



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - POSAGRO

MARIA LUIZA GRIGIO

**CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)**

**BOA VISTA
RORAIMA - BRASIL**

2013

MARIA LUIZA GRIGIO

**CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima em parceria com a Embrapa Roraima.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

Boa Vista – RR

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

G857c Grigio, Maria Luiza

Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) / Maria Luiza Grigio. -- Boa Vista, 2013.

72 p. : il.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

1 – Amazônia. 2 – Antioxidantes. 3 – Compostos fenólicos. 4 – DPPH. 5 – FRAP. I - Título. II – Chagas, Edvan Alves (orientador).

CDU 634.42(811)

MARIA LUIZA GRIGIO

CARACTERIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Aprovado em: 07 / 02 / 2013

Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas
Orientador - Embrapa Roraima

Pesquisadora Dra. Maria Fernanda Berlingieri Durigan
Co-orientadora – Embrapa Roraima

Professor Dr. Wellington Farias Araújo
Universidade Federal de Roraima

Pesquisadora Dra. Christinny Giselly Bacelar Lima
EMBRAPA/CAPES/PNPD

Aos meus pais, Octaviano Grigio "*in memoriam*" e Natalia Maria Thomas Grigio, que além de me prestigiarem com o dom da vida, me ensinaram a vivê-la com dignidade.

Cheios de amor, carinho e dedicação ensinaram que a vida é um constante aprendizado e que sem Deus não somos nada.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, razão da minha existência, de onde vim e pra onde voltarei, por ter colocando pessoas maravilhosas que contribuíram para meu desenvolvimento profissional e humano, que no seu imenso amor me dá forças para seguir.

Aos meus pais, Octaviano *"in memoriam"* e Natalia, que sempre me incentivaram e no decorrer de minha vida, além de extenso amor e carinho que me dedicaram, contribuíram grandemente para o que sou hoje.

Aos meus irmãos de Octaviano Grigio Júnior e Charminne Andrade Brito, por toda a paciência, ajuda e compreensão no decorrer deste tempo.

Ao Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas, e a Dra. Maria Fernanda B. Durigan, pela orientação, amizade e ensinamentos sempre transmitidos com objetividade e clareza, incentivo constante durante o trabalho, pela disponibilidade de tempo para ajudar e orientar no desenvolvimento da pesquisa, e por desprendem apoio de forma incondicional para a realização deste trabalho.

A Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP-Botucatu, em especial a Dra. Érika Fujita pela ajuda e pelos conhecimentos transmitidos e apoio necessário à realização deste trabalho.

A Dra. Christinny Giselly Bacelar Lima que colaborou grandemente nas viagens para coleta dos frutos, sempre superando as adversidades encontradas nas nossas aventuras na busca pelo camu-camu.

As sempre presentes: Ataiza de Andrade Sousa, Cassia Rejane do Nascimento, Leonara Lima de Vasconcelos e Vanuza Xavier da Silva, pelas semanas e fins de semana trabalhando incansavelmente, pela inestimável ajuda na realização deste trabalho, além do fiel companheirismo.

Aos meus colegas da equipe de Fruticultura da Embrapa-RR: Dra. Verônica, Dra. Aline, Maria da Conceição "Nilma", Marcela, Ricardo, Carlos Abanto, Jeysse, Jhon Klynton, Elias Ariel, Olisson, Guilherme, Jaqueline, Isabel, Bruna, Eumilene, Joanice e Adamor, muito obrigada a todos, pela convivência agradável, pelo companheirismo, carinho, apoio, e pelos momentos de descontração.

Aos colegas de mestrado pelos momentos de estudo e também de descontração.

Aos familiares, amigos, servidores da Embrapa e da UFRR pela ajuda direta e indireta, aos quais contribuíram para que o objetivo final fosse alcançado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela amizade e conhecimentos repassados.

À Universidade Federal de Roraima e Embrapa Roraima, respeitáveis Instituições, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro, Proc. 550963/2010-3.

BIOGRAFIA

MARIA LUIZA GRIGIO, filha de Octaviano Grigio e Natalia Maria Thomas Grigio, nasceu em 17 de maio de 1986, na cidade de Vitória, no Estado de Espírito Santo.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Major Alcides, no ano de 2003, em Boa Vista, Roraima.

Em março de 2004 ingressou no curso de bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Roraima (UFRR), concluindo o curso em junho de 2010. Durante a graduação foi bolsista do programa de iniciação científica da UFRR (PICI), desenvolvendo atividades dentro de projetos na área de biotecnologia de produtos vegetais.

Estagiou, em 2009, no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Roraima, em Boa Vista-RR. Também estagiou, em 2012, no laboratório de Frutos e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP-Botucatu, onde obteve aprendizado de análises físicas, químicas e físico-químicas de alimentos.

Em março de 2011 foi admitida no curso de Mestrado em Agronomia do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFRR (POSAGRO), dentro do qual foi bolsista do CNPq.

GRIGIO, Maria Luiza. **Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh).** 2013. 72 p. Dissertação de Mestrado / Dissertação de Mestrado em Agronomia-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

RESUMO

O camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) é uma espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae. Possui potencial econômico, por se tratar do fruto com maior quantidade de vitamina C, chegando a atingir 6.112 mg de ácido ascórbico por 100 g⁻¹ de polpa. Objetivou-se com o presente trabalho caracterizar os frutos de camu-camu detectando-se o melhor ponto de colheita para o fruto, assim como testar tecnologias pós-colheita e de armazenamento em sua conservação. Foram realizados dois experimentos. O primeiro, objetivou a determinação do ponto de colheita onde os frutos foram colhidos em três diferentes estádios de maturação (imaturo, semi-maturo e maturo) e armazenados por oito dias. No segundo, foram testadas embalagens e temperaturas de armazenamento constituindo os seguintes tratamentos: T1 (sem embalagem a temperatura ambiente, 22 °C); T2 (sem embalagem a 15 °C); T3 (sem embalagem a 20 °C); T4 (PET a temperatura ambiente, 22 °C); T5 (PET a 15 °C); T6 (PET a 20 °C); T7 (PVC a temperatura ambiente, 22 °C); T8 (PVC a 15 °C); e T9 (PVC a 20 °C). Os delineamentos utilizados foram inteiramente casualizados em arranjo fatorial. Os frutos foram analisados diariamente quanto a: perda de massa fresca, pH, teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), vitamina C total, carotenoides, antocianinas, clorofilas A e B, flavonoides e compostos fenólicos totais, assim como a atividade antioxidante (FRAP e DPPH) e o índice de maturação (SS/AT). No estágio semi-maturo houve uma maior conservação dos atributos de qualidade (SS, AT e menor perda de massa), assim como do teor de ácido ascórbico e da atividade antioxidante (FRAP). Os pigmentos carotenoides, flavonoides e antocianinas, assim como o teor de vitamina C apresentaram maiores conteúdos nos frutos colhidos maduros, sendo esse estágio considerado o indicado para a extração desses biocompostos funcionais. Esse ponto de colheita também correspondeu ao maior conteúdo médio de fenólicos totais e da atividade antioxidante (DPPH). Assim o melhor ponto de colheita para a extração de pigmentos e biocompostos antioxidantes do camu-camu é o estágio maturo. Quando a intenção for obter maior vida de prateleira, o melhor ponto de colheita é o semi-maturo, por conservar os atributos qualitativos por mais tempo. No armazenamento pós-colheita do camu-camu concluiu-se que a melhor conservação dos atributos qualitativos e a melhor conservação dos pigmentos e biocompostos antioxidantes ocorreu quando os frutos foram armazenados a 15 °C em conjunto com a bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme de PVC.

Palavras-chave: Amazônia, Antioxidantes, Compostos Fenólicos, DPPH, FRAP.

GRIGIO, Maria Luiza. **Characterization and post-harvest conservation de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)**. 2013. 72 p. Master of Science Dissertation/ Master of Science Dissertation in Agronomy-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

ABSTRACT

The camu-camu tree (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) is fruit-bearing tree belonging to the family Myrtaceae. It possesses economic potential for being concerned with the fruit of greatest amount of vitamin C, coming to reach 6.112 mg of ascorbic acid per 100 g⁻¹ of pulp. It was aimed through the present work to characterize the camu-camu fruit by detecting the best harvest date for the fruit as well as to test post-harvest and storage technologies in their conservation. Two experiments were conducted. The first one aimed at the determination of the harvest date where the fruits were collected at three different ripening stages (unripe, semi-ripe and ripe) and stored for eight days. In the second one, packages and storage temperatures constituting the following treatments were tested: T1 (with no package at room temperature, 22 °C); T2 (with no package at 15 °C); T3 (with no package at 20 °C); T4 (PET at room temperature, 22 °C); T5 (PET at 15 °C); T6 (PET at 20 °C); T7 (PVC at room temperature, 22 °C); T8 (PVC at 15 °C); and T9 (PVC at 20 °C). The designs utilized were completely randomized in factorial arrangement. The fruit were analyzed daily as to: the loss of fresh mass, pH, contents of soluble solids (SS), titrable acidity (TA), ascorbic acid (AA), total vitamin C, carotenoids, anthocyanins, chlorophylls A e B, flavonoids and total phenolic compounds as well as the antioxidant activity (FRAP and DPPH) and the maturation index (SS/TA). At the semi-ripe stage, there was a greater conservation of the quality attributes (SS, TA and less mass loss) as well as of the ascorbic acid content and of the antioxidant activity (FRAP). The pigments carotenoides, flavonoids and anthocyanins as well as the content of vitamin C presented higher amounts in the fruit collected matures; that stage being regarded as the appropriate for the extraction of those functional biocompounds. That harvest date also corresponded to the highest average content of total phenolics and of the antioxidant activity (DPPH). So, the best harvest date for the extraction of both pigments and antioxidant biocompounds of camu-camu is the ripe stage. When the intention is obtaining longest shelf-life, the best harvest date is the semi-ripe, for conserving the qualitative attributes for longer. In the post-harvest storage of the camu-camu, it follows that the best conservation of the qualitative attributes and the best conservation of the pigments and antioxidant biocompounds occurred when the fruit were stored at 15 °C jointly with the expanded polystyrene tray covered with PVC film.

Key words: Amazon rainforest, Antioxidants, Phenolic Compounds, DPPH, FRAP.

LISTA DE FIGURAS

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO A

FIGURA 1	Evolução da perda de massa fresca em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	34
FIGURA 2	Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu, colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	35
FIGURA 3	Teor de acidez titulável em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	36
FIGURA 4	Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	37
FIGURA 5	Teor de Vitamina C Total em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	38
FIGURA 6	Teor de carotenoides em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	39
FIGURA 7	Teor de antocianinas em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	40
FIGURA 8	Teor Clorofila A em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	41
FIGURA 9	Teor de Clorofila B em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	42
FIGURA 10	Teor de flavonoides em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	43
FIGURA 11	Compostos fenólicos em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	44
FIGURA 12	Atividade antioxidante (FRAP) em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	45
FIGURA 13	Atividade antioxidante (DPPH) em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.....	46

RELAÇÃO DE FIGURAS DO ARTIGO B

FIGURA 1	Evolução da perda de massa em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	55
FIGURA 2	Evolução da perda de massa de frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	56

FIGURA 3	pH dos frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	57
FIGURA 4	Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	58
FIGURA 5	Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	58
FIGURA 6	Teor de acidez titulável em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas Roraima, 2013.....	59
FIGURA 7	Índice de maturação ou "Ratio" (SS/AT) em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	60
FIGURA 8	Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	61
FIGURA 9	Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	62
FIGURA 10	Teor de clorofila A de frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	63
FIGURA 11	Teor de clorofila A em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

AA- Ácido Ascórbico

AT- Acidez Titulável

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BASA- Banco da Amazônia

DPPH- 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

EAG- Equivalente de ácido gálico

FRAP- Ferric reducing activity/antioxidant power

IAL- Instituto Adolfo Lutz

MS- Ministério da Saúde

PET- Polietileno tereftalado

pH- Potencial Hidrogeniônico

PVC- Policloreto de vinila

SS- Sólidos solúveis

TEAC- Capacidade antioxidante em equivalente de TROLOX

TROLOX- Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico

UV- Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Fruticultura nativa da Amazônia	17
3.2 Camu-camu	18
3.3 Propriedades Funcionais	21
3.3.1 Compostos Fenólicos	23
3.3.2 Antioxidantes	24
4 ARTIGO A: DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE CAMU-CAMU (<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) Mc Vaugh)	25
4.1 Resumo	25
4.2 Abstract	26
4.3 Introdução	27
4.4 Material e métodos	29
4.5 Resultados e discussão	33
4.6 Conclusões	47
5 ARTIGO B: USO DE TECNOLOGIAS PÓS-COLHEITA DE ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DE CAMU-CAMU (<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) Mc Vaugh)	48
5.1 Resumo	48
5.2 Abstract	49
5.3 Introdução	50
5.4 Material e métodos	52
5.5 Resultados e discussão	54
5.6 Conclusões	65
6 CONCLUSÕES GERAIS	66
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

Apesar dos notórios avanços da fruticultura brasileira, consolidados no aumento da produção, da produtividade e da melhoria na qualidade dos frutos, a participação de frutos nativos ou exóticos no cenário da fruticultura nacional e mundial, é praticamente nulo em razão do seu caráter essencialmente extrativista (LEDERMAN et al., 2008). Isto pode ser considerado um desperdício tendo em vista o grande potencial produtivo e nutritivo dos frutos amazônicos, que geralmente são conhecidos apenas em sua região de produção, assim como o camu-camu, alvo desta investigação científica. Oriundo da Amazônia, este vem sendo estudado pelo alto potencial nutricional, reconhecidamente como o fruto com um dos maiores teores de vitamina C, superando frutos como a acerola, laranja, limão, goiaba, entre outras.

Diversas espécies frutíferas nativas da Amazônia e pouco difundidas vêm sendo alvo de intensa investigação científica, devendo assim ser apresentadas como alternativas para as novas exigências mercadológicas. Segundo Bastos et al. (2008), a riqueza e a variedade dos frutos amazônicos, bem como seu sabor exótico, sempre despertaram o interesse e a curiosidade de muitos. Dessa forma além da demanda mundial por novos sabores, os consumidores buscam ainda frutos nutritivos, saudáveis e principalmente com composições notáveis em biomoléculas, sendo valorizados como alimentos funcionais.

Contudo, a valorização dos frutos nativos da Amazônia está sujeita às restrições de desenvolvimento da própria região, uma vez que esse ecossistema é ecologicamente muito sensível, contando com limitados conhecimentos científicos de apoio e onde as distâncias entre parceiros, fornecedores, clientes, sobretudo mercados, implicam em estratégias específicas (PALLET, 2002).

O conhecimento dessas espécies e a caracterização das propriedades tecnológicas e funcionais desses frutos, em função da própria biodiversidade, ainda constitui um desafio importante para a valorização dos mesmos (LINS, 2006), uma vez que grande número dessas espécies ainda não foram suficientemente estudadas, dificultando a inserção de frutos nativos na dieta alimentar humana.

Embora o mercado para a produção e exportação de espécies nativas apresente uma tendência promissora, ainda se registram perdas significativas ao longo de toda a cadeia produtiva. Fatores como sazonalidade e técnicas

inadequadas de colheita e pós-colheita contribuem com perdas estimadas entre 20% a 50% da produção dos frutos tropicais tradicionalmente comercializados. Com os frutos nativos ou exóticos, esses valores são numericamente superiores, onde geralmente ultrapassam os 50%, devido à falta de domesticação dessas espécies (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A inadequada manipulação pós-colheita possui grande influência sobre as perdas qualitativas dos frutos, sendo o ponto de colheita e o manejo nesta etapa considerados fatores determinantes em relação à qualidade e vida útil desses frutos. Apesar do pouco conhecimento científico sobre indicadores de ponto de colheita e maturação de frutos nativos, estes fatores estão intimamente relacionados ao padrão fisiológico de cada um deles. A utilização de técnicas adequadas de colheita e pós-colheita propiciam frutos com características desejáveis com uma boa manutenção do padrão de qualidade por períodos prolongados, seja para o consumo *in natura* ou para a extração de componentes químicos específicos.

A determinação das variáveis físicas, químicas e físico-químicas dos frutos do camu-camuzeiro poderá contribuir para o conhecimento da fisiologia pós-colheita desses frutos e da tecnologia a ser utilizada nesta etapa. Além disso, determinar e analisar o teor de ácido ascórbico, principal componente da vitamina C, nos camu-camus submetidos a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento é de suma importância para a melhor conservação desse nutriente. Assim, vislumbra-se a otimização e o máximo aproveitamento do grande potencial de uso *in natura* e industrial desse fruto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar os parâmetros físicos, químicos, físico-químicos, e a atividade antioxidante dos frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e sob diferentes condições de armazenamento, visando maior vida útil e conservação de sua qualidade.

2.2 Objetivos específicos

Identificar potenciais características qualitativas, como a atividade antioxidante desses frutos e suas propriedades para utilização na forma de alimentos funcionais;

Determinar o melhor ponto de colheita para os frutos estudados, de acordo com a manutenção dos seus atributos qualitativos e compostos bioativos durante a sua vida de prateleira; e,

Determinar técnicas associadas de armazenamento pós-colheita que melhor conservem a qualidade e aumentem a vida útil dos frutos de camu-camu.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fruticultura Nativa da Amazônia

Na Amazônia, a fruticultura vem se expandindo, principalmente na última década, por meio de diversos produtos regionais que se destacam pelo sabor exótico e diferenciado. É a quarta principal atividade econômica da Região e do ponto de vista socioeconômico é a atividade que apresenta o maior potencial de distribuição de renda em fluxo regular ao longo de toda cadeia produtiva, envolvendo milhares de pequenos produtores e indústrias processadoras, com uma atividade intensiva em mão-de-obra (BASA, 2008).

