLIV Annual Meeting of the International Society for Tropical Horticulture**, 1998.
- KLUGE, R. A. NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Editota UFPE, 1997. p.165.
- KUSHMAN, L. J.; BALLINGER W. E. Relation of quality indices of individual blueberries to photoelectrics measurements of anthocyanin content. **The American Society for Horticultural Science**, v. 100, p. 561-564, 1975.
- KUSKOSKI, E. M; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p.726-732, 2005.

- LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agri. Food Chem.** v. 45, p. 1390-1393, 1997.
- LEÔNIDAS FILHO, F. DE Q. T.; **Conservação da Polpa de Cajá por Métodos Combinados**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias Cruz das Almas. 2007.
- LEON, J., SHAW, P. E. Spondias: The Red Mombin and Related Fruits. In: NAGY, S., SHAW, P. E., WARDOWSKI, W. F. Fruits of Tropical and Subtropical Origin, Composition, Properties and Uses. Lake Alfredo, Florida: **Sciense e Source**, p. 116-26, 1990.
- LODH, S. B.; SELUARAJ, Y.; CHADHA, K. L.; MELANTA, K. R. Biochenical changes associated with growth and development of pineapple fruit variety kew. II. Changes in Carbohidrate and mineral constituents. **Indian Journal of Horticultura**, Bangalore, v. 29, n. 3/4, p. 287-291, 1972.
- LOONEY, N. E.; PATTERSON, M. E. Chlorophyllase activiy in apples and bananas during the climateric phase. **Nature**, v. 1, n. 214, p. 245-246, 1967.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa : Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 368 p.
- LORENZI, H. et al. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.
- MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de O.; FIGUEIREDO, R. W. **Curso de especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpa tropicais: matérias-primas**. Brasília, DF: ABEAS, 1998. v. 2, p. 219-224.
- MAPSON, L. W. Vitamins in fruits. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruit and their products**. London: Academic Press, 1970. 618p.
- MARCHAND, L. L. Efeitos dos flavonoides na prevenção de câncer – uma revisão. **Biomed. Pharmacotherap** v. 56, p. 296-301, 2002.
- MARCO, G. J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **J. Am. Oil Society**, v. 45, p. 594-598, 1968.
- MARRIOTT, J. Bananas physiolytoly and Bichemistry of Storage and Ripening for Optimum Quality. Rev. **Food Sci. Nutr.**, p. 13-41, 1980.

- MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPE, E. J. JR. Lichieira (Litchi chinensi Sonn). Jaboticabal-SP. **Série Frutas Potenciais** - Sociedade Brasileira de Fruticultura. 48p. 2001.
- MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias** (Cajá e outras), 2006. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acesso em 13 mar 2010.
- MARTINEZ-JÁVEGA, J. M. Tendencias actuales de la frigoconservación de frutos. **Revista Fruticultura Profesional**, Chile, n. 102, maio/jun. 1999.
- MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinos Americanos de Nutrición**, v. 50 (1), p. 5-18, 2000.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 54, n. 2, Caracas, jun. 2004.
- MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**. Campinas: v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-428, 1959.
- MILLER, H. E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **J. Am. Oil Society**, v. 48, p. 91, 1971.
- MONTE, D. C. Os desafios da nutrigenômica no desenvolvimento de alimentos funcionais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo Frio - RJ: SBF/UENF/UFRural RJ. 2006. p. 45-53.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n.2, p. 109-122, 2006.
- NAGUIB, Y. M. A. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, p. 1150- 1154, 2000.
- NEWCOMB, W. Plastid structure and development. In: DENNIS, D. T.; TURPIN, D. H. **Plant physiology**, biochemistry and molecular biology. London, Longman, 1990. p. 193-197.

