

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**EFEITO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU
(*MYRCIARIA DÚBIA* H. B. K MC VAUGH)**

JÂNIO SILVA SILVEIRA

MANAUS
1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

JÂNIO SILVA SILVEIRA

**EFEITO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU
(*MYRCIARIA DÚBIA* H. B. K MC VAUGH)**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, na área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Jerusa de Souza Andrade

MANAUS
1998

S587e Silveira, Jânio.

Efeito do Estádio de Maturação na Conservação Pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) / Jânio Silva Silveira – Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1998.

77f. ; il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1998.

1.Frutos tropicais. 2.*Myrciaria dubia*. 3.Composição química . I.
Título. II. Universidade Federal do Amazonas.

CDU 664.85-043.88

JÂNIO SILVA SILVEIRA

EFEITO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU (*MYRCIARIA DÚBIA* H. B. K MC VAUGH)

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, na área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Jerusa de Souza Andrade

Aprovado em 07 de maio de 1998

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Jerusa de Souza Andrade, Presidente
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof. Dr. José Merched Chara
Universidade do Amazonas

Prof. Dr. Sidney Alberto do Nascimento
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Profa. Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira
Coordenadora do Curso

**À DEUS, Ofereço e agradeço por toda
luz e energia recebida nos momentos
mais difíceis.**

**Aos meus pais, Sr. RUI e Sra. RUTE,
Por toda dedicação e carinho
dispensados durante a minha
formação, e a confiança no homem de
hoje.**

**Aos meus filhos, Rodrigo, Ramiro e
Lucas José, para buscarem em DEUS
energia, fé e esperança, e na ciência
respostas para a vida.**

AGRADECIMENTOS

À **Prof. Dra. Jerusa de Souza Andrade**, pelo apoio, pela dedicação, pela confiança, e pela experiência como conduziu a orientação desta Dissertação.

Ao **Prof. Dr. Edson Lessi**, pelas primeiras orientações científicas, pela experiência, pelos conselhos, pelo companheirismo, confiança e incentivos profissionais dedicados.

Ao **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)**, pela oportunidade na realização das pesquisas para o desenvolvimento deste trabalho e pela oportunidade profissional.

À **Universidade Federal do Amazonas**, através da Coordenação de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, pela oportunidade para realização deste Curso.

Às **Prof.^a Dra. Maria Rosa Lozano Borrás e MSc. Nazaré Torres Baima**, por valiosas informações repassadas, pela amizade e carinho dedicados.

Ao **Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira**, pela colaboração valorosa na obtenção dos frutos, pelas informações repassadas e pela experiência durante a avaliação deste trabalho.

Ao Biólogo **José Elias Bindá Brasil** e a acadêmica **Janete Marly Pontes da Silva**, pela colaboração durante as análises laboratoriais.

Ao acadêmico **Roberto Nobuyuki Maeda**, pela valorosa avaliação estatística deste trabalho.

Ao acadêmico de Pesca **José Ribamar Benício de Castro**, pelo auxílio durante a digitação deste trabalho.

Aos Professores do Curso, pelas informações e experiências repassadas.

Ao Pesquisador **MSc. Francisco Pereira Castelo**, pela oportunidade de estagiar e

ingressar no INPA.

Ao **Sr. Antônio Reis da Silva**, pela admiração, carinho, respeito e amizade.