A Amazônica brasileira apresenta elevada biodisponibilidade de espécies frutíferas e se constitui no mais importante repositório das mesmas, com aproximadamente 220 espécies de plantas produtoras de frutos comestíveis, o que representa 44% da diversidade de frutos nativos do Brasil (CARVALHO; NASCIMENTO, 2004). Esses frutos são caracterizados como fontes consideráveis de micronutrientes, com grande potencial de utilização na alimentação humana e segurança alimentar, ajudando na preservação da saúde da população.

Segundo Rufino (2008), diversas espécies não-tradicionais vem sendo utilizadas pelas populações locais brasileiras, em decorrência do grande potencial de exploração no mercado para consumo *in natura* e/ou industrializado. O incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas vem sendo atribuído à crescente preocupação do consumidor com uma dieta saudável (YAHIA, 2010).

Sabe-se que o consumo de frutos nativos ou exóticos e seus derivados aumentou significativamente nos últimos anos. Isto também se deve ao avanço na tecnologia de alimentos, que torna possível o processamento de frutas e seu armazenamento em embalagens práticas (SATIM; SANTOS, 2009), aumentando a vida útil desses produtos e ao mesmo tempo mantendo-as em um padrão de qualidade desejável por mais tempo. Entretanto, com o maior número de investigações científicas acerca da fruticultura nativa da Amazônia, e com a divulgação desses produtos, tanto o consumo como a comercialização podem ser alavancados.

A biodiversidade amazônica é composta principalmente por fruteiras nativas, as quais apresentam grande aceitação para consumo *in natura* e de seus subprodutos, principalmente pelos povos da região. As espécies frutíferas utilizadas tanto em ocorrência natural ou cultivadas, em benefício das comunidades locais e regionais, geralmente não implicam em nenhum impacto ambiental, onde quase a totalidade das plantações estão em áreas que já foram anteriormente degradadas. Seu cultivo em bases sustentáveis também propicia a geração de empregos, de renda, de serviços e de outras facilidades de cunho social, econômico e ambiental (SOUZA; SILVA, 2008).

Dentre as espécies de fruteiras nativas da Amazônia com potencial reconhecidamente promissor, destacam-se as da família Myrtaceae, a qual engloba o camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), fruto de grande potencial nutricional e comercial.

3.2 Camu-camu

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, ou sarão, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, nativa das várzeas e lagos da Amazônia (MAEDA et al., 2007). Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru, com a denominação de camu-camu, na Amazônia Central (Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e no Estado de Roraima (nas margens de lagos naturais junto ao Rio Cauamé), onde é conhecido com a denominação de caçari (SMIDERLE; SOUSA, 2008). Sua distribuição é ampla as margens dos rios e igarapés roraimenses. De acordo com Carvalho (2012) o camu-camu no estado de Roraima é encontrado nos municípios de Amajari, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracará, Caroebe, Normandia e Rorainópolis.

O camu-camuzeiro é uma das fruteiras tipicamente amazônicas, que cresce na beira de rios e lagos de toda a bacia dessa região. Seu *habitat* varia desde solos férteis da várzea do Peru, onde há influência direta dos Andes, até solos de baixa fertilidade das praias de areias brancas do Rio Negro. As plantas conseguem se adaptar ao *habitat*, pois em solos férteis, as raízes são curtas e ficam próximas ao

caule principal, enquanto em solos pobres, como areia branca, o sistema radicular pode se estender por três vezes ou mais o diâmetro de sua copa. Este fato pode influenciar diretamente na produção dos frutos. Plantas bem nutridas produzem todos os anos, e plantas em solos pobres produzem a cada dois ou três anos, acumulando reservas. Em solos de terra firme, onde os nutrientes e a água podem ser controlados, esta planta pode produzir mais de duas safras anuais (YUYAMA, 2011).

O camu-camuzeiro em suas condições naturais frutifica entre os meses de novembro e março. Quando cultivado em terra firme, como na cidade de Manaus, produz flores e frutos durante o ano inteiro, com queda na produção nos meses de julho e agosto (RIBEIRO; MOTA; PADINHA, 2002).

A planta é um arbusto que alcança de 3 a 8 metros de altura, podendo apresentar várias ramificações. Pode assumir diversas formas, como o tipo taça, com um caule principal e muitos ramos secundários, que é a mais apropriada para produção de frutos, ou de vários caules com muitos ramos secundários. O caule apresenta consistência dura, porém flexível, sendo necessário o tutoramento das plantas quando carregadas de frutos, a fim de evitar a quebra dos ramos por excesso de peso. As folhas são simples e opostas, de forma ovalada, elípticas ou lanceoladas, com comprimento que varia de 4 a 11 cm e largura de 2 a 4 cm. As flores podem se apresentar individualmente ou em forma de inflorescência, e são encontradas nas axilas das folhas, em toda a extensão dos ramos superiores (YUYAMA et al., 2010).

Fruto bacáceo, globoso, com mesocarpo carnoso (gelatinoso) e esbranquiçado, de sabor cítrico; verde-pálido quando imaturo e variando de vermelho-escuro a púrpuro-negro, quando maduros; com altura de 1,4 a 2,7 cm, diâmetro de 1,60 a 3,10 cm de diâmetro e peso médio de 8,4 g. O número de sementes varia de 1 a 4 por fruto, com formato reniforme, com fibrilas na superfície, apresentando boas características agrônômicas, tecnológicas e nutricionais (YUYAMA, 2011; MAEDA et al., 2006).

O crescente interesse pelos frutos de camu-camu é função do seu notável conteúdo de vitamina C. Yuyama, Aguiar e Yuyama (2002) estudando frutos oriundos da região Leste de Roraima, detectaram valores médios de vitamina C entre 3.571 e 6.112 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca, o que o torna o fruto com o maior

teor de ácido ascórbico da atualidade. Além da vitamina C, os frutos de camu-camu contêm outros compostos antioxidantes como carotenoides, antocianinas e outros compostos fenólicos que são fornecidos pela sua ingestão (SILVA, 2012). Seu elevado teor de potássio sugere sua indicação para hipertensos, uma vez que proporciona melhor equilíbrio de sais no organismo, principalmente em relação ao cloreto de sódio (MENEZES, 2001).

Chirinos et al. (2010), trabalhando com camu-camu no Peru, detectaram teores de vitamina C numericamente mais elevados em frutos verdes que em outros estádios de maturação. Entretanto, Yuyama e Sousa (2001) constataram que a variação na concentração de vitamina C ocorre em função do estágio de maturação, ou seja, o teor de vitamina C é mais elevado quando os frutos apresentam casca com coloração arroxeadada e polpa rósea. Acredita-se que a variação genética do fruto pode influenciar, de forma significativa, os teores encontrados, indicando a necessidade de estudos mais aprofundados.

Apesar da descoberta e divulgação da alta concentração de ácido ascórbico no camu-camu e da sua adaptabilidade em terra-firme, este fruto ainda não faz parte dos hábitos alimentares da população amazonense e sua demanda pelas agroindústrias ainda é baixa (MAEDA et al., 2006). No entanto, nos últimos anos, houve um grande aumento na demanda por esses frutos e novas plantações vêm sendo introduzidas com sucesso no Peru e na Amazônia (BARRETO, 2008) e, conseqüentemente sua comercialização. Nos Estados Unidos, Japão e França, as indústrias farmacêuticas transformam o camu-camu em tabletes de vitamina C, enquanto que no Brasil são utilizados no preparo de cosméticos. Na Amazônia são utilizados especialmente no preparo de refrescos, sorvetes, geléias, doces e licores (VIEGAS et al., 2004).

Os principais atributos qualitativos do marketing comercial são os elevados teores de ácido ascórbico, visando principalmente o combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009). Entretanto, um dos fatores que contribuem para a restrição do seu consumo são o sabor muito ácido da polpa e o amargor da casca, levando à necessidade de pesquisas para o melhor aproveitamento do fruto.

Uma das alternativas para a utilização deste fruto é na forma de néctar, uma bebida natural, nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento (MAEDA et al., 2006). Ainda de acordo com Maeda et al. (2007) a concentração e estabilidade desta vitamina variam com a espécie, estágio de maturação, tempo e temperatura de processamento, pH e presença de oxigênio e enzimas. Essa degradação pode ocorrer durante o processamento e/ou armazenamento do alimento.

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de composição em compostos fenólicos totais, antocianinas, carotenoides e atividade antioxidante da polpa de camu-camu, reportados por Rufino et al. (2010).

Tabela 1: Substâncias bioativas, compostos fenólicos e atividade antioxidante de camu-camu.

	Camu-camu
Vitamina C (mg 100 g⁻¹)	1882 ± 43,2
Antocianinas Totais (mg 100 g⁻¹)	42,2 ± 17,0
Carotenoides Totais (mg 100 g⁻¹)	0,4 ± 0,0
Compostos Fenólicos (mg de ácido gálico 100 g⁻¹)	1176 ± 14,8
Flavonoides (mg 100 g⁻¹)	20,1 ± 4,4
DPPH (TEAC (g de Trolox g⁻¹))	478 ± 1,2
FRAP (μmol Fe₂SO₄ g⁻¹)	279 ± 1,5

FONTE: Rufino et al., 2010

O desenvolvimento de tecnologias para o processamento do camu-camu é uma alternativa para aumentar sua vida útil e, em alguns casos, reduzir os custos de transporte e armazenagem. Entretanto, durante o processamento convencional ocorrem perdas elevadas de vitamina C como, por exemplo, na pasteurização térmica e na concentração por evaporação (BARRETO, 2008).

3.3 Propriedades Funcionais

Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, por meio de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

Segundo Roberfroid (2002), um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado que o mesmo pode afetar beneficemente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença.

Como descrito por Moraes e Colla (2006), o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), regulamentou os Alimentos Funcionais por meio das resoluções ANVISA/MS 16/99, ANVISA/MS 17/99, e ANVISA/MS 19/99, cujas principais diretrizes para a utilização da alegação de propriedades funcionais e ou de saúde são:

a) A alegação de propriedades funcionais e ou de saúde é permitida em caráter opcional;

b) O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzirem efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica;

c) São permitidas alegações de função ou conteúdo para nutrientes e não nutrientes, podendo ser aceitas aquelas que descrevem o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo, mediante demonstração da eficácia. Para os nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica não será necessária a demonstração de eficácia ou análise da mesma para alegação funcional na rotulagem;

d) No caso de uma nova propriedade funcional, há necessidade de comprovação científica da alegação de propriedades funcionais e ou de saúde e da segurança de uso;

e) As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e à redução de risco de doenças. Não são permitidas alegações de saúde que façam referência à cura.

3.3.1 Compostos Fenólicos

Os chamados compostos fenólicos são metabolitos secundários sintetizados pelas plantas durante seu desenvolvimento normal e incrementam seu conteúdo em resposta as condições de estresse, tais como infecções, radiações UV e outros (JAUREGUI et al., 2009). São substâncias amplamente distribuídas na natureza, com mais de 8000 compostos fenólicos já detectados em plantas, podendo apresentar-se na forma de pigmentos, que dão coloração aos alimentos (SILVA et al., 2010).

Estes compostos são substâncias que possuem pelo menos um anel aromático no qual pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Englobam uma gama enorme de substâncias, dentre elas os ácidos fenólicos, que em sua composição química, possuem também propriedades antioxidantes (SOARES, 2002). Ultimamente os compostos fenólicos têm ganhado grande atenção, devido à sua capacidade antioxidante, ou seja, sua capacidade de eliminação de radicais livres, o que indica potenciais implicações benéficas na saúde humana (ROSS; KASUM, 2002).

Segundo Silva et al. (2010) esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonoides (polifenóis) e não-flavonoides (fenóis simples ou ácidos). Destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (SOARES, 2002). Segundo Chirinos et al. (2010), os flavonóis e o ácido elágico são os compostos fenólicos mais representativos quando foram avaliados três estádios de maturação de camu-camu.

Atualmente, com a busca cada vez maior por produtos naturais e com a crescente utilização de compostos antioxidantes em terapias preventivas, nas quais os radicais livres estão implicados, os produtos naturais, ricos em vitaminas e compostos fenólicos, têm merecido especial atenção. A determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo.

3.3.2 Antioxidantes

A oxidação nos sistemas biológicos ocorre devido à ação dos radicais livres no organismo, onde essas moléculas possuem um elétron isolado, livre para se ligar a qualquer outro elétron, e por isso são extremamente reativas (MORAES; COLLA, 2006). Quanto à definição de antioxidantes, os autores salientam que as lesões causadas pelos radicais livres nas células podem ser prevenidas ou reduzidas por meio da atividade de antioxidantes, que agem diretamente na neutralização da ação dos radicais livres ou participam indiretamente de sistemas enzimáticos com essa função. Assim, os antioxidantes são definidos como agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células.

Devido à ineficiência de nosso sistema imunológico, a influência de fatores externos como fumo, poluição, radiação UV e alimentação inadequada, podem levar o organismo a um estresse oxidativo. Assim, está estabelecida a importância de compostos antioxidantes provenientes da dieta alimentar que ajudam a suprir a deficiência natural e promover a proteção, a prevenção ou a redução dos efeitos causados pelo estresse oxidativo (HUANG; OU; PRIOR, 2005). O potencial antioxidante de um composto é determinado pela sua reatividade como doador de elétrons ou hidrogênio, capacidade de deslocar ou estabilizar um elétron desemparelhado, reatividade com outro antioxidante e reatividade com oxigênio molecular (MORAES; COLLA, 2006).

Dentre os antioxidantes destacam-se a vitamina C e E, a glutatona, o ácido úrico, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides, que eliminam radicais e inibem a iniciação da reação em cadeia ou impedem sua propagação (SHAMI; MOREIRA, 2004; PODSEDEK, 2007).

A exemplo de fruteiras nativas com potencial antioxidante, o camu-camu possui lugar de destaque, com elevado teor do potente antioxidante que é a vitamina C, além de possuir compostos fenólicos com elevada atividade antioxidante. Segundo Chirinos et al. (2010), a capacidade antioxidante de frutos de camu camu se deve principalmente a vitamina C, seguida da atividade de compostos fenólicos como catequinas e seus derivados, antocianinas, flavanóis e flavononas.

4. ARTIGO A: DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA EM CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)

4.1 RESUMO

O camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) é uma espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae. Apresenta grande potencial econômico, por se tratar do fruto com grande quantidade de vitamina C, chegando a atingir 6.112 mg de ácido ascórbico por 100 g⁻¹ de polpa. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o melhor ponto de colheita de camu-camu. Os frutos foram colhidos no município de Cantá, RR e levados para os laboratórios da Embrapa Roraima, onde foram higienizados, selecionados e armazenados a temperatura ambiente do laboratório (22 ± 2 °C e 70 ± 3% U.R). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial constituído de três diferentes estádios de maturação (imaturo, semi-maturo e maturo) e oito dias de armazenamento (3x8), sendo cada repetição composta por 30 frutos. Os frutos foram analisados todos os dias quanto a perda de massa fresca, pH, teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), vitamina C total, carotenoides, antocianinas, clorofilas A e B, flavonoides, compostos fenólicos totais, assim como atividade antioxidante (FRAP e DPPH) e índice de maturação (SS/AT). De acordo com os resultados obtidos, para todas as variáveis testadas a interação tratamento x dias apresentou efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Para as variáveis pH e índice de maturação, não houve ajuste de regressão nos modelos testados. Os frutos contendo os maiores teores de ácido ascórbico foram os colhidos no estágio semi-maturo. Nesse estágio também houve maior conservação dos atributos qualitativos (SS, AT e menor perda de massa), assim como os teores de ácido ascórbico e atividade antioxidante (FRAP). Os pigmentos (carotenoides, flavonoides e antocianinas), assim como os teores de vitamina C, apresentaram maiores valores quando os frutos foram colhidos no estágio maturo, sendo esse estágio considerado o indicado para a extração desses biocompostos funcionais. Os frutos colhidos neste estágio também continham maiores conteúdos médios de fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH) durante o armazenamento, atribuindo à vitamina C o grande potencial funcional do camu-camu.

Palavras-chave: Amazônia, Antioxidantes, Compostos Fenólicos, Maturação.