- ODIN, A. P. Vitamins as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 386, n. 1, p. 39-67, 1997.
- OLSON, J. A. Benefits and liabilities of vitamin A and carotenoids. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 126, p. 1208S-1212S, 1996.
- OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Arch. Latinoam. Nutr.** 49 (3 Suppl 1), p. 7-11, 1999.
- OLUKEMI, O. I.; OLUKEMI, A. O. *Hibiscus Sabdarifa* and *Sorghum Bicolor* as natural colorants. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 4, n. 1, p. 858 – 862, 2005.
- PADH, H. Vitamin C: never insights into its biochemical functions. **Nutrition Reviews**, New York, v. 49, n. 3, p. 65-70, 1991.
- PANTASTICO, E. B. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. **Westport: AVI**, 1975, p. 560.
- PAULING, L. **Como viver mais e melhor**: o que os médicos não dizem sobre sua saúde. 4. ed. São Paulo: Best Seller, 1988. 400p.
- PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 7, p. 1035-1042, 2000.
- POLICARPO, V. M. N. et al. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) no estágio de maturação verde. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 31, n. 4, p. 1102-1107, 2007.
- POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 67, n. 5, p. 289-297, 1997.
- POPENOE, W (1979) The genus spondias in Florida, Proceedings of Florida State Horticulture Society, 92: 277-279.
- RAMÍREZ –HERNÁNDEZ, B. C.; EULOGIO, P. B.; RAMOS, J. Z. C.; URIAS, A. M.; HASBACH, G. P.; BARRIOS, E. P. Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México **Revista de Biología Tropical** , v. 56, p. 675-687, 2008.
- RESZCZYNSKY, A. Estudio de madurez de exportación en ciruelas El Dorado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO, CALIDAD Y FISILOGIA DE POSTCOSECHA DE FRUTAS, 2, San Felipe, 1977. **Anais**. San Felipe: s/c, 1977. P.120-126. (Publicaciones miscelaneas, 12).

- ROCH, C. L.; JACOB, R. A.; BOWEN, P. E. Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: vitamin C, vitamin E and the carotenoids. **JADA**, v. 96, p. 693-702, 1996.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: CHATALAMBOUS, F. (Ed.). Shelf life of foods and beverages – chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: **Elsevier Science**, p. 547-589. 1993.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. **J. Food Compos. Anal**, Orlando, v. 13, p. 641-647, 2000.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. International Life Sciences Institute, Washington, D. C. 64p., 2008.
- ROMBALDI, C. V.; TIBOLA, C. S.; ZAICOVSKI, C. B.; SILVA, J. A.; FACHINELLO, J.C.; ZAMBIAZI, R. C. Potencial de conservação e qualidade de frutas: Aspectos biotecnológicos de pré e pós-colheita. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio-RJ: SBF/UENF/UFRural RJ. 2006. p. 105-132.
- SANTOS, E. DE O. C.; OLIVEIRA, A. C. N. de. **Importância socioeconômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaçá**. Juazeiro: Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada, 2001. 8 p.
- SANTOS, C. A. F., ARAUJO, F. P. de, NASCIMENTO, C. E. de S., LIMA-FILHO, J.M.P. **Umbuzeiro como porta-enxerto de outras Spondias em condições de sequeiro: avaliações aos cinco anos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., Belém: SBF, 2002.
- SCALBERT, A.; WILLIANSO, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal Nutrition**. n. 130, p. 2073S-85S, 2000.
- SCALON, S. de P. Q.; DELL'OLLIO, P.; FORNASIERI, J. L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess – Mirtaceae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1965-1968, 2004.
- SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 361-371, 2002.

- SEYMOUR, G. B.; McGLASSON, W. B. Melons. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, p. 273-290. 1993.
- SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Editora-Livraria Varela, 1996. 517 p., p.139-157.
- SHAHIDI, F., JANITHA, P.K., WANASUNDARA, P.D. Phenolics antioxidant. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.
- SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Rev. Nutr.**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.
- SHEWFELT, R. L. Postharvest Treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, v.5, p.70-78, 1986.
- SIES, H. Strategies of antioxidant defence: review. **Eur. J. Biochem.**, v. 215, n. 2, p. 213-219, 1993.
- SIGRIST, J. M. M. **Tecnologia de Pós-colheita de Frutos Tropicais**. Campinas: ITAL, 1988. p. 21-27.
- SILVA, M.L.N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J.M.; MARQUES, J.J.G.S.M.; CARVALHO, A.M. Estabilidade e resistência de agregados de Latos solo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 97-103, jan. 1998.
- SILVA, C. M. M. de; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA (Boletim de Pesquisa, n.34), 17 p. 1987.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, 1999.
- SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Rev. Nutr.**, v.14, n. 2, p.135-143, 2001.
- SILVA, L. R. S. **Qualidade e atividade de frutos de genótipos de umbucajazeiras (*Spondias* sp.) oriundos da microrregião de Iguatu, CE**. 2008.
- SILVA, Q. J. da. **Caracterização de frutos de genótipos de cirigueleiras (*Spondias purpúrea* L.)**. (Dissertação de Mestrado), Recife: UFRPE, 2011. 107p.