Aos colegas da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos, pelo convívio carinhoso, durante todos esses anos, e pelo apoio durante a realização deste trabalho.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) é um fruto nativo da Amazônia, com alto teor de ácido ascórbico sendo obtido de forma extrativa em seu habitat natural. Além de depender do pulso das cheias e do acesso às populações nativas, a colheita ainda é dificultada pela falta de sincronia na maturação dos frutos. Para avaliar o efeito do estágio de maturação na conservação pós-colheita, os frutos foram colhidos em cinco estádios de maturação (baseado na coloração da casca: 25% vermelha (E₁); 50% vermelha (E₂); 75% vermelha (E₃); 100% vermelha (E₄); 100% vermelha púrpura (E₅)) e em duas épocas na mesma safra (1997) de plantas cultivadas em solo de várzea. Foram acondicionados em bandejas e armazenados em dois ambientes: 28°C e umidade relativa de 87% e 21°C e umidade relativa de 80%. As avaliações de perda de peso, umidade, pH, acidez titulável, relação brix/acidez, açúcares redutores, ácido ascórbico, antocianinas totais e flavonóides totais foram feitas a cada dois dias durante oito dias. Os principais parâmetros que variaram em função do estágio de maturação e tempo de armazenamento, foram a concentração e o comportamento das antocianinas e os sintomas de amolecimento dos frutos. Frutos nos estádios E₁ e E₂ apresentaram coloração incipiente. Apesar da alta concentração inicial de antocianinas os frutos do estágio E₅ apresentaram também altas taxas de degradação dos pigmentos e de amolecimento, enquanto que, os frutos dos estádios intermediários E₃ e E₄ apresentaram melhor capacidade de conservação nas condições em que foram estudadas.

Palavras chave: frutos tropicais, *Myrciaria dubia*, composição química, perda de peso.

ABSTRACT

The camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) is a fruit native to the Amazon, with a high content of ascorbic acid was obtained in a quarrying in their natural habitat. In addition to depend on the pulse of floods and access to native populations, the harvest is still hampered by the lack of synchrony in fruit ripening. To evaluate the effect of maturation in post-harvest, the fruits were harvested at five maturity stages (based on skin color: red 25% (E1), 50% red (E2), 75% red (E3) , 100% red (E4), 100% red purple (E5)) and two times in the same season (1997) of plants grown in paddy soil. Were packed in trays and stored in two environments: 28 ° C and 87% relative humidity and 21 ° C and relative humidity of 80%. Reviews of weight loss, moisture, pH, titratable acidity, Brix / acidity, reducing sugars, ascorbic acid, anthocyanins and total flavonoids were made every two days for eight days. The main parameters that varied according to the stage of maturation and storage time were the concentration and behavior of anthocyanins and symptoms of fruit softening. Fruits in stadiums E1 and E2 staining showed incipient. Despite the high concentration of anthocyanins initial stage of the fruits E5 also showed high rates of degradation of pigments and softening, whereas the fruits of intermediate stages E3 and E4 had better capacity retention under conditions that have been studied.

Keywords: tropical fruits, *Myrciaria dubia*, chemical composition, weight loss.

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Perda de peso (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	37
TABELA 02 – Perda de peso (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	38
TABELA 03 – Variação de umidade (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	40
TABELA 04 – Variação de umidade (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	41
TABELA 05 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	43
TABELA 06 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	43
TABELA 07 – Variação de acidez total em ácido cítrico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	45
TABELA 07 – Variação de acidez total em ácido cítrico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	46

TABELA 09 – Variação de sólidos solúveis (°Brix) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	48
TABELA 10 – Variação de sólidos solúveis (°Brix) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	48
TABELA 11 – Variação na relação Brix/acidez por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	50
TABELA 12 – Variação na relação Brix/acidez por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	51
TABELA 13 – Variação do teor de açúcares redutores (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28°	53
TABELA 14 – Variação do teor de açúcares redutores (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21°	53
TABELA 15 – Variação do teor de ácido ascórbico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	55
TABELA 16 – Variação do teor de ácido ascórbico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	56
TABELA 17 – Variação do teor de antocianinas totais (mg/100g) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C	59
TABELA 18 – Variação do teor de antocianinas totais (mg/100g) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C	60

TABELA 19 – Variação do teor de flavonóides totais (mg/100g) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C62

TABELA 20 – Variação do teor de flavonóides totais (mg/100g) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C63