PAPER A: DETERMINATION OF THE HARVEST DATE IN CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)

4.2 ABSTRACT

The camu-camu tree (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) is a fruit-bearing species belonging to the family Myrtaceae. It presents a great economic potential for being concerned with a fruit with a great amount of vitamin C, coming to reach 6.112 mg of ascorbic acid per 100 g⁻¹ of pulp. The present work was carried out with the purpose of determining the best harvest date of camu-camu. The fruit were collected in the municipality of Cantá, RR and taken to the Embrapa Roraima laboratories where they were cleaned, selected and stored at room temperature of the laboratory (22 ± 2 °C and 70 ± 3% R.H). The experimental design utilized was the completely randomized with three replications in factorial arrangement constituted of three different ripening stages (unripe, semi-ripe and ripe) and eight days of storage (3x8), each replication being made up of 30 fruit. The fruit were surveyed every day as to the loss of fresh mass, pH, contents of soluble solids (SS), titrable acidity (TA), ascorbic acid (AA), total vitamin C, carotenoids, anthocyanins, chlorophylls A e B, flavonoids, total phenolic compounds as well as antioxidant activity (FRAP and DPPH) and maturation index (SS/TA). According to the results obtained for all the variables tested; the interaction treatment x days presented significant effect by the F test at 5% of probability. For the variables pH and maturation index, there was no adjustment of regression in the models tested. The fruits containing the greatest contents of ascorbic acid were those collected at the semi-ripe stage. At that stage, there was also increased conservation of the qualitative attributes (SS, TA and less mass loss) as well as the contents of ascorbic acid and antioxidant activity (FRAP). The pigments (carotenoids, flavonoids and anthocyanins) as well as the contents of vitamin C presented the greatest values when the fruit were collected at the ripe stage, that stage being regarded as the appropriate for the extraction of those functional biocompounds. The fruits collected at the stage also contained higher average contents of total phenolics and antioxidant activity (DPPH) during the storage, ascribing to vitamin C the great functional potential of the camu-camu.

Key words: Amazon rainforest, Antioxidants, Phenolic Compounds, Maturation.

4.3 INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, ou sarão, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, nativa das várzeas e lagos da Amazônia (MAEDA et al., 2007). Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios, estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru, com a denominação de camu-camu. Na Amazônia Central (regiões de Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e no Estado de Roraima (nas margens de lagos naturais junto ao Rio Cauamé) é conhecido como caçari (SMIDERLE; SOUSA, 2008). O crescente interesse pelos frutos de camu-camu está relacionado ao seu notável conteúdo de vitamina C. Atualmente, é considerado o fruto com o maior teor de vitamina C.

Um dos principais atributos qualitativos do marketing comercial são os elevados teores de ácido ascórbico para combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009). Entretanto um dos fatores que contribuem para a restrição do seu consumo são o sabor muito ácido da polpa e o amargor da casca, levando à necessidade de pesquisas para seu melhor aproveitamento. Uma das alternativas para a utilização deste fruto é na forma de néctar, uma bebida natural, nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento (MAEDA et al., 2006).

O desenvolvimento de tecnologias para o processamento do camu-camu, que é um fruto não-climatérico (PINEDO, 2002), é uma alternativa para aumentar sua vida útil e, em alguns casos, reduzir os custos de transporte e armazenamento. Entretanto, durante o processamento convencional ocorrem perdas elevadas de vitamina C como, por exemplo, na pasteurização térmica e na concentração por evaporação (BARRETO, 2008).

Chirinos et al. (2010), trabalhando com camu-camu no Peru, detectaram teores de vitamina C numericamente mais elevados em frutos verdes que em outros estádios de maturação. No entanto, Yuyama e Sousa (2001) constataram que a variação na concentração de vitamina C ocorre em função do estágio de maturação, ou seja, o teor de vitamina C é mais elevado quando os frutos apresentam coloração arroxeadada da casca e coloração rósea da polpa.

Silva (2012), trabalhando com camu-camu em diferentes estádios de maturação, detectou que o período de maior teor de ácido ascórbico foi aos 88 dias após a antese, ou seja, no início do amadurecimento, dado pelos atributos qualitativos desenvolvidos nesse período, apresentando decréscimos nos períodos subsequentes, quando totalmente vermelhos. Esse período também correspondeu ao maior conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante, atribuindo à vitamina C o potencial funcional do camu-camu.

Villanueva-Tiburcio, Condezo-Hoyos e Asquiere (2010) quando trabalharam com frutos de camu-camu frescos e secos, em três estádios de maturação, verificaram que a maior quantidade de ácido ascórbico foi encontrada na casca do camu-camu maduro em estado fresco. Quando testados em frutos secos, os semi-maturos apresentaram quantidades superiores de ácido ascórbico na casca. Essa variação na concentração de ácido ascórbico pode estar ligada a acidez, uma vez que os ácidos presentes no fruto facilitam a degradação do ácido ascórbico.

É notória a grande variabilidade de informações a respeito do melhor ponto de colheita do camu-camu. Este fato pode estar relacionado à grande variabilidade genética do fruto, influenciando significativamente os teores encontrados, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados. Segundo Maeda et al (2007) a concentração e a estabilidade da vitamina C no camu-camu variam com a espécie, estágio de maturação, tempo e temperatura de processamento, pH e presença de oxigênio e enzimas. A degradação desse composto bioativo pode ocorrer durante o processamento e/ou armazenamento do alimento.

De acordo com Silva (2012), os pigmentos carotenoides, flavonoides e antocianinas e a vitamina C estão presentes em maiores conteúdos na casca dos frutos, conferindo-lhes maior atividade antioxidante, sendo a parte mais indicada para extração desses biocompostos funcionais.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar, por meio de atributos qualitativos e compostos bioativos, o melhor ponto de colheita de frutos do camu-camuzeiro.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de camu-camu utilizados no experimento foram colhidos de plantas nativas, localizadas as margens do Lago da Morena, município de Cantá, estado de Roraima, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°27'45"S, 60°50'14"W. Após a colheita, os frutos foram cuidadosamente transportados para o Setor de Fruticultura da Embrapa Roraima, onde foram selecionados quanto a ausência de danos, desenvolvimento fisiológico completo, e posteriormente higienizados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 30 minutos.

Os frutos foram divididos em três tratamentos, de acordo com o ponto de colheita, e classificados com base na coloração da casca em: imaturo (frutos apresentando a casca completamente verde); semi-maturo ou devez (frutos com coloração da casca 50% verde e 50% vinácea); maturo (frutos com a casca apresentando coloração 100% vinácea), que de acordo com Silva (2012), estas colorações da casca correspondem aos 60, 81 e 102 dias após a antese, respectivamente. Em seguida os frutos foram armazenados a temperatura ambiente do laboratório, controlada entre 22 ± 2 °C e $70 \pm 3\%$ de U.R.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial constituído de três diferentes estádios de maturação (imaturo, semi-maturo e maturo) e oito dias de armazenamento (3x8), sendo cada repetição composta por 30 frutos (total geral de aproximadamente 300 g de frutos).

Os frutos foram analisados diariamente. A cada dia de análise as amostras de frutos íntegros eram pesadas, para verificação da perda de massa fresca, e, após a retirada das sementes, o material restante (polpa + casca) era processado e homogeneizado para realização das análises químicas.

As análises realizadas foram:

Perda de Massa Fresca - As parcelas contendo os frutos já prontos e organizados para o armazenamento foram pesadas no dia da instalação do experimento. Diariamente esse peso era novamente verificado e os resultados expressos em % de massa fresca perdida em relação ao peso inicial.

pH (potencial hidrogeniônico) - Seguiu-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), esta análise foi realizada com peagâmetro, cujo eletrodo era imerso na amostra processada.

Sólidos Solúveis (SS) - Este teor foi determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro portátil, marca SOLOESTE, modelo RT-30ATC. A análise foi feita no filtrado homogêneo do material triturado, obtido pela sua separação das partes sólidas do fruto, com os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Acidez Titulável (AT) - Determinada segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram mensurados 10 g da amostra homogenizada, que foram diluídas em 100 mL de água destilada, adicionado de 2 gotas de solução de fenolftaleína, e titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1 N. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

Índice de Maturação ('Ratio') - Calculado pela relação entre os teores de SS e de AT.

Ácido Ascórbico (AA) - O conteúdo deste ácido foi determinado pelo método de Tillmans (IAL, 2008). Este método baseia-se na redução do corante 2,6 diclorofenol indofenol (DCFI) pela solução ácida do ácido ascórbico. Foram diluídas 10 g da amostra em 10 mL de ácido oxálico, filtrada e titulada com a solução de Tillmans. A reação é rápida e a mudança final é indicada pelo corante, que em meio ácido e uma vez todo oxidado pelo ácido ascórbico muda de coloração para uma cor rósea. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de amostra.

Vitamina C Total - Determinada pela metodologia de Terada et al. (1978) utilizando-se 1g de amostra, adicionada de 3 mL de ácido oxálico, homogeneizada e centrifugada a 4 °C, sob rotação de 6.000 rpm, por 20 minutos. Tomou-se 1 mL do sobrenadante, que foi adicionado de 3 mL de ácido oxálico a 0,5 %, 3 gotas de solução de 2,6-diclorofenolindofenol sal sódico, 1 mL de solução de 2, 4 dinitrofenil hidrazina a 2% e uma gota de solução de Tiuréia. Após estas adições, as amostras foram levadas a banho-maria fervente, por 15 minutos, e resfriadas rapidamente em banho de gelo. Durante o banho de gelo, adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico a 85% e a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 520 nm, após o resfriamento. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de polpa.

Carotenoides - A determinação do teor de carotenoides foi feita segundo a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), a partir de 200 mg de amostra adicionados de 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2.000 rpm. O sobrenadante foi

retirado com o auxílio de pipeta e a leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro a 470 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Antocianinas - A determinação do conteúdo de antocianinas também foi feita seguindo-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro a 537 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Clorofila A - A determinação do teor de clorofila A também foi feita seguindo-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura espectrofotométrica a 663 nm e os resultados expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Clorofila B - A quantificação da clorofila B foi feita utilizando-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura espectrofotométrica a 647 nm e os resultados expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Flavonoides - Esta determinação foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad, Jager e Westing (2000). Amostras de material fresco foram pesadas e maceradas em 20 mL de solução contendo 70% de metanol e 10% de ácido acético. Posteriormente, foram levados a banho ultrassônico e, após filtragem, centrifugados a 10.000 rpm. O sobrenadante foi transferido para tubos de ensaio e acrescentados de cloreto de alumínio e ácido acético a 10%, sendo em seguida agitados e mantidos em repouso durante 30 minutos. A leitura da absorbância foi realizada a 425 nm e os resultados expressos em mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca.

Compostos fenólicos totais: A determinação do teor de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). As amostras foram diluídas e, uma alíquota de 0,5 mL da amostra diluída foi transferida para um tubo de ensaio e adicionado de 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água 1:10. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio a 4% e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 740 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico 100 g^{-1} de polpa fresca.

Atividade antioxidante (FRAP): A capacidade antioxidante de cada amostra foi estimado pelo método redução do ferro (FRAP), seguindo o procedimento adaptado por Rufino et al. (2006). Utilizou-se cerca de 1 g de amostra adicionada de 40 mL de metanol a 50%, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após esse período as amostras foram centrifugadas (15.000 rpm) durante 15 minutos e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo da primeira extração foram adicionados 40 mL de acetona a 70%, que foram homogeneizados e ficaram em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente. Após uma hora as amostras foram novamente centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos, e o sobrenadante transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume completado com água destilada. O extrato obtido, juntamente com o reagente FRAP foram levados a banho-maria a 37 °C. A leitura da absorbância foi realizada a 595 nm, e os resultados expressos em μmol sulfato ferroso g^{-1} de fruto.

Atividade antioxidante (DPPH): A determinação da atividade antioxidante pode se dar em termos de potencial de inibição da oxidação utilizando-se o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) como referencial (BRAND-WILLIAMS; CUVÉLIER; BERSET, 1995). Pesou-se 1 grama da amostra, que foi adicionada de 10 mL do álcool etílico e homogeneizado, e levado para centrifugar a 6000 rpm, por 50 minutos. Após esse período separou-se o sobrenadante com auxílio de pipeta e acondicionou-se a solução em frasco escuro em banho com gelo, que foi adicionada de 3 mL de etanol. Em espectrofotômetro a 517 nm foi realizado a leitura da absorbância em 500 μL do extrato da amostra adicionada de 300 μL da solução de DPPH. Os resultados foram expressos em μg de TEAC (Capacidade antioxidante em equivalente de TROLOX) g^{-1} de amostra.

Devido a algumas limitações enfrentadas em nossa região, algumas análises não puderam ser realizadas nos laboratórios da Embrapa Roraima. Assim, amostras congeladas foram transportadas para o Laboratório de Pós-colheita da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Botucatu, onde foram realizadas com sucesso, em parceria.

Os dados obtidos a cada dia de avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% e a análise de regressão polinomial utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2007).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, para todas as variáveis testadas a interação (tratamento x dias) apresentou efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Com relação as variáveis pH e índice de maturação, não houve ajuste de regressão nos modelos testados. Os valores médios de pH verificados no decorrer do experimento foram de 3,29; 3,32 e 3,34 para os frutos colhidos imaturos, semi-maturos e maduros, respectivamente. Valores estes superiores aos detectados por Akter et al. (2011) que verificaram valores médios de 2,44. Possivelmente o fato de no presente estudo terem sido avaliados polpa + casca, esteja afetando a acidez desses frutos aumentando assim o pH dos mesmos.

Já o índice de maturação dado pela relação SS/AT, apresentou valores médios no decorrer do período experimental de 1,59; 1,72 e 1,75 para os frutos colhidos imaturos, semi-maturos e maduros, respectivamente. De acordo com Silva (2012) quanto mais avançado o estágio de maturação dos frutos de camu-camu, maiores os valores da relação SS/AT.

A perda de massa fresca apresentou curva linear crescente para todos os tratamentos, como esperado. Sendo que as maiores médias foram observadas no tratamento imaturo. Estes valores, ao final do experimento, igualaram-se aos dos demais tratamentos, com aproximadamente 7% de perda de massa fresca (Figura 1).

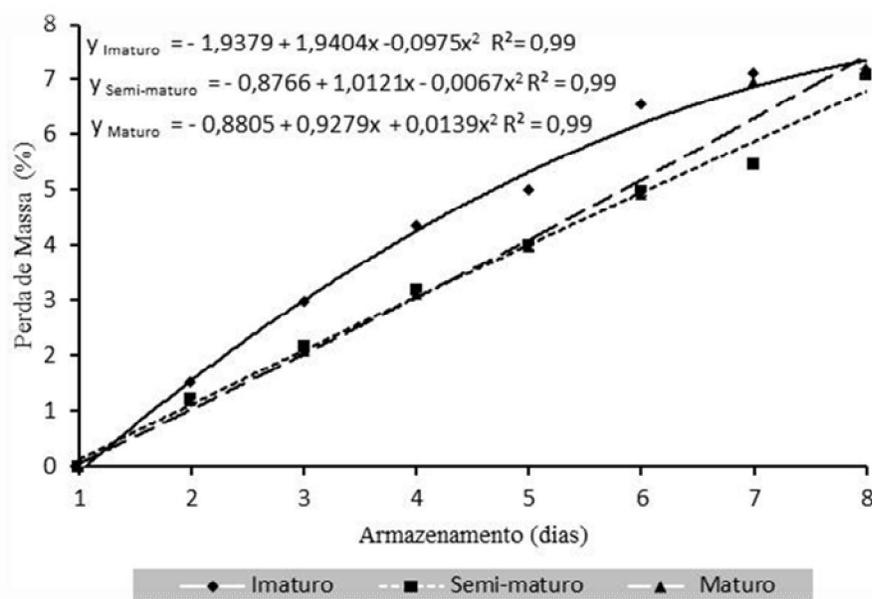


Figura 1. Evolução da perda de massa fresca em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

A variável sólidos solúveis apresentou um incremento nos valores, em todos os tratamentos, a partir do primeiro dia de análise, sendo que os valores máximos nos frutos maduros e semi-maturos, 7,44 e 7,86 °Brix, respectivamente, foram verificados no quarto dia nos frutos maduros e no sexto nos semi-maturos (Figura 2). O incremento no teor de sólidos solúveis está intimamente ligado à perda de massa fresca desses frutos, os quais estão perdendo água e consequentemente concentrando mais a quantidade de açúcares existentes.

No tratamento imaturo o valor máximo (7,29 °Brix) foi registrado no quinto dia. Os valores máximos observados no presente trabalho são cerca de 20% maiores que os verificados por Maeda et al. (2007). Observou-se decréscimo desses valores com o avanço do estágio de maturação dos frutos, ou seja, os frutos passaram a consumir esses compostos para manter o organismo ativo.

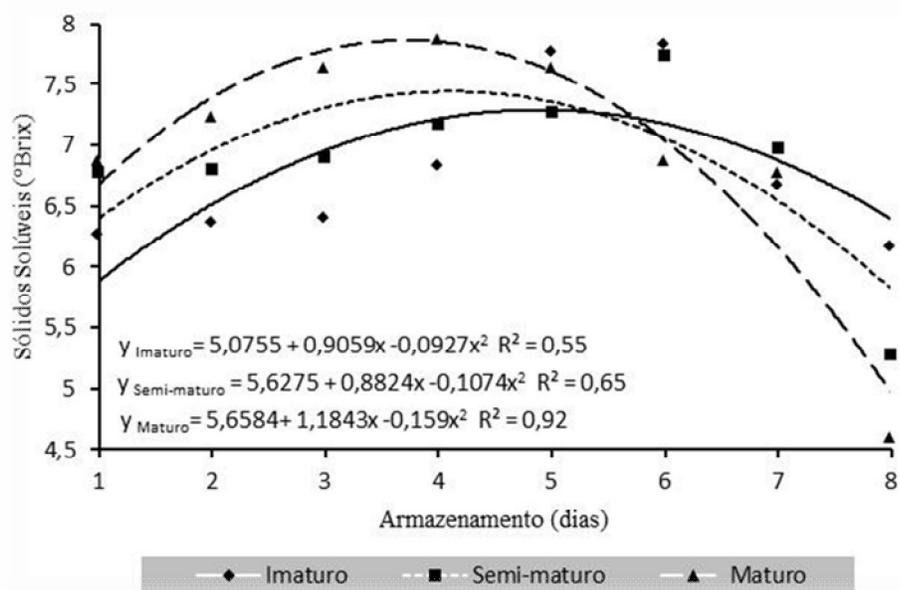


Figura 2. Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu, colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

A acidez apresentou comportamento inicial crescente, corroborando com a perda de massa desses frutos que concentrou a maior quantidade de ácidos na polpa. Os frutos colhidos imaturos também apresentaram um incremento na quantidade de ácido, sendo que os maiores valores foram verificados no sétimo e oitavo dia de avaliação, possivelmente devido à imaturidade fisiológica desses frutos. Os frutos dos demais tratamentos apresentaram valores máximos entre o quinto e sexto dia, corroborando com o amadurecimento dos frutos (Figura 3). A partir do qual começaram a decrescer, pois, os ácidos orgânicos estariam servindo como fonte de energia para as transformações metabólicas ocorridas nos tecidos vegetais (CAVALINI, 2004).