- SINGH, R. B., DUBNOV, G., NIAZ, M. A., GHOSH, S., SINGH, R., RASTOGI, S. S., MANOR, O., PELLA, D., BERRY, E.M. Effect of an Indo-Mediterranean diet on progression of coronary artery disease in high risk patients (Indo-Mediterranean Diet Heart Study): a randomized single-blind trial. *Lancet*, v. 360, p. 455-1461, 2003.
- SINGLETON, V. L.; GORTNER, W. A. Chemical and physical development of the pineapple fruit. II Carbohydrate and acid constituents. **Journal of Food Science**, Chicago, v.30, n.1, p.19-23, 1965.
- SINNECKER, P.; BARROS, R. M. C.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Atividade antioxidante de clorofilas e seus derivados. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004, Recife. **CD-ROM**... Pernambuco.
- SLAGA, T.J. Inhibition of skin tumor initiation, promotion, and progression by antioxidants and related compounds. **Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, 35: 51-57, 1995.
- SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 437-467, 2001.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição**, 15, p. 71-81, 2002.
- SOKMEN, A. et al. The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. **Food Chemistry**, n. 15, p. 627-634, 2004.
- SOBRATTEE, M. A.; et al. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Resource*, v. 579, n. 1, p. 200-213, 2005.
- SPEIRS, J.; BRADY, C. J. Modification of Gene Expression in Ripening Fruit. Australian **Journal of Plant Physiology**, Victoria, n. 18, p. 519-532, 1991.
- STAHL W, SIES H. Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. In: Packer L, Hiramatsu M, Yoshikawa T. Antioxidant food supplements in human health. San Diego: **Academic Press**, p.183-98, 1999.
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428p (1967).
- THURNHAM, D. I. Carotenoids: function and fallacies. **Proceedings of the Nutrition**, 1994.

- TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.
- ULRICH, R. **Organic acids**. In: HULME, A. C. The Biochemistry of the Fruits and their Products. London: Academic Press, p.305-358, 1970.
- VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Wiscosin - Madison, 2000. Cap. 10, p. 782-799.
- WACH, A. et al. Quercetin content in some food and herbal samples. **Food Chemistry**, v. 100, p. 699-704, 2007.
- WANG, C. Y. **Chilling injury of horticultural crops**. Boca Raton: CRC Press, 1990.
- WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, n. 2, p. 304-309, 1997.
- WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology Technology**. v. 9, n. 2, p. 115-126, 1996.
- WATADA, A.E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 201-205, 1999.
- WEICHMANN, J. The effect of Controlled-Atmosphere Storage on the Sensory and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 8, p.101-127, 1986.
- WOLLGAST, J.; ANKLAN, E. Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health. **Food Research International**, n. 33. p. 449-459, 2000.
- 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.
- YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal Agriculture Food Chemistry**. Chicago: v. 49, p. 4083-4089, 2002.
- YUYAMA, L. K. O.; ROSA, R. D.; AGUIAR, J. P. L.; NAGAHAMA, D.; ALENCAR, F. H.; YUYAMA, K.; CORDEIRO, G. W. de O.; MARQUES, H. de O. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação antianêmica? **ACTA Amazônica**. v. 32, n. 4, p. 625-633, 2002.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5165-5170, 2001.

ZULUETA, A. et al. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. **Food Chemistry**, v. 103, n. 4, p. 1365-1374, 2007.