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Estádio de maturação dos frutos de camu-camu utilizados nos experimentos, e classificados pela coloração da casca	31
FIGURA 02 – Efeito do estágio de maturação na perda de peso de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de $\pm 87\%$	39
FIGURA 03 – Efeito do estágio de maturação na perda de peso de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de $\pm 80\%$	39
FIGURA 04 – Efeito do estágio de maturação no teor de umidade de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de $\pm 87\%$	41
FIGURA 05 – Efeito do estágio de maturação no teor de umidade de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de $\pm 80\%$	42
FIGURA 06 – Efeito do estágio de maturação na variação de pH de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de $\pm 87\%$	44
FIGURA 07 – Efeito do estágio de maturação na variação de pH de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de $\pm 80\%$	44
FIGURA 08 – Efeito do estágio de maturação nos teores de acidez titulável de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de $\pm 87\%$	46
FIGURA 09 – Efeito do estágio de maturação nos teores de acidez titulável de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de $\pm 80\%$	47

FIGURA 10 – Efeito do estágio de maturação na concentração de sólidos solúveis de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%	49
FIGURA 11 – Efeito do estágio de maturação na concentração de sólidos solúveis de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%	49
FIGURA 12 – Efeito do estágio de maturação na relação Brix/acidez de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%	51
FIGURA 13 – Efeito do estágio de maturação na relação Brix/acidez de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%	52
FIGURA 14 – Efeito do estágio de maturação na concentração de açúcares redutores de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%	54
FIGURA 15 – Efeito do estágio de maturação na concentração de açúcares redutores de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%	54
FIGURA 16 – Efeito do estágio de maturação na concentração de ácido ascórbico de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%	56
FIGURA 17 – Efeito do estágio de maturação na concentração de ácido ascórbico de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%	57
FIGURA 18 – Efeito do estágio de maturação na concentração de antocianinas totais de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%	60
FIGURA 19 – Efeito do estágio de maturação na concentração de antocianinas totais de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%	61

FIGURA 20 – Efeito do estágio de maturação na coloração da polpa de camu-camu61

FIGURA 21 – Efeito do estágio de maturação na concentração de flavonóides totais de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de ± 87%63

FIGURA 22 – efeito do estágio de maturação na concentração de flavonóides totais de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C e umidade de ± 80%64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1 A REVISÃO DE LITERATURA	21
1.1 Aspectos gerais sobre o camu-camu	21
1.1.1 Taxonomia, sinonímia e nomes vulgares	21
1.1.2 Descrição botânica e distribuição geográfica	22
1.1.3 Habitat e condições edafo-climáticas	23
1.2 Composição química	24
1.3 Conservação pós-colheita	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Procedência dos frutos.....	29
2.2 Métodos.....	29
2.2.1 Colheita e transporte	29
2.2.2 Seleção, lavagem e instalação dos experimentos.....	30
2.2.3 Avaliações pós-colheita	31
2.2.3.1 Perda de Peso.....	32
2.2.3.2 Umidade	32
2.2.3.3 Potencial hidrogeniônico	32
2.2.3.4 Acidez titulável.....	33
2.2.3.5 Sólidos solúveis.....	33
2.2.3.6 Relação Brix/acidez.....	33
2.2.3.7 Açúcares redutores	33
2.2.3.8 Ácido ascórbico	34
2.2.3.9 Antocianinas totais	34
2.2.3.10 Flavonóides totais.....	35
2.2.4 Análise estatística.....	35

3 RESULTADOS	36
3.1 Perda de Peso.....	36
3.2 Umidade	40
3.3 Variação hidrogeniônica (pH)	42
3.4 Acidez titulável	45
3.5 Sólidos solúveis.....	47
3.6 Relação Brix/acidez.....	50
3.7 Açúcares redutores	52
3.8 Ácido ascórbico	55
3.9 Antocianinas totais	57
3.10 Flavonóides totais	62
4 CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	66

INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) é uma planta pertencente à família Myrtaceae e tem sua ocorrência natural disseminada nas regiões alagadas ou periodicamente alagadas da Amazônia. Desde longa data, é consumido na Amazônia peruana e seu consumo na Amazônia brasileira é recente. Atualmente é muito procurado, principalmente a partir da década de 80, em decorrência da divulgação de seu valor nutricional em meios de comunicação de abrangência popular. Também, resultados de pesquisas sobre sua adaptação às condições de cultivo em terra firme, composição química, valor nutricional e adequação tecnológica começaram a ser divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, o que contribuiu para sua inclusão na lista dos frutos mais procurados da Amazônia.