A quantidade de ácido cítrico encontrada nos frutos de camu-camu foi semelhante aos valores relatados por Maeda e Andrade (2003). Entretanto, quando analisou somente a polpa, Vieira et al. (2010) detectaram valores quase duas vezes menores, evidenciando a grande quantidade de ácidos presentes na casca deste fruto.

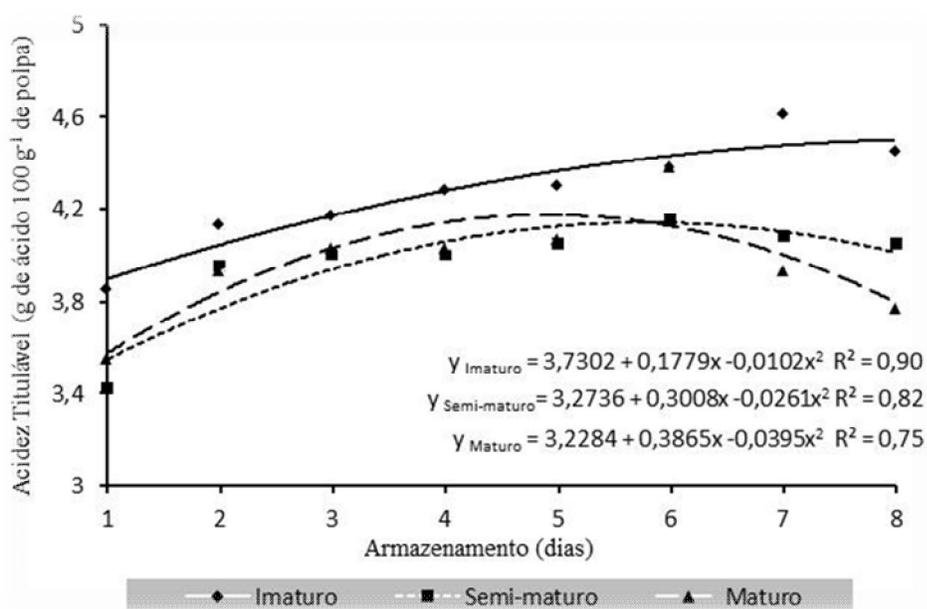


Figura 3. Teor de acidez titulável em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Com relação a variável ácido ascórbico, os frutos semi-maturos apresentaram os maiores valores, variando de 4.976 a 6.762 mg 100 mL⁻¹ de polpa no final do período experimental (Figura 4). Esse incremento pode estar ligado a síntese de compostos metabólicos precursores do ácido ascórbico. Enquanto que o decréscimo é justificado pela oxidação desses ácidos, decorrente da evolução do estágio de maturação.

Chirinos et al. (2010), trabalhando com camu-camu no Peru, detectaram teores mais elevados de ácido ascórbico em frutos verdes ou imaturos, com aproximadamente 2280 mg 100 mL⁻¹ de polpa. Valores esses bem inferiores aos verificados no presente trabalho. Silva (2012), ao estudar frutos de camu-camu, constatou que os maiores valores, tanto na polpa quanto na casca, foram observados quando os frutos apresentavam a casca com 85% de coloração avermelhada. Yuyama e Sousa (2001) constataram que o teor de vitamina C é mais elevado quando os frutos apresentam coloração arroxeadada da casca, e coloração rósea da polpa. No entanto, Pinedo et al. (2010) detectaram em frutos colhidos semi-maturos os maiores teores de ácido ascórbico, corroborando com os resultados do presente estudo. Possivelmente a variação genética e fatores ambientais podem estar influenciando de forma significativa os teores relatados.

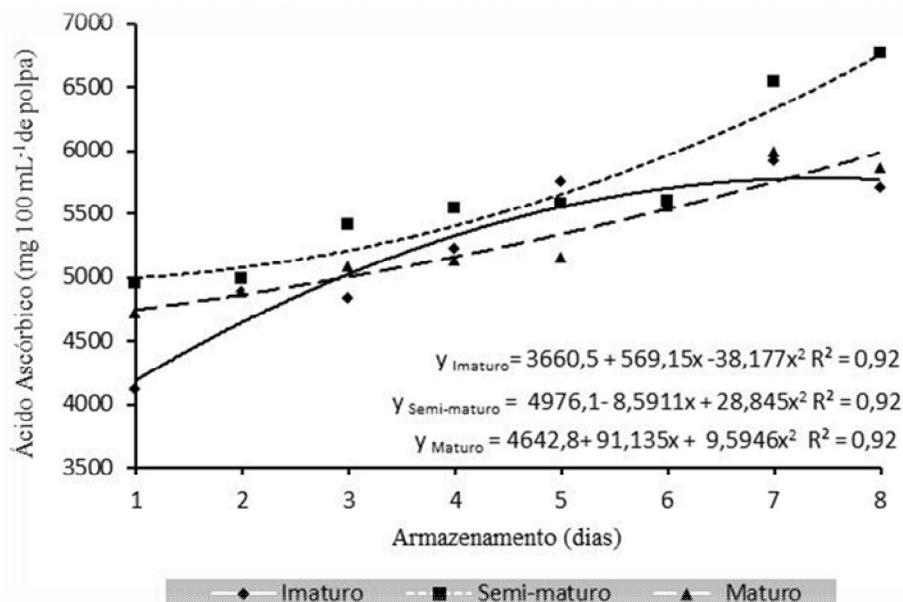


Figura 4. Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

O valor verificado nos frutos semi-maturos ao final do período de armazenamento foi superior ao observado por Yuyama, Aguiar e Yuyama (2002) para frutos oriundos da região leste de Roraima, onde o maior valor observado foi 6.112 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca. A maior quantidade de ácido ascórbico verificada no presente trabalho deve-se ao fato de terem sido avaliados polpa + casca. Os frutos colhidos nos estádios imaturo e maturo apresentaram no quinto e sétimo dia, respectivamente, valores máximos de 5.781 e 5.292 mg 100 mL⁻¹ de polpa.

O teor de vitamina C total (ácido ascórbico + ácido desidroascórbico) dos frutos de camu-camu durante o armazenamento apresentou valor médio mais elevado nos frutos colhidos imaturos (Figura 5). Entretanto, este valor decresceu de 6.602 mg 100 mL⁻¹ de polpa no quinto dia, para 5.511 mg 100 mL⁻¹ de polpa, no oitavo dia de avaliação. Possivelmente, o ácido desidroascórbico ainda estava sendo sintetizado, aumentando assim os teores de Vitamina C nos dias iniciais do armazenamento.

Ao final do experimento, os frutos colhidos nos estádios maturo e semi-maturo apresentaram valores relativamente mais elevados, de 6.289 e 5.799 mg 100 g⁻¹ de polpa, respectivamente. Chirinos et al. (2010), trabalhando com camu-camu no Peru,

detectaram teores de vitamina C total mais elevados em frutos verdes do que em outros estádios de maturação.

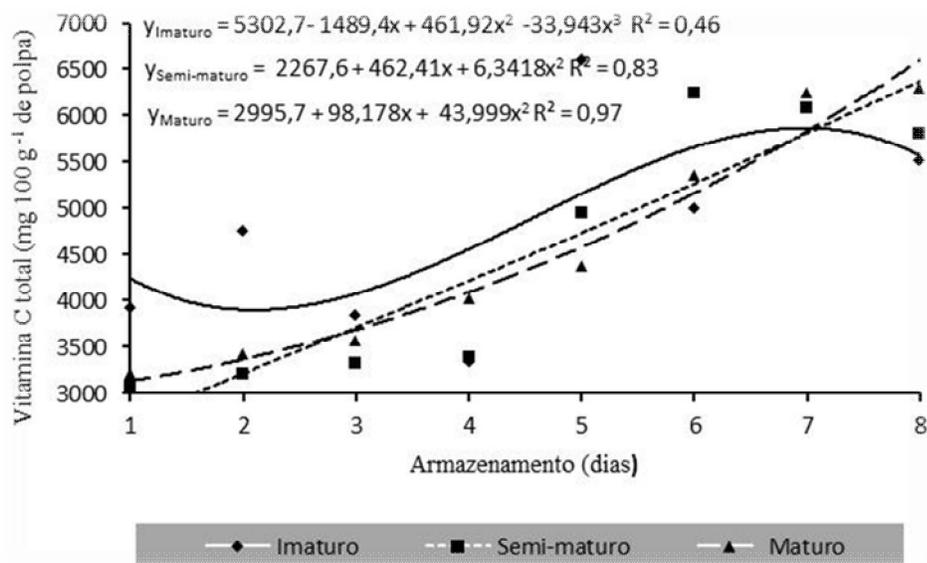


Figura 5. Teor de Vitamina C Total em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

No presente estudo, ao comparar os valores de vitamina C e ácido ascórbico constatou-se menor teor de vitamina C, possivelmente, devido o processamento e tempo de congelamento, pois o ácido ascórbico é muito instável, fato que pode ter influenciado nas perdas e nos resultados obtidos. Segundo Zamudio (2007) o congelamento gera perdas significativas no teor de vitamina C desses frutos, tanto da casca quanto da polpa, independente do estágio de maturação.

Quanto aos carotenoides, não são apenas importantes precursores de vitamina A, mas apresentam um considerável nível de atividade antioxidante. Os frutos maduros foram os que apresentaram maiores valores desse pigmento em todo decorrer do experimento (Figura 6), corroborando visualmente com a coloração avermelhada da casca, em conjunto com as antocianinas e as clorofilas, que dão coloração aos frutos de camu-camu.

Os frutos maduros apresentaram decréscimo na quantidade de carotenoides no decorrer do experimento variando de 300 a 133 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, em função do aumento das alterações fisiológicas e do avançado estágio de maturação. No oitavo dia de avaliação eles igualaram-se aos frutos colhidos semi-maturos. Valores

superiores ($400 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa) foram observados por Rufino (2008) ao avaliar frutos de camu-camu. No entanto, Silva (2012) encontrou menores valores de carotenoides totais em frutos com a coloração da casca mais avermelhada.

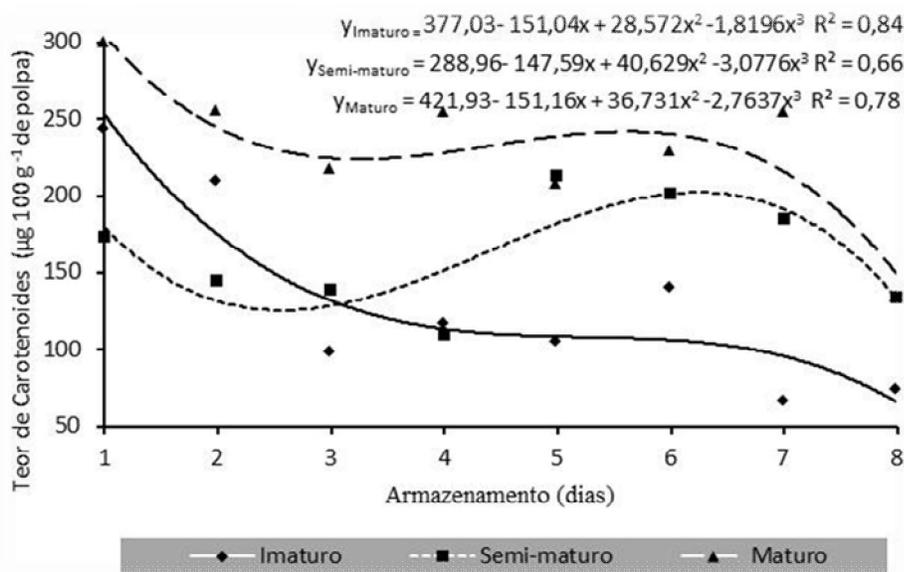


Figura 6. Teor de carotenoides em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a $22 \text{ }^\circ\text{C}$ e 70% UR. Roraima, 2013.

Nos frutos colhidos imaturos verificou-se valores mais elevados de carotenoides que nos semi-maturos, no início do experimento. A partir do segundo dia de avaliação, esses valores decresceram, apresentando ao final do experimento cerca de $70 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa. Silva (2012) também verificou que os carotenoides presentes na casca de camu-camu apresentaram uma tendência de decréscimo com o avanço da maturação, mesmo quando os frutos apresentavam coloração da casca 100% verde.

Os frutos colhidos maduros também apresentaram os maiores valores de antocianinas, com pico de $2513,28 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, no sexto dia, evidenciando que mesmo após a colheita a biossíntese de antocianinas continua ativa. Com decréscimo abrupto de 77% do sexto ao oitavo dia de armazenamento (Figura 7). Estes resultados são equivalentes aos encontrados por Villanueva-Tiburcio, Condezo-Hoyos e Asquieri (2010) que trabalhando com frutos de camu-camu frescos e secos em três estádios de maturação, verificaram que a maior quantidade

de antocianinas foi encontrada na casca do camu-camu maduro em estado fresco. Os frutos colhidos imaturos apresentaram sempre teores de antocianinas inferiores quando comparados aos demais tratamentos, até o final do experimento. Os valores encontrados neste trabalho foram bastante inferiores aos observados por Rufino (2008) e Maeda et al. (2006) que também determinaram o teor antocianinas no epicarpo de frutos de camu-camu. Atribui-se este fenômeno ao tempo armazenamento, que ocasiona perdas desses pigmentos (MAEDA et al., 2007).

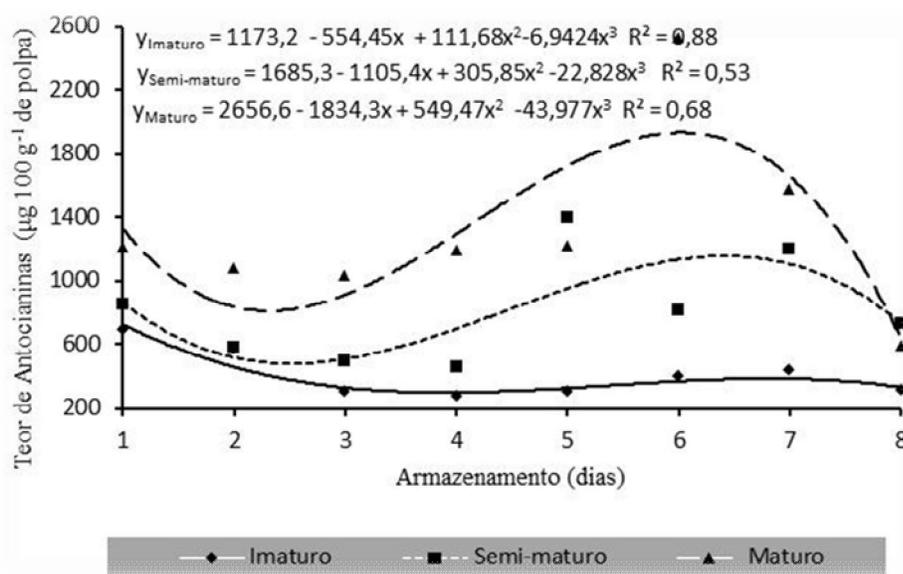


Figura 7. Teor de antocianinas em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Além dos fatores citados, as condições climáticas da região (baixa pluviosidade e temperaturas elevadas) podem estar influenciando de forma negativa nos teores de antocianinas, pois, de acordo com Zanatta et al. (2005), temperaturas mais baixas e maior pluviosidade podem ser responsáveis pelos maiores teores de antocianinas em camu-camus.

Com relação ao teor de clorofila A, os frutos colhidos imaturos foram os que apresentaram os maiores teores durante todo o período de armazenamento, seguidos dos semi-maturos e maduros, ou seja, quanto mais avançado o estágio de maturação, menores os teores de clorofila A (Figura 8). Com o desenvolvimento e o amadurecimento dos frutos há degradação da clorofila e perda da coloração esverdeada, devido ao aparecimento de novas cores resultantes da biossíntese de

carotenoides e de antocianinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o que explica os menores valores de clorofila A nos frutos mais maduros.