Os frutos de camu-camu caracterizam-se por ter vida útil relativamente curta. A principal causa de sua perda é endógena, embora fatores externos também tenham importância. Dentre esses fatores destacam-se as condições de armazenamento e os cuidados durante a colheita, manuseio e transporte.

Os locais de ocorrência nativa do camu-camu na Amazônia situam-se nos igapós, margens de lagos e rios, e estão localizados à grandes distâncias da cidade de Manaus (principal centro de beneficiamento, comercialização e consumo) e em locais de difícil acesso. Para a colheita há necessidade de deslocamento por barcos de maior porte nos quais são levados as pessoas responsáveis pela colheita. Uma vez estando nos locais de ocorrência nativa, é necessário a utilização de pequenas embarcações (canoas), as quais podem movimentar livremente por entre as plantas em frutificação.

Além das dificuldades de acesso e das longas distâncias, da falta de infraestrutura para manuseio e conservação de produtos perecíveis e do clima hostil, a falta de sistemas de refrigeração é também outra característica que dificulta o manejo do camu-camu proveniente das populações nativas da Amazônia. Estes fatores externos aliados aos fatores intrínsecos dos frutos favorecem as reações metabólicas que levam à grandes perdas. Além disso, o pico da safra concentrado em poucos dias e condicionado ao pulso das cheias, contribuem para o aumento das perdas pós-colheita.

Uma característica da maturação do camu-camu é a reduzida sincronia no amadurecimento dos frutos (ANDRADE, 1991). Além de lutar com as dificuldades da distância e do acesso, os colhedores deparam ainda com a presença de frutos em vários estágios de maturação. Essa característica sugere que, para a colheita de frutos com mesmo estágio de maturação os colhedores teriam que visitar as plantas várias vezes durante uma mesma safra. Como nem sempre isso é possível, eles colhem frutos com uma ampla faixa de maturação, isto é, desde ligeiramente vermelhos, até totalmente coloridos de vermelho-púrpura. Esses frutos são transportados juntos e dessa forma beneficiados.

Como os problemas atuais para manejo do camu-camu proveniente de populações nativas são a irregularidade no grau de maturação, tempo necessário entre a colheita e o beneficiamento e falta de estrutura para resfriamento dos frutos, são necessários estudos para avaliar o grau de resistência dos frutos à essas condições deficientes, porém, disponíveis. Como não se tem dados sobre a capacidade de conservação dos frutos nas condições a que estão sujeitos no interior da Amazônia, o objetivo foi verificar a capacidade de conservação dos frutos em função do estágio de maturação em que são colhidos, em temperatura ambiente.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos gerais sobre o camu-camu

1.1.1 Taxonomia, sinonímia e nomes vulgares

O camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) apresenta a seguinte posição taxonômica, segundo TAKHTAJAN (1980):

- | | |
|----------------|--|
| a) DIVISÃO: | Magnoliophyta (Angiospermae) |
| b) CLASSE: | Magnoliopsida (Dieotiledones) |
| c) SUBCLASSE: | Rosidae |
| d) SUPERORDEM: | Myrtanae |
| e) ORDEM: | Myrtales |
| f) FAMÍLIA: | Myrtaeae |
| g) GÊNERO: | <i>Myrciaria</i> |
| h) ESPÉCIE: | <i>Myrciaria dúbia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh |

O camu-camu apresenta-se disperso, ao longo de lagos e rios da Amazôma, abrangendo vários Países, sendo reconhecido, segundo ANDRADE (1991), por várias sinonímias científicas: ***Myrciaria dúbia*** (H.B.K.), ***Psidium dubium*** (H.B.K.), ***Eugenia divaricata*** (Benth), ***Myrciaria phillyracoides*** (Berg), ***Myrciaria divariacata*** (Benth), ***Myrciarya paraensis*** (Berg), ***Myrciaria caurensis*** (Steyerm), ***Myrciaria riedeliana*** (Berg). Além disso, é conhecido por vários nomes regionais, onde os mais comuns são: Araçá d'água, nos rios Maçangana em Ariquemes e Urupá em Ji-Paraná no Brasil (FERREIRA, 1986); Araçá de igapó, ao longo dos rios Negro, Madeira, Tonantins e Javari no Brasil (SUAREZ MERA, 1987); Caçari, região da Amazônia Central Brasileira (FERREIRA, 1986) e noroeste da Amazônia Brasileira (CAVALCANTE, 1988); Camocamo, no Peru (GUTIERREZ-RUIZ, 1969); Camu-camu, Amazônia Ocidental Brasileira região de Manaus, na Amazônia Central (KEEL & PRANCE, 1979; FALCÃO et ai, 1993), região do alto Solimões(informações