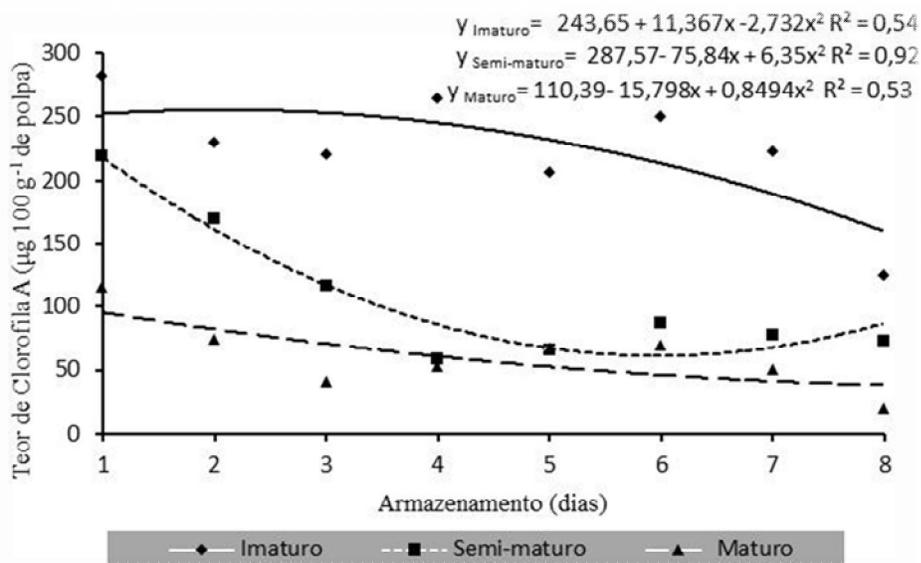


Figura 8. Teor Clorofila A em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Quanto à clorofila B, os frutos imaturos também apresentaram os maiores valores seguidos pelos frutos dos tratamentos semi-maturo e maduro (Figura 9).

Houve degradação da clorofila B em todos os frutos durante o período de armazenamento, indicando a perda destes compostos e dando origem a novas cores resultantes da biossíntese de carotenoides e de antocianinas. De acordo com Wills et al. (1998) a degradação da clorofila pode ser influenciada pelas mudanças de pH, assim como pelos componentes ácidos, com o aumento dos processos oxidativos e a ação das clorofilases inerentes ao processo de amadurecimento. A grande quantidade de ácidos presentes nos frutos de camu-camu também pode ter influenciado nos teores de clorofila, durante o período de armazenamento.

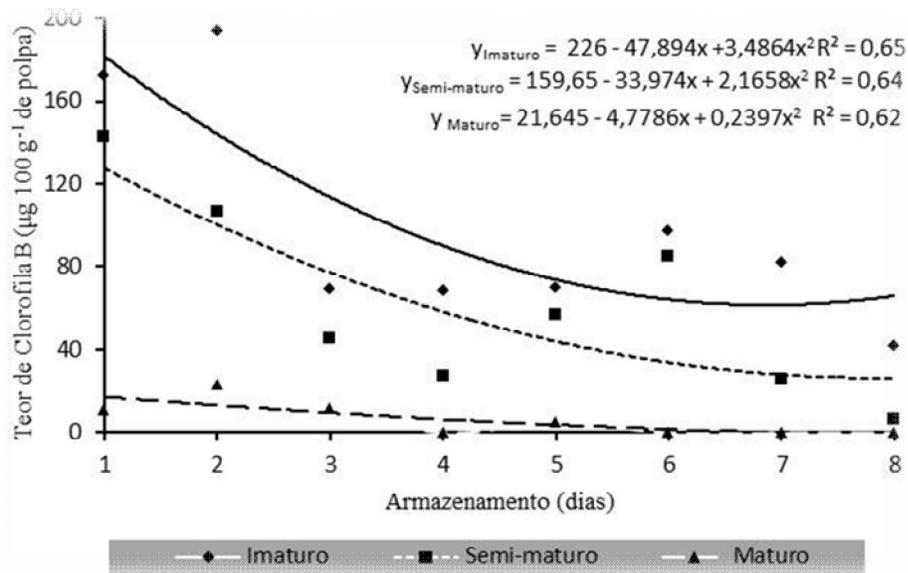


Figura 9. Teor de Clorofila B em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Rufino (2008) ao determinar os teores de clorofila total (clorofila A + clorofila B) em frutos de camu-camu não os detectou, enquanto neste trabalho, somente a clorofila B não foi detectada, a partir do terceiro dia de armazenamento nos frutos maduros.

Com relação a variável teor de flavonoides, os frutos maduros apresentaram os teores mais elevados durante todo o experimento, seguidos dos semi-maduros e imaturos. No último dia de avaliação, os frutos maduros apresentaram um acréscimo nestes valores (Figura 10), denotando para a citada variável uma relação com a maturação, ou seja, quanto mais maturo os frutos de camu-camu, maiores os teores de flavonoides. Estes dados são equivalentes aos encontrados em pesquisas desenvolvidas por Chirinos et al. (2010) e Silva (2012), que constataram que quanto mais avançado o estágio de maturação, maiores os teores de flavonoides.

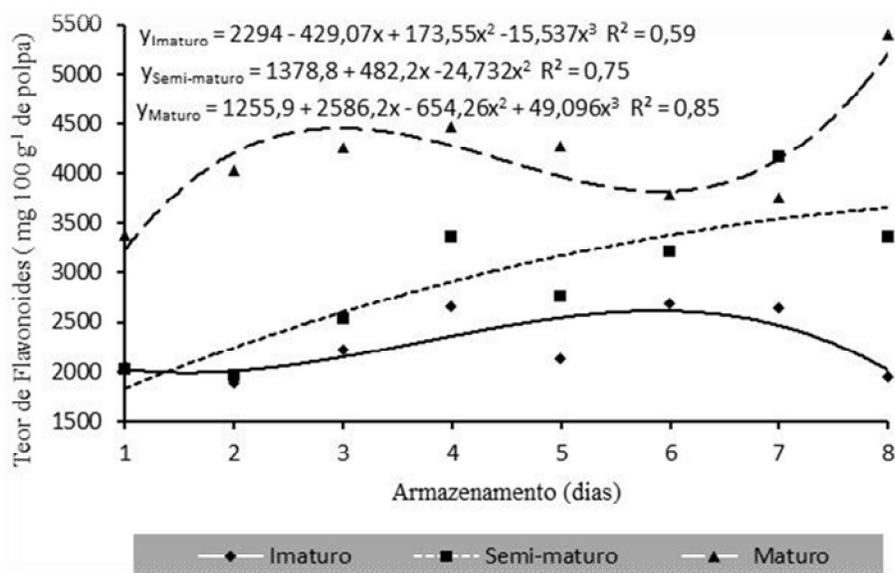


Figura 10. Teor de flavonoides em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Silva (2012), trabalhando com frutos de camu-camu em diferentes estádios de maturação, observou que quando o fruto apresenta coloração mais avermelhada, os teores de flavonoides (flavonas e flavonóis) na casca chegam a atingir 60.000 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$, enquanto que a polpa apresentou não mais que 2.000 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa.

Quanto à quantidade de compostos fenólicos, os frutos que apresentaram maior média foram os frutos colhidos maduros, seguidos pelos semi-maturos e imaturos (Figura 11). Esse fato se deve a maior quantidade de vitamina C, juntamente com as antocianinas, flavonoides e carotenoides, que são compostos fenólicos abundantes em frutos maduros.

Valores superiores aos verificados neste trabalho foram observados por Silva (2012), que estudando polpa + casca de camu-camu liofilizado registraram a valores de até 13,873 g equivalentes de ácido gálico 100 g^{-1} de amostra. O congelamento da polpa + casca pode ter influenciado de forma negativa a quantidade de fenóis, já que o congelamento gera perdas significativas em compostos fenólicos, tanto da casca quanto da polpa, independente do estágio de maturação (ZAMUDIO, 2007).

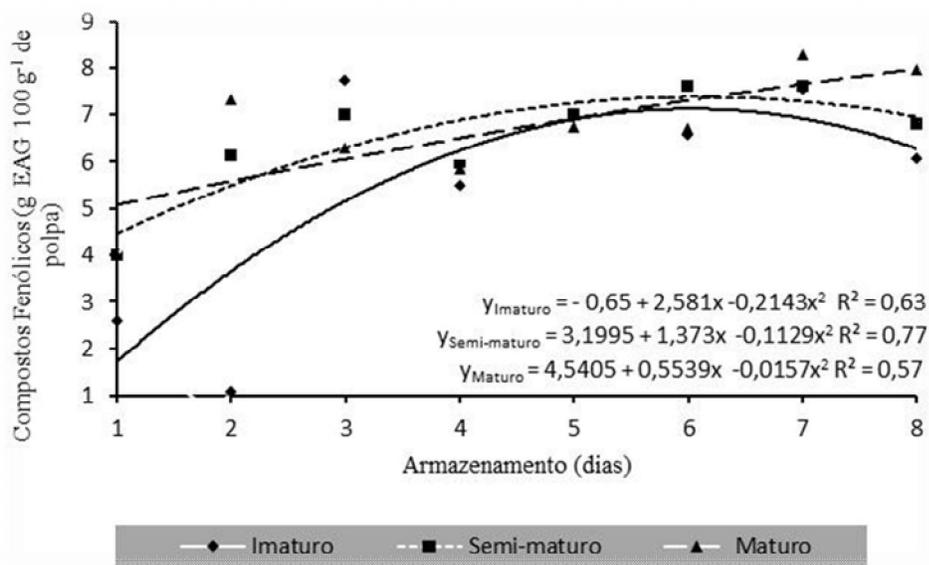


Figura 11. Compostos fenólicos em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Villanueva-Tiburcio, Condezo-Hoyos e Asquieri (2010) trabalhando com frutos de camu-camu frescos e secos em três estádios de maturação, verificaram que a maior quantidade de compostos fenólicos na casca de camu-camu, foi observada na casca seca de frutos semi-maturos, assim como a quantidade de ácido ascórbico que, por se tratar de um fenol, estaria influenciando significativamente os resultados de compostos fenólicos totais. Resultados semelhantes também foram observados por Chirinos et al. (2010) onde os frutos semi-maturos também apresentaram maiores quantidades de compostos fenólicos. Fato que pode ser justificado tanto pela variabilidade genética, quanto pelas condições climáticas de cada região produtora dos frutos.

Com relação à análise de atividade antioxidante pelo método FRAP, os frutos colhidos no estágio semi-maturo apresentaram valor médio superior durante o armazenamento. No entanto, os maiores valores foram observados nos frutos maduros nos sexto e sétimo dias de armazenamento, com valores de 2.108 e 2.167 μmol de sulfato ferroso g^{-1} de polpa, respectivamente (Figura 12).

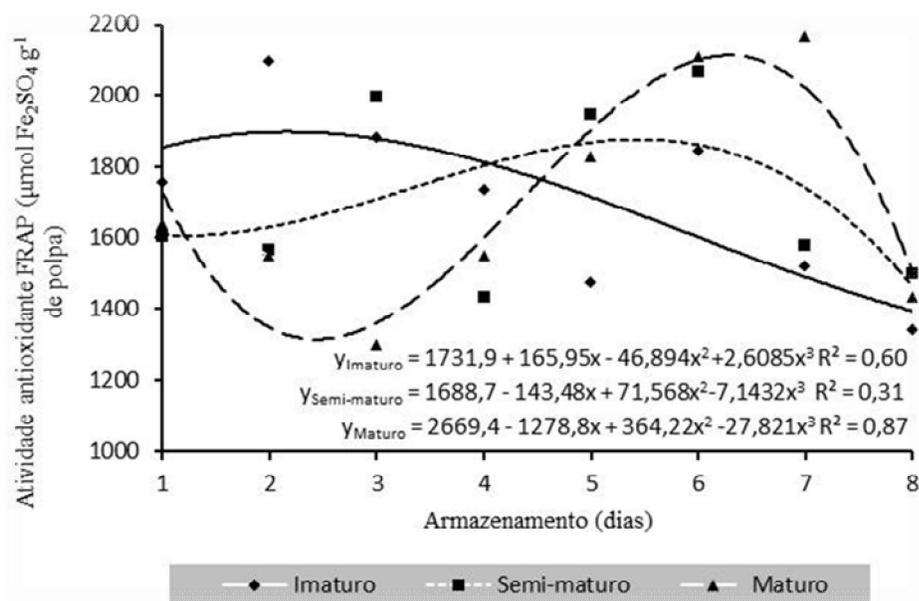


Figura 12. Atividade antioxidante (FRAP) em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Segundo Thaipong et al. (2006), ao mensurar a atividade antioxidante de frutos de goiaba, pelos métodos DPPH, FRAP, entre outros, verificaram que o método FRAP foi o que apresentou maior correlação com os teores de ácido ascórbico e grupos fenólicos.

Rufino et al. (2010) avaliando a capacidade antioxidante de algumas mirtáceas, como goiaba, camu-camu, jabuticaba, uvaia e jambolão, constataram que os frutos de camu-camu foram os que apresentaram maior capacidade antioxidante, com até 2502 μmol de $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \text{ g}^{-1}$ de polpa quando utilizando a metodologia FRAP, valor superior ao encontrado neste trabalho.

A atividade antioxidante pelo método DPPH, nos frutos colhidos imaturos no início do experimento apresentavam valores bem inferiores aos demais tratamentos (Figura 13). No entanto, houve um incremento dessa atividade e a partir do quarto os citados frutos se sobressairam aos demais, até o sétimo dia de armazenamento.

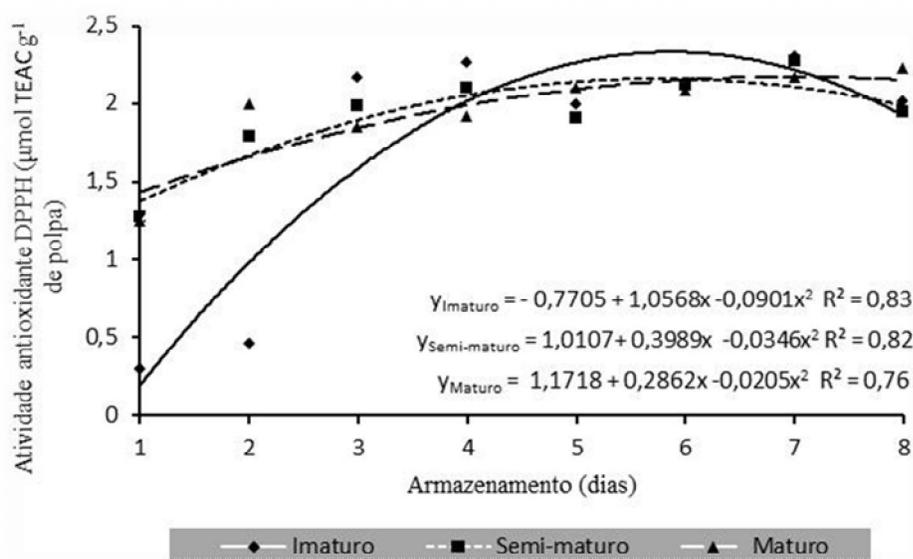


Figura 13. Atividade antioxidante (DPPH) em frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados a 22 °C e 70% UR. Roraima, 2013.

Os frutos colhidos nos estádios semi-maturo e maduro apresentaram comportamento estável durante todo o período de armazenamento, com valores médios de 1,92 e 1,93 $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ de polpa, respectivamente.

A atividade antioxidante dos frutos de camu-camu está intimamente ligada ao poder redutor do ácido ascórbico, assim como de outros compostos fenólicos presentes em diferentes concentrações e nos diferentes estádios de maturação. As análises feitas também indicaram que as perdas sofridas foram devido ao processamento e armazenamento, mesmo refrigerado, o que reduziu abruptamente a atividade antioxidante desses compostos quando comparados a outras investigações científicas desenvolvidas.

Chirinos et al. (2010) também observaram valores médios de 153, 185 e 167 $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ de polpa de camu-camu em frutos imaturos, semi-maturos e maduros, respectivamente. A absorbância utilizada para leitura também pode interferir e subestimar o DPPH restante, e por consequência a atividade antioxidante da amostra (PRIOR, WU e SCHAICH, 2005). Alves, Brito e Rufino (2006) sugerem a necessidade de algumas modificações nesse método, pois o mecanismo de reação entre o antioxidante e o DPPH depende da conformação estrutural de cada antioxidante a ser analisado. Ainda as diluições realizadas durante a análise, assim

como as condições edafoclimáticas da região produtora do fruto podem ter afetado significativamente os resultados obtidos.

4.6 CONCLUSÕES

Os maiores teores de ácido ascórbico foram encontrados em frutos colhidos no estágio semi-maturo. Nesse estágio também se observou maior conservação dos atributos qualitativos (SS, AT e menor perda de massa) e dos teores de ácido ascórbico e da atividade antioxidante (FRAP) dos frutos, proporcionando-lhes maior vida de prateleira;

Os pigmentos carotenoides, flavonoides e antocianinas, assim como o teor de vitamina C, foram maiores nos frutos colhidos maduros, sendo esse estágio o indicado para maior obtenção desses biocompostos funcionais;

Também nos frutos colhidos maduros foi observado o maior conteúdo médio de fenólicos totais e da atividade antioxidante (DPPH) durante o armazenamento, atribuindo a vitamina C o grande potencial funcional do camu-camu, classificando-o como boa fonte desse biocomposto antioxidante;

Conclui-se que o melhor ponto de colheita para extração de pigmentos e biocompostos antioxidantes do camu-camu é o estágio maturo. No entanto, quando a intenção for obter maior vida de prateleira, o melhor ponto de colheita é o semi-maturo, por conservar os atributos qualitativos por mais tempo.

5. ARTIGO B: CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) USANDO-SE DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS.