personais dos habitantes da região), sul da Flórida USA (WHITMAN, 1974) e toda região de selva baixa da Amazônia Peruana (ALVARADO VERTIZ, 1968; SUAREZ MERA, 1987); Guayabito e/ou guayabato: bácia do Orenoco na Venezuela (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987); Guayabo: rio Orenoco - Colômbia (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987).

1.1.2. Descrição botânica e distribuição geográfica

O camu-camu é um arbusto que pode alcançar até 13 m de altura, que apresenta folhas opostas, simples e pecioladas, com lâminas lanceoladas ou elípticas, frequentemente subinequiláteras de 3,0 a 12 cm de comprimento; 1,0 a 4,5 cm de largura; glabras, glandulosas, agudas ou gradualmente acuminadas no ápice; arredondadas ou subcuneadas na base; nervura mediana larga, plana ou convexa na página superior e um tanto elevada na página inferior; com 16 a 30 nervuras primárias finíssimas e obscuras ou levemente impressas em ambas as páginas e reunidas por uma nervura submarginal de 3,0 a 7,0 cm de comprimento.

Seus pecíolos são curtos com 3,0 a 9,0 mm de comprimento por 1,0 mm de espessura. Suas inflorescências são axilares ou supra-axilares, até 1,0 mm acima do pecíolo; pedúnculo de 1,0 a 1,5 mm de comprimento, com bordas chiadas de cerca de 1,5 mm de comprimento e largura; pedicelos de até 1,5 mm de comprimento e 1,0 mm de espessura; bractéolas persistentes, amplamente ovais e arredondadas no ápice, unidas em suas margens basais; com cálice globoso ou subgloboso glabro e com pontos glandulosos; corola com 4 pétalas glandulosas, brancas, alternadas com assépalas; apresentam até 125 estames, de 7,0 a 10 mm de comprimento; anteras de 0,5 a 0,7 mm de comprimento; estiletos de 10 a 11 mm de comprimento (Mc VAUGH, 1969; GUTIERREZ RUIZ, 1969; ANDRADE, 1991).

Os frutos de camu-camu são globosos, com 10 a 32 mm de diâmetro, de coloração rósea a vermelha-escura e até púrpura-negra com pontos glandulosos na superfície, ápice coroado pela cicatriz do cálice, que é saliente em forma circular; sua polpa é ácida e cada fruto apresenta de 2 a 3 sementes reniformes, elipsóides com 6,0 a 15 mm de comprimento e 5,5 a 11 mm de largura nitidamente aplanadas,

cobertas por uma malha de fibrilas (GUTIERREZ RUIZ, 1969).

Os são encontrados na região central do Estado do Pará nos rios Trombetas, Cachorro e Mapuera, no rio Javari e afluentes, nos rios Maçangana em Ariquemes e Urupá em Ji-Paraná no Estado de Rondônia, médio e alto Amazonas, alto Solimões, toda selva baixa da Amazônia Peruana, bacia do Orenoco na Venezuela e Colômbia (ALVARADO VERTIZ, 1969; Mc VAUGH, 1969; K.ELL & PRANCE, 1979; SUAREZ MERA, 1987). WHITMAN (1974) relata cultivos na Flórida - USA.

1.1.3. Habitat e condições edafo-climáticas

O camu-camu é nativo da Bacia Amazônica, próprio de regiões periodicamente inundáveis, como margens de rios e lagos, e principalmente em águas com variações de pH entre 4,0 até 7,5. Suas populações são pouco frequentes em áreas de corredeiras e cachoeiras, entretanto sobre