5.1 RESUMO

O camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) é uma espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae. Apresenta grande potencial econômico, por se tratar do fruto com maior quantidade de vitamina C, chegando a atingir 6.112 mg de ácido ascórbico por 100 g⁻¹ de polpa. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o tipo de embalagem e a temperatura de armazenamento que permitem melhor conservação dos atributos de qualidade do camu-camu. Os frutos foram colhidos no município de Caroebe, RR e levados para o Setor de Fruticultura da Embrapa Roraima, onde foram higienizados e selecionados pela ausência de danos (22±2 °C e 70±3% de U.R). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial constituído de três diferentes temperaturas de armazenamento (ambiente a 22±2 °C, 15 °C e 20 °C), tres tipos de embalagens (sem embalagem, PET e PVC) e dezesseis dias de armazenamento, sendo os frutos analisados a cada dois dias (3x3x8), onde cada repetição era composta por 30 frutos. Os frutos foram avaliados quanto a perda de massa fresca, pH, teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), carotenoides, antocianinas, e clorofilas A e B, assim como se calculou o índice de maturação (SS/AT). De acordo com os resultados obtidos, para todas as variáveis, as interações testadas apresentaram efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Os atributos de qualidade (SS, AT, pH e Relação SS/AT) foram mantidos por mais tempo nos frutos armazenados nas bandejas de poliestireno expandido recoberta com filme PVC, a 15 °C, assim como os teores de ácido ascórbico. Os pigmentos, clorofila A e antocianinas, apresentaram maiores conteúdos quando armazenados sem embalagem e a 15 °C, pois esta temperatura foi a que melhor conservou os teores desses biocompostos funcionais. Os maiores teores de carotenoides foram observados nos frutos armazenados em bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme PVC, a 20 °C. Concluiu-se que para a extração de pigmentos e biocompostos antioxidantes, a melhor temperatura para o armazenamento do camu-camu foi 15 °C e a embalagem que melhor conservou seus atributos qualitativos foi bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme de PVC.

Palavras-chave: Amazônia, Ácido Ascórbico, Armazenamento refrigerado, Embalagem, Pigmentos.

PAPER B: POST-HARVEST CONSERVATION OF CAMU-CAMU FRUIT (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) BY USING DIFFERENT PACKAGES AND TEMPERATURES

5.2 ABSTRACT

The camu-camu tree (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) is a fruit-bearing species belonging to the family Myrtaceae. It presents a great economic potential for being concerned with the fruit with the largest amount of vitamin C, chegando a reach 6.112 mg of ascorbic acid per 100 g⁻¹ of pulp. This work was conducted with the purpose of evaluating the sort of package and the storage temperature which allow better conservation of the quality attributes of the camu-camu. The fruit were collected in the municipality of Caroebe, RR and taken to the Fruit Growing Sector of Embrapa Roraima, where they were cleaned and selected for the absence of damages (22±2 °C and 70±3% de R.H). The experimental design utilized was the completely randomized with three replications in factorial arrangement constituted of three different storage temperatures (room at 22±2 °C, 15 °C and 20 °C), three sorts of package (with no package, PET and PVC) and sixteen days of storage, the fruits being surveyed every two days (3x3x8), where each replication was composed of 30 fruit. The fruit were evaluated as to the fresh mass loss, pH, contents of soluble solids (SS), titrable acidity (TA), ascorbic acid (AA), carotenoids, anthocyanins and chlorophylls A and B as well as the maturation index was calculated (SS/TA). According to the results obtained for all the variables, the interactions tested presented significant effect by the F test at 5% of probability. The quality attributes (SS, TA, pH and SS/TA ratio) were maintained for longer in the fruits stored on the expanded polystyrene trays covered with PVC film at 15 °C as well as the ascorbic acid contents. The pigments, chlorophyll A and anthocyanins presented greater contents when stored without a package and at 15 °C; since this temperature was the one which kept the contents of those functional biocompounds. The highest contents of karotenoids were found in the fruit stored on expanded polystyrene tray covered with PVC film at 20 °C. It follows that for the extraction of pigments and antioxidant biocompounds, the best temperature for the storage of the camu-camu was 15 °C and the package which best conserved its qualitative attributes was the expanded polystyrene tray covered with PVC film.

Key words: Amazon Rainforest, Ascorbic Acid, Cold Storage, Package, Pigments.

5.3 INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) é um fruto tipicamente amazônico, pois trata-se de uma espécie de ampla distribuição nas margens de seus rios e lagos. Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios, estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru com a denominação de camu-camu. Na Amazônia Central (Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e em Roraima, nas margens de lagos naturais junto ao Rio Cauamé, onde é conhecido também com a denominação de caçari (SMIDERLE; SOUSA, 2008).

Apresenta fruto bacáceo, globoso, com mesocarpo carnoso (gelatinoso) e esbranquiçado, de sabor cítrico; a coloração da casca é verde-pálida quando imaturo e varia do vermelho-escuro ao púrpuro-negro, quando maduros; e tem de 1,4 a 2,7 cm de altura, 1,6 a 3,10 cm de diâmetro e peso médio de 8,4 g. O número de sementes varia de 1 a 4 por fruto, são reniformes com fibrilas na superfície, e apresentam boas características agronômicas, tecnológicas e nutricionais (YUYAMA, 2011; MAEDA et al., 2006).

Sua concentração de ácido ascórbico (vitamina C) é 20 vezes maior que a da acerola e 60 vezes a do limão. Cada 100 gramas de sua polpa tem entre 2,3 e 3 gramas de vitamina C e a casca apresenta concentração ainda maior, de até 5 gramas. É a maior fonte natural de ácido ascórbico que se conhece. Por conter um alto teor de ácido ascórbico e ácido cítrico, o camu-camu é um poderoso antioxidante (SMIDERLE, 2009).

O crescente interesse pelos frutos de camu-camu também é função do seu notável conteúdo de vitamina C, que em frutos oriundos da região leste de Roraima os valores médios desta vitamina foram de 3.571 a 6.112 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca (YUYAMA; AGUIAR; YUYAMA, 2002), indicando que estes frutos são os que apresentam o maior conteúdo de ácido ascórbico, atualmente. Além da vitamina C, os frutos de camu-camu também contêm outros compostos antioxidantes como carotenoides, antocianinas e outros compostos fenólicos que são fornecidos pela sua ingestão (SILVA, 2012). Seu elevado teor de potássio, também sugere sua indicação para hipertensos, pois proporciona um melhor equilíbrio de sais no organismo, principalmente em relação ao cloreto de sódio (MENEZES, 2001).

No entanto esses compostos bioativos como a vitamina C apresentam grande instabilidade, e podem se perder facilmente. Segundo Maeda et al. (2007) a concentração e a estabilidade da vitamina C no camu-camu variam com a espécie, estágio de maturação, tempo e temperatura de processamento, pH e presença de oxigênio e enzimas. A degradação desse composto pode ocorrer durante o processamento e/ou armazenamento do alimento.

O camu-camu, a exemplo das frutas tropicais, tem uma vida útil relativamente curta quando comparado aos duráveis grãos e cereais. Produtos perecíveis, como hortaliças, frutos, flores e plantas estão vivos e seu metabolismo ativo, de forma que respiram, maturam e senescem. Portanto, as condições utilizadas para seu acondicionamento devem permitir a continuidade do seu processo vital de forma normal (CHITARRA, CHITARRA, 2005) visando desacelerar esse metabolismo. Assim, o uso de tecnologias pós-colheita, como embalagens e armazenamento refrigerado, são amplamente utilizadas na intenção de aumentar a vida de útil desses produtos, minimizando perdas.

As embalagens comercialmente mais utilizadas são cumbucas transparentes de polietileno tereftalado (PET) e de poliestireno expandido (isopor), revestido com filme de policloreto de vinila (PVC). Entretanto, a permeabilidade e a espessura dos filmes que cobrem as embalagens devem ser adequadas para evitar fermentações por meio de trocas gasosas e permitir o resfriamento dos frutos (PIZARRO, 2009).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o uso da refrigeração é essencial para desacelerar o metabolismo e minimizar as perdas, as quais são mais rápidas em temperaturas elevadas devido a alta taxa metabólica, incluindo perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade. Essa taxa deve ser mantida em nível mínimo e suficiente para manter as células vivas, de forma a preservar a qualidade dos produtos durante todo o período de armazenamento.

Os principais problemas que afetam a qualidade de frutos, hortaliças e produtos minimamente processados durante o armazenamento estão relacionados à perda da coloração, ressecamento, cheiro desagradável e conseqüentemente menor vida útil pós-colheita, devido ao acelerado metabolismo do produto e processo de senescência (CARNELOSSI; SILVA, 2000).

Objetivou-se neste trabalho avaliar o tipo de embalagem e a temperatura de armazenamento que melhor conservem os atributos de qualidade do camu-camu.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de camu-camu utilizados no experimento foram colhidos de plantas nativas localizadas as margens do Rio Jatapú, município de Caroebe, estado de Roraima, cujas coordenadas geográficas de referência são 02°27'45"S, 60°50'14"W. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas para evitar o esmagamento dos frutos e cuidadosamente transportados para os laboratórios da Embrapa Roraima, onde foram selecionados quanto a ausência de danos, homogêneos e higienizados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 30 minutos.

Após esta etapa os frutos foram acondicionados de acordo com os seguintes tratamentos: T1 (sem embalagem ao ambiente, 22 °C e 70% UR); T2 (sem embalagem, a 15 °C e 70% UR); T3 (sem embalagem, a 20 °C e 70% UR); T4 (embalagem PET a temperatura ambiente); T5 (embalagem PET a 15 °C); T6 (embalagem PET a 20 °C); T7 (bandeja de poliestireno expandido recoberta por PVC a temperatura ambiente); T8 (bandeja de poliestireno expandido recoberta por PVC a 15 °C); e T9 (bandeja de poliestireno expandido recoberta por PVC a 20 °C). Os frutos dos tratamentos com temperaturas a 15°C e 20 °C foram armazenados em BOD's com temperatura e umidade relativa controladas, enquanto os frutos do tratamento ao ambiente foram armazenados a 22 ± 2 °C e $70 \pm 3\%$ de U.R.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em arranjo fatorial (3x3x8) constituído de três diferentes temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente, 15 °C e 20 °C), três tipos de embalagens (sem embalagem, PET e PVC) e seis dias de análise (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14), sendo cada repetição composta por 30 frutos (aproximadamente 300 g de frutos).

Os frutos eram analisados a cada dois dias, sendo que a cada dia de análise as parcelas foram pesadas para verificação da perda de massa fresca e, após essa verificação, as sementes foram retiradas e o material restante (polpa + casca) foi processado e homogêneo para realização de análises.

As análises realizadas foram:

Perda de Massa Fresca - As parcelas contendo os frutos já prontos e organizados para o armazenamento foram pesadas no dia da instalação do

experimento. Diariamente esse peso era novamente verificado e os resultados expressos em % de massa fresca perdida em relação ao peso inicial.

pH (potencial hidrogeniônico) - Seguiu-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), e esta análise foi realizada com peagâmetro, cujo eletrodo era imerso na amostra processada.

Sólidos Solúveis (SS) - Este teor foi determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro portátil, marca SOLOESTE, modelo RT-30ATC. A análise foi feita no filtrado homogêneo do material triturado, obtido pela sua separação das partes sólidas do fruto, com os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Acidez Titulável (AT) - Determinada segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram mensurados 10 g da amostra homogenizada, que foram diluídas em 100 mL de água destilada, adicionado de 2 gotas de solução de fenolftaleína, e titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1 N. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

Índice de Maturação ('Ratio') - Calculado pela relação entre os teores de SS e de AT.

Ácido Ascórbico (AA) - O conteúdo deste ácido foi determinado pelo método de Tillmans (IAL, 2008). Este método baseia-se na redução do corante 2,6 diclorofenol indofenol (DCF_I) pela solução ácida do ácido ascórbico. Foram diluídas 10 g da amostra em 10 mL de ácido oxálico, filtrada e titulada com a solução de Tillmans. A reação é rápida e a mudança final é indicada pelo corante, que em meio ácido e uma vez todo oxidado pelo ácido ascórbico muda de coloração para uma cor rósea. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de amostra.

Carotenoides - A determinação do teor de carotenoides foi feita segundo a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), a partir de 200 mg de amostra adicionados de 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2.000 rpm. O sobrenadante foi retirado com o auxílio de pipeta e a leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro a 470 nm. Os resultados foram expressos em µg 100 g⁻¹ de polpa fresca.

Antocianinas - A determinação do conteúdo de antocianinas também foi feita seguindo-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro a 537 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Clorofila A - A determinação do teor de clorofila A também foi feita seguindo-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura espectrofotométrica a 663 nm e os resultados expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Clorofila B - A quantificação da clorofila B foi feita utilizando-se a metodologia de Linder (1974) e Whitham; Blaydes e Devlin (1971), com leitura espectrofotométrica a 647 nm e os resultados expressos em $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca.

Devido a algumas limitações enfrentadas em nossa região, algumas análises não puderam ser realizadas nos laboratórios da Embrapa Roraima. Assim, amostras congeladas foram transportadas para o laboratório de Pós-colheita da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Botucatu, onde foram realizadas com sucesso, em parceria.

Os dados obtidos a cada dia de avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% e a análise de regressão polinomial utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2007).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, para todas as variáveis, as interações testadas apresentaram efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Com relação aos pigmentos avaliados, não foram detectados teores de clorofila B nos frutos, durante todo o período de armazenamento.

Não houve ajuste de regressão nos modelos testados para os pigmentos antocianinas e carotenóides, assim como para as interações: dias x temperaturas nas variáveis acidez e índice de maturação, e dias x embalagens para a variável pH.

Os frutos armazenados a temperatura ambiente (testemunha) no décimo dia de avaliação já não se apresentavam aptos para o consumo, e a partir desse dia já

eram evidentes os sinais de fermentação desses frutos. Assim sendo, a partir do décimo dia esses frutos não foram mais avaliados.

A perda de massa fresca apresentou-se linear e crescente, em todas as embalagens testadas, sendo que as maiores médias foram observadas nos frutos armazenados sem embalagem (testemunha). Estes valores, ao final do experimento, indicaram perda de massa fresca de aproximadamente 15% (Figura 1). Os frutos armazenados nas embalagens PET e PVC, ao final do experimento, apresentavam 8% e 9% de perda de massa, respectivamente. Isto indica a importância do uso de embalagens para aumentar a vida de prateleira dos frutos, minimizando perdas, tanto quantitativas quanto qualitativas, durante o armazenamento.

Ao avaliar as embalagens testadas é notório que a embalagem PET foi a que melhor conservou a umidade dos frutos, reduzindo assim a perda de massa que ao final do experimento apresentou valor médio de 12%. Enquanto que ao testar a embalagem PVC, ao final do período de armazenamento as perdas chegaram a aproximadamente 20%. Resultados concordantes foram observados por Morgado et al. (2010) que trabalhando com goiabas 'Kumagai', verificaram que nas goiabas armazenadas a 21 °C, a perda de massa foi mais evidente e mais acelerada que nos frutos armazenados a menores temperaturas.

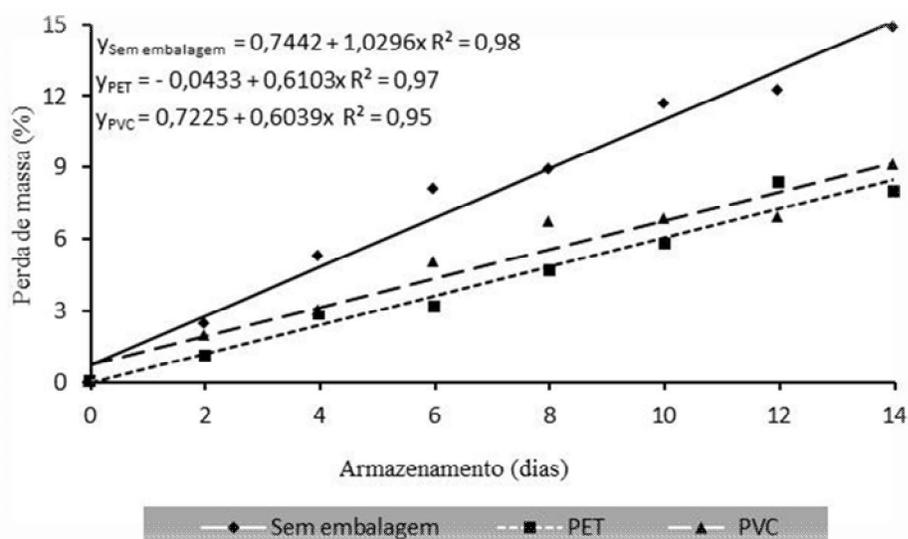


Figura 1. Evolução da perda de massa em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Os frutos armazenados sob diferentes temperaturas, também apresentaram resposta linear e crescente, quanto a variável perda de massa fresca, sem diferença entre os armazenados ao ambiente (22 °C) e a 20 °C, nos quais ao final do período experimental os frutos já se apresentavam murchos e com perda de turgescência, brilho e coloração. Enquanto nos armazenados a 15 °C esta perda foi significativamente menor, onde os frutos mantiveram uma aparência melhor por um período mais prolongado. Os frutos armazenados a temperatura ambiente, a partir do décimo dia de armazenamento já não se apresentavam aptos para consumo e com sinais fermentação e, por esse motivo, não foram avaliados (Figura 2).

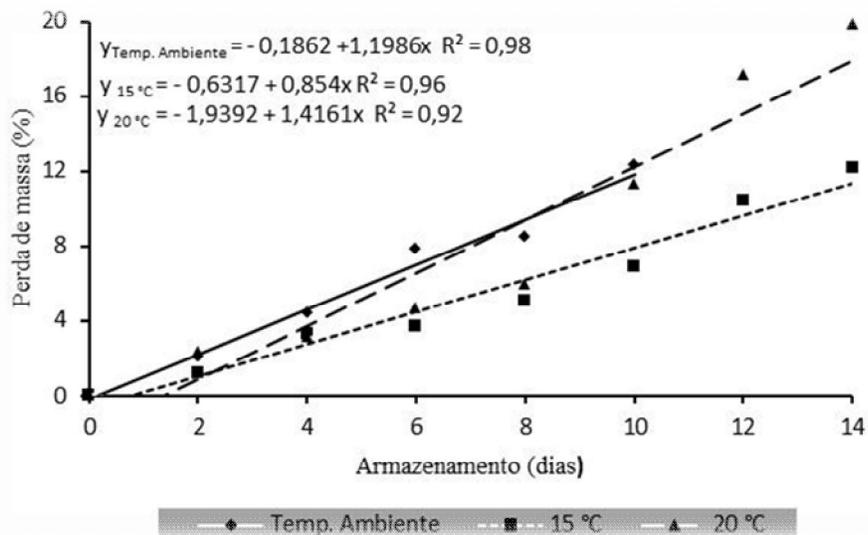


Figura 2. Evolução da perda de massa de frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Com relação a variável pH, os frutos armazenados a 15 °C e a 20 °C, apresentaram comportamento semelhante, com incremento de aproximadamente 14% nos valores de pH, que pode estar relacionado com a perda de água dos frutos, fazendo com que a quantidade de ácidos orgânicos fique mais concentrada.

Enquanto que os frutos armazenados a temperatura ambiente apresentaram variação semelhante até o sexto dia quando os valores decresceram, provavelmente devido ao processo fermentativo e, por isso a redução abrupta ou com cerca de 26% nos valores de pH.

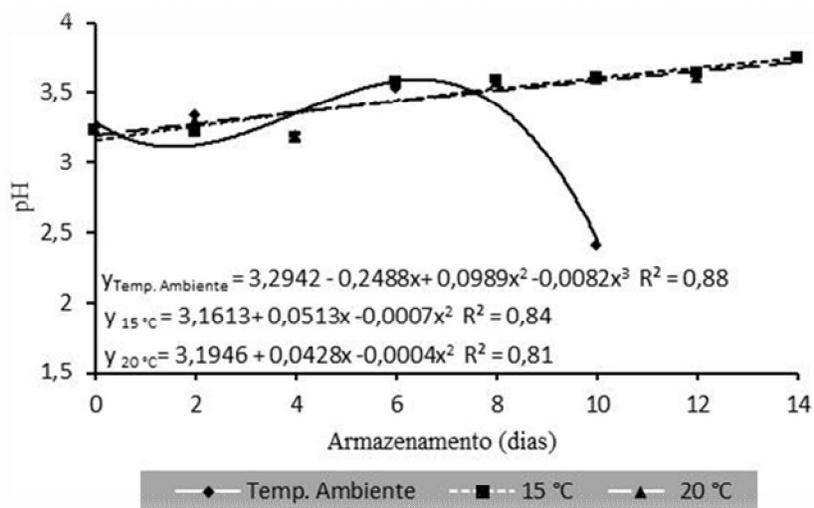


Figura 3. pH dos frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o uso da refrigeração retarda as deteriorações preservando taxas metabólicas mais baixas e, conseqüentemente, menores perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade.

O teor de sólidos solúveis apresentou acréscimo entre o quarto e o sexto dia de avaliação, com posterior decréscimo nesses valores. No entanto, ao final do experimento os frutos sem embalagem ainda apresentavam valores de sólidos solúveis maiores que nos demais tratamentos (Figura 4). Jacomino et al. (2000) atribuíram o incremento no teor de sólidos solúveis à perda de massa, fazendo com que aumente a concentração de açúcares na polpa, explicando, os maiores teores nos frutos armazenados sem embalagem.

Os frutos armazenados em embalagens PET e PVC apresentaram comportamento semelhante, onde a partir do sexto dia de armazenamento os valores de sólidos solúveis começaram a decrescer. Possivelmente, esses compostos estariam sendo usados como fonte de energia para as transformações metabólicas ocorridas nestes tecidos vegetais, que se mantinham ativos, rumo a senescência.

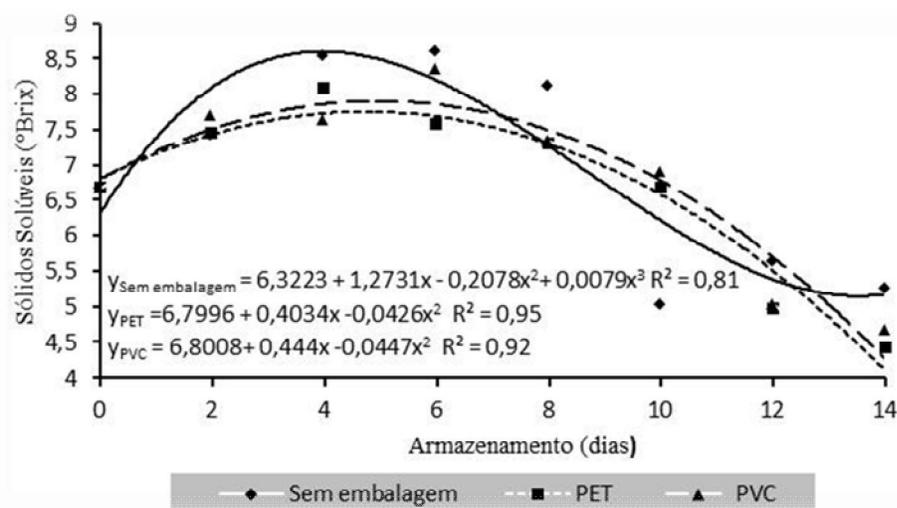


Figura 4. Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Os frutos armazenados a 15 °C e a 20 °C apresentaram incremento no teor de sólidos solúveis nos seis primeiros dias de avaliação, com posterior decréscimo menor, quando comparado aos frutos armazenados a temperatura ambiente que também apresentaram incremento inicial no teor de sólidos solúveis até o quarto dia de armazenamento, a partir de onde foram verificados decréscimos acentuados (Figura 5). O armazenamento a 15 °C foi o que melhor conservou o teor de sólidos solúveis nos frutos de camu-camu.

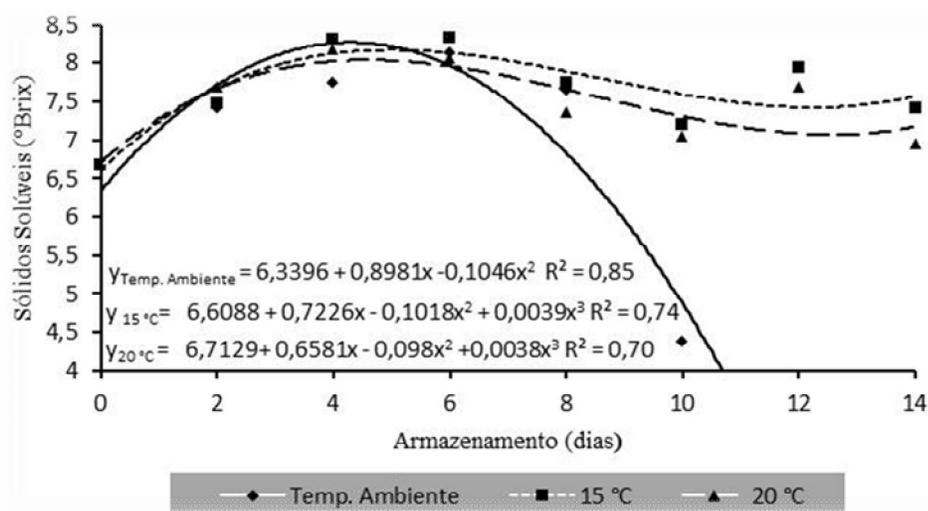


Figura 5. Teor de sólidos solúveis em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

A acentuada redução dos teores de sólidos solúveis nos frutos não refrigerados deve-se ao fato dessas moléculas estarem sendo usadas como substrato fermentativo, indicando que os frutos se encontravam em fase de senescência, indicado pelo forte aroma fermentativo, a partir do décimo dia. Isto justifica a necessidade de utilização da refrigeração, não somente para manter a qualidade como também para a redução das perdas qualitativas. No entanto, os valores encontrados no presente trabalho são superiores aos valores médios encontrados por Akter et al. (2011), que não são maiores que 6,4 °Brix.

Com relação a acidez titulável, todos os tratamentos testados apresentaram um pequeno incremento inicial, que pode estar relacionado com a perda de umidade dos frutos, fazendo com que a quantidade de ácidos orgânicos fique mais concentrada. Com posterior diminuição a partir de 4-6 dias (Figura 6). O valor médio de acidez foi de 3,38 g de ácido 100 g⁻¹ de polpa, que é superior aos verificados por outros autores (RUFINO et al., 2009; AKTER et al., 2011). Provavelmente os maiores valores são devidos ao fato de que neste trabalho as amostras processadas continham a polpa e a casca.

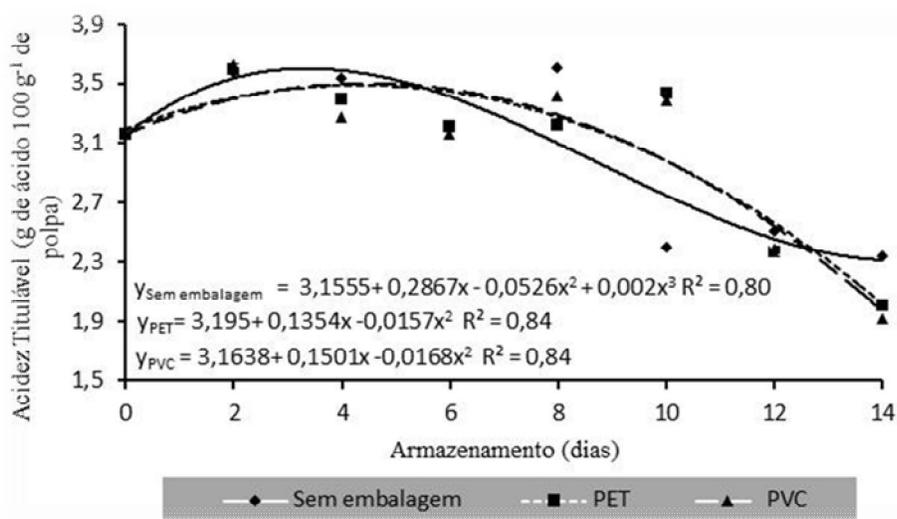


Figura 6. Teor de acidez titulável em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas Roraima, 2013.

A perda de acidez está relacionada ao processo natural de maturação e senescência dos frutos, o que também é indicado por Chitarra e Chitarra (2005),

pois, os ácidos orgânicos estariam servindo como fonte de energia para as transformações metabólicas ocorridas nestes tecidos vegetais (GRIGIO et al., 2011).

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é uma das formas utilizadas para a avaliação do sabor, pois dá uma boa ideia do equilíbrio entre os sabores adocicado e ácido em frutos (CASTILLO-PIZARRO, 2009). Essa variável também apresentou, no início do armazenamento, um pequeno incremento, com posterior decréscimo (Figura 7). Nos frutos armazenados sem embalagem o maior incremento aconteceu no quarto dia de avaliação, causado pelo maior aumento no teor de sólidos solúveis.

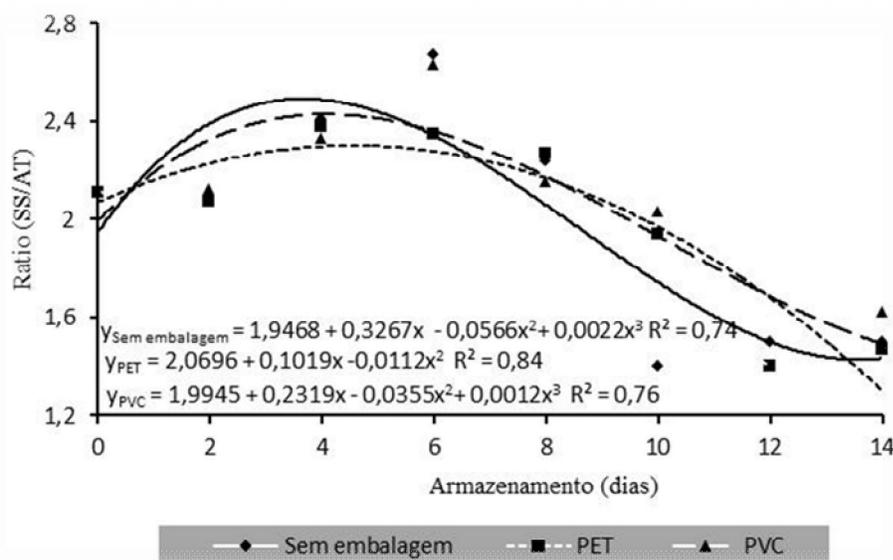


Figura 7. Índice de maturação ou “Ratio” (SS/AT) em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Os resultados observados foram menores que os verificados por Rufino et al. (2009), devido a maior acidez, pois foram analisados o homogêneo de polpa + casca.

A quantidade de ácido ascórbico dos frutos de camu-camu acondicionados em diferentes embalagens apresentou um incremento nos primeiros dois dias de avaliação com posterior decréscimo até o final do armazenamento (Figura 8). Sendo que nos frutos armazenados sem embalagem, este decréscimo foi mais acentuado, ou seja, a falta de embalagem fez com que ocorressem as maiores perdas. O uso das embalagens conservou melhor esse atributo de qualidade, com os frutos

armazenados em embalagem de PVC, apresentando a maior média durante o decorrer do experimento, 5.000 mg 100 mL⁻¹ de polpa, seguidos dos frutos armazenados em embalagem PET e sem proteção, com 4.866 e 4.750 mg 100 mL⁻¹ de polpa, respectivamente.

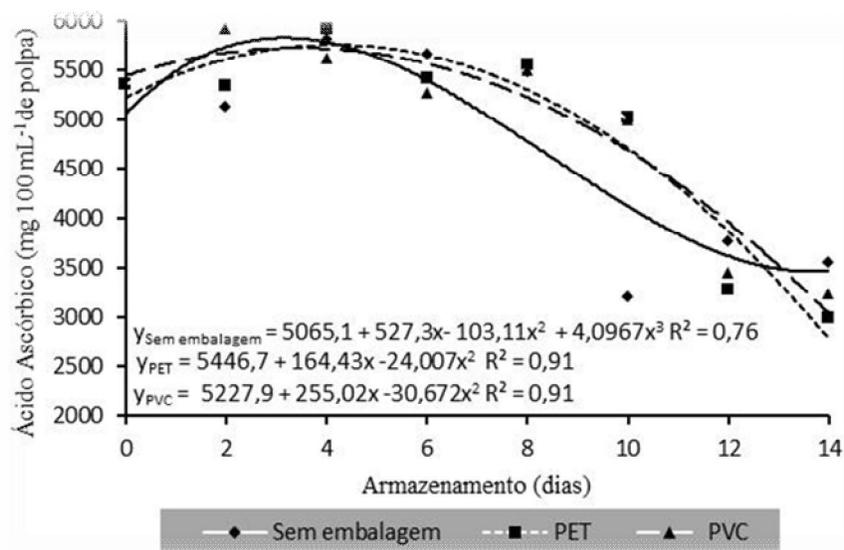


Figura 8. Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Em todos os tratamentos houve diminuição dos teores de ácido ascórbico, porém no tratamento com filme PVC a diminuição foi menor, indicando melhor conservação dos frutos de camu-camu e melhor manutenção de suas características fisiológicas e nutricionais. Comportamento semelhante foi observado por Yamashita et al. (2006), que trabalharam com morangos armazenados em diferentes tipos de embalagens.

Ao quantificar o teor de ácido ascórbico nos frutos de camu-camu armazenados sob diferentes temperaturas, todos os tratamentos testados apresentaram decréscimo (Figura 9). No entanto, os frutos armazenados a 15 °C foram os que melhor conservaram os teores de ácido ascórbico. Verificou-se também, que os frutos armazenados a temperatura ambiente apresentaram decréscimo acentuado a partir do sexto dia de avaliação, o que possivelmente é devido a senescência, que foi indicada pelo cheiro de fermentado a partir do décimo dia de armazenamento. No entanto, os valores observados neste trabalho foram

maiores que os observados por Rufino et al. (2010), que detectaram valores médios de $1.882 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de polpa.

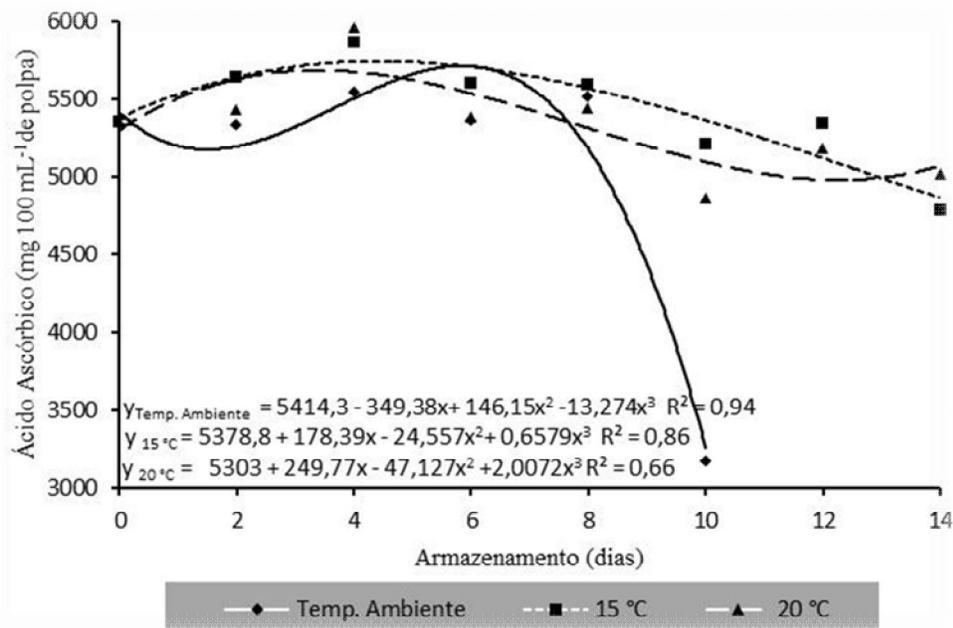


Figura 9. Teor de ácido ascórbico em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Calegaro, Pezzi e Bender (2002) também observaram decréscimo nos teores de ácido ascórbico em morangos armazenados, e consideraram o ácido ascórbico como sendo a vitamina mais susceptível à degradação, e que sua presença e conservação em alimentos e frutos indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados.

Os teores de clorofila A nos frutos armazenados em diferentes embalagens apresentaram incremento nos quatro primeiros dias de avaliação, com posterior decréscimo até o final do período experimental (Figura 10) e atribuída ao amadurecimento. As maiores médias foram observadas nos frutos armazenados a temperatura ambiente com $43,09 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, seguidos dos tratamentos PVC e PET com $40,74$ e $40,46 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, respectivamente, que tiveram o amadurecimento retardado. Estudos publicados atribuem a extratos vegetais, efeitos antimutagênicos e anticancerígenos da clorofila, uma vez que estes estão relacionados, frequentemente, com a atividade antioxidante, embora por um mecanismo indireto (LANFER-MARQUEZ, 2003).

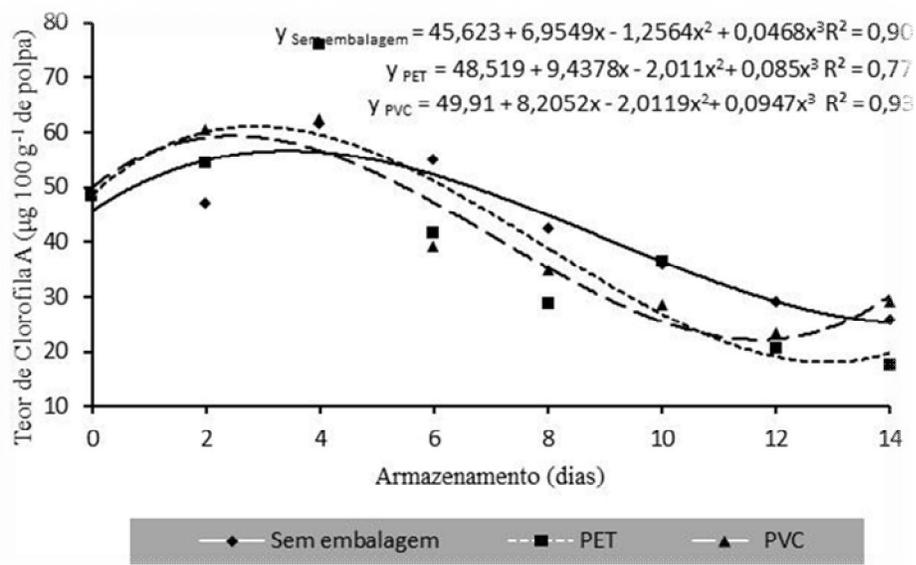


Figura 10. Teor de clorofila A de frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

Comportamento semelhante também foi observado nos frutos acondicionados nas outras embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas (Figura 11). Os frutos armazenados a 15 °C foram os que apresentaram as maiores médias (47,62 µg 100 g⁻¹ de polpa), seguidos dos tratamentos armazenados ao ambiente e a 20 °C, com 44,37 e 43,28 µg 100 g⁻¹ de polpa, respectivamente.

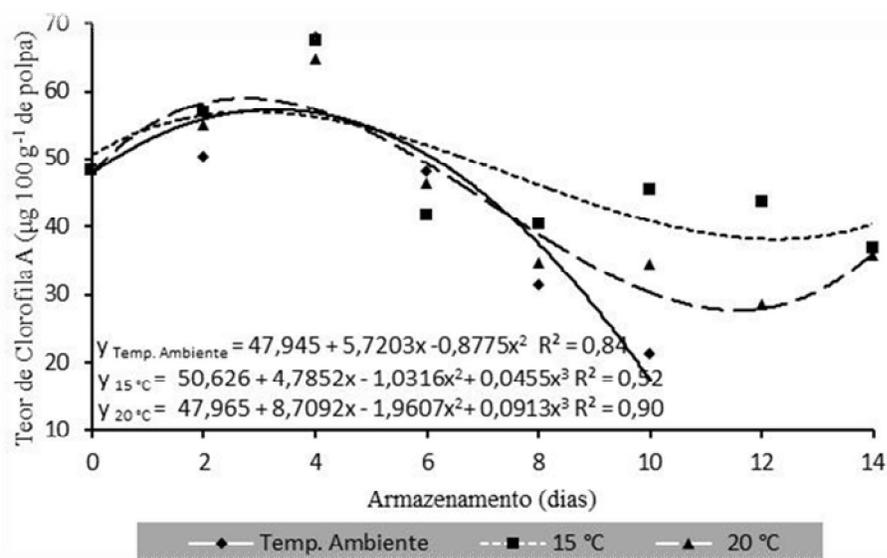


Figura 11. Teor de clorofila A em frutos de camu-camu acondicionados em diferentes tipos de embalagens e armazenados sob diferentes temperaturas. Roraima, 2013.

De acordo com Lanfer-Marquez (2003), existem poucos trabalhos científicos que relacionam a ingestão de clorofila com algum efeito benéfico à saúde humana, no entanto, vêm sendo veiculados anúncios de que a clorofila traria benefícios sobre praticamente todos os tecidos, órgãos e sistemas do organismo humano, especialmente no que diz respeito à prevenção de doenças coronarianas, de certos tipos de cânceres, diabetes e catarata.

Com relação aos teores de antocianinas e carotenoides foram observados valores médios de 794,37 e 190,6 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa, respectivamente. Valores superiores aos detectados na presente investigação científica foram detectados por outros autores. Rufino et al., (2010) detectaram valores médios de antocianinas de 4220 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$. Enquanto que Zanatta e Mercadante (2007), ao verificar teor de carotenoides de frutos de camu-camu oriundos de Iguape e Mirandópolis detectaram valores médios de 354,8 e 1095,3 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa.

5.6 CONCLUSÕES

Os atributos de qualidades (SS, AT, pH e SS/AT) foram conservados por mais tempo nos frutos armazenados em bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme PVC e a 15 °C, assim como os teores de ácido ascórbico;

Os teores do pigmento clorofila A apresentaram maiores valores nos frutos de camu-camu armazenados sem embalagem e a 15 °C, da mesma forma que o citado tratamento minimizou a perda de massa fresca;

Concluiu-se que para a conservação dos atributos de qualidade do camu-camu, a melhor temperatura de armazenamento é 15 °C e a embalagem que melhor conserva estes atributos foi a bandeja de poliestireno expandido recoberta com filme PVC.

6. CONCLUSÕES GERAIS

1- Concluiu-se que os frutos colhidos no estágio maturo foram os que apresentaram maiores teores de pigmentos e biocompostos antioxidantes do camu-camu, sendo esse estágio o mais recomendado para extração desses biocompostos para utilização na forma de alimentos funcionais.

2- Quando a intenção for obter maior vida de prateleira, o melhor ponto de colheita é o semi-maturo, por conservar os atributos qualitativos por mais tempo.

3- No armazenamento pós-colheita do camu-camu concluiu-se que a melhor conservação dos atributos qualitativos foi obtida utilizando-se a temperatura de 15 °C em conjunto com a embalagem de poliestireno expandido recoberta com filme de PVC.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. do S. M. Prospecção da atividade antioxidantes e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., Cabo Frio. **Palestras e Resumos**. Cabo Frio: SBF, 2006.
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- AKTER, M. S.; OH, S.; EUN, J. B.; AHMED, M. Nutritional composition and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, São Paulo, v.xx, n.xx. 2011.
- AWAD, A.M., JAGER, A. de, WESTING, L.M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. **Scientia Horticulturae**, Mission, v.83, p. 249-263, 2000.
- BARRETO, A. G. **Clarificação e concentração do suco de camu-camu por processos de separação com membranas**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- BASA. **Contexto Amazônico**. Ano 1, n. 5. 2008. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br>.
- BASTOS, C. T. da R. M.; LADEIRA, T. M. S.; ROGEZ, H.; PENA, R. da S. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias mombin*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 19, n. 2, p. 123-131, 2008.
- BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER M. E.; BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie** (Food Science & Technology), Zurich, v. 28, p. 25-30, 1995.
- CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1049-1055, 2002.
- CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O. Processamento mínimo de couve e repolho. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. **Palestras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p.125-131, 2000.
- CARVALHO, A. dos S. **Ocorrência, distribuição geográfica e estudo fenológico de camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) no estado de Roraima**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Fruticultura na Amazônia: o longo caminho entre a domesticação e a utilização. **Palestra**. Piracicaba: Esalq - USP, 2004.

CASTILLO-PIZARRO, C. A. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 74p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004. 69 p. Dissertação mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo, 2004.

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

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, Chicago, v. 120, p. 1019-1024, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Versão 5.1 (Build 72). DEX/UFLA. 2007.

GRIGIO, M. L.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; NASCIMENTO, C. R.; CHAGAS, E. A.; VIEITES, R. L. Efeito da modificação atmosférica em goiabas var. Paluma na redução de danos mecânicos em pós-colheita. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 1, p. 57-65, 2011.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

I.A.L. - INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: ZENEON, O;PASCUET, N.S.;TIGLEA, P.. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020. 2008.

JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C. D. I. de L.; SIGRIST, J. M. M.; KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Armazenamento de goiabas 'Kumagai' sob diferentes temperaturas de refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.1, n.3, p.165-169, 2000.

JAUREGUI, A. M. M.; RAMOS-ESCUADERO, F.; URETA, C. A. O.; CASTANEDA, B. C.; CAPARO, F. L. Evaluacion de compuestos con actividad biológica en cascara de camu camu (*Myrciaria dubia*), guinda (*Prunus serotina*), tomate de arbol (*Cyphomandra betacea*) y carambola (*Cyphomandra betacea* L.) cultivadas en Peru. **Revista Sociedad Química del Perú**, Lima, n.75, v. 4, p. 431-438, 2009.

LANFER-MARQUEZ, U. M. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 3, 2003.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. Potencialidades das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. (Org). **Spondias no Brasil: Umbu, cajá e espécies afins**. Recife/PE: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 15-22.

LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n.32, p.154-56,1974.

LINS, R. T. **Determinação de tocoferóis e carotenoides em frutas amazônicas: Implantação de uma metodologia**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

MAEDA, R.N.; ANDRADE, J.S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, Belem, n. 33, v. 3, p. 489-498, 2003.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, v. 2, p. 313-316, 2007.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 26, v. 1, p. 70-74, 2006.

MENEZES, H. C. de. Saudável camu-camu. **Pesquisa Revista Fapesp**, São Paulo, p. 64-65. 2001.

MORAES F. P.; COLLA L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 99-112, 2006.

MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; LOPES, V. G.; SANTOS, L. O. Conservação pós-colheita de goiabas 'Kumagai': efeito do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1001-1008, 2010.

PALLET, D. Perspectivas de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo. COLOQUIO SYAL. Montpellier, outubro de 2002. Montpellier: Cirad Fihor-São Paulo – Brasil, 2002. 7 p.

PINEDO, A. R. **Manutenção dos atributos de qualidade do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh) desidratado, durante o armazenamento**. 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

PINEDO, P. M.; DELGADO, V. C.; FARROÑAY, P. R.; DELL CASTILLO, T. D., IMAN, C. S.; VILLACRÉS, V. J.; FACHING, M. L.; OLIVA, C. C.; ABANTO, R. C.; BARDALES, L. R.; VEGA, V. R. **Camu-camu (*Myrciaria dubia*, *Myrtaceae*), aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonia peruana**. Instituto de la Amazonia Peruana, 1ª ed. Lima: Talento GSAC, 2010.

PIZARRO, C. A. C. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 74 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas. 2009.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica. *LWT. Food Science and Technology*, Zurich, v. 40, p.1-11, 2007.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, Davis, v. 53, p. 4290-4303, 2005.

RIBEIRO, S. I.; MOTA, M. G.; PADINHA, M. L. Recomendações para o cultivo do Camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. *Circular Técnica*, 31. 9p. 2002.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*, Roma, v. 34, n. 2, p. 105-10, 2002.

ROSS, J.A.; KASUM. C. M. Dietary Flavonoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annual Review of Nutrition*, Stanford, v. 22, p. 19-34, 2002.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., JIMÉNEZ, J. P., CALIXTO, F. S., FILHO, J. M Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, New York, v.121. p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; JIMÉNEZ, J. P.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). *Comunicado Técnico*, Embrapa Agroindústria Tropical. 2006. 4 p.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., SILVEIRA, M. R. S. da; MOURA, C. F. H. Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. *Fruits*, Montpellier, v. 64, p. 361–370, 2009.

RUFINO, M. do S. M. **Propriedades funcionais de frutos brasileiros tropicais não tradicionais**. 2008. 263 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

SANTOS, J. C. dos.; SANTOS, A. P.dos.; ROCHA, C. I. L. da. **Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil**. Relatório Final de projeto. Belém: CPATU:. 35p. 2009.

SANTOS, M. D., BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.

SATIM, M.; SANTOS, R. A. M. Estudo das características nutricionais das polpas de mangas (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins*. ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTIFICA CESUMAR, 2009.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

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

SILVA, V. X. da. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais.** 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: **Methods in Enzymology: Oxidants and Antioxidants** Part A. (PACKER, L. ed.), New York: Academic Press, v. 299, p. 152-178, 1999.

SMIDERLE, O. J. **Camu-camu: fruto amazônico com mais vitamina C que o limão.** 2009. Disponível em: <http://www.portaldoaqronegocio.com.br/conteudo.php?id=33246>.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P de. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 2, p. 61-63, 2008.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, A. das G. C.; SILVA, S. E. L. da. Frutas nativas da Amazônia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL AGRICULTURE, 54. **Anais**. Vitória/ES: EPAGRI. 2008. p. 1-2.

TERADA, M; WATANABE, Y; KUNITOMA, M; HAYASHI, E. Differential rapid analyses of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenil hydrazine method. **American Journal of Biochemistry**, New York, v.84,p. 604-608, 1978.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K; CISNEROSZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, Grangues, v.19, p.669-675, 2006.

VIEGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F.; CONCEIÇÃO, E. O.; NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VIERA, V. B.; RODRIGUES, J.B.; BRASIL, C.C.B.; ROSA, C.S. da. Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 21, n. 4, p. 519-522, 2010.

VILLANUEVA-TIBURCIO, J. E.; CONDEZO-HOYOS, L. A.; ASQUIERI, E.R. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, supl.1, p.151-160, maio 2010.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D. JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals.** New York: CAB International, 262 p. 1998.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in plant physiology**. New York: D. Van Nostrand Company, 1971, p.55-58.

YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA; G.A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

YAMASHITA, F.; VEIGA, G. F.; BENASSI, M. de T.; ROBERTO, S.R. Morangos embalados com filme de Policloreto de Vinila (PVC). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 429-436, 2006.

YUYAMA, K. A cultura de camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. i-ii, 2011.

YUYAMA, K.; YAYAMA, L. K. O.; VALENTE, J. P.; SILVA, A. C.; AGUIAR, J. P.L.; FLORES, W. B. C.; LIMA, C. G. B. C. **Camu-camu**. Jaboticabal: FUNEP, 50p. 2010.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazônica**, Belém, v. 32, n. 1, p. 169-174, 2002.

YUYAMA, K.; SOUSA, E.C.C. Crescimento de mudas de camu-camu com o uso de adubação mineral e orgânica em quatro tipos de solos da Amazônia. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5. Natureza, Ciência e Comunidade. setembro de 2001, Botucatu:UNESP/FMB., p. 57. 2001.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização de vitamina C em frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do banco ativo de germoplasma de Embrapa**. 2007.121f. Monografia (Especialização em Nutrição Humana). Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. 2007.

ZANATTA, C. F.; CUEVAS, E.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P.; MERCADANTE, A. Z. Determination of anthocyanins from camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Oxford, v.53, n.24, p.9531-9535, 2005.

ZANATTA, C. F., MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, Chicago, v. 10, p. 1526–1532, 2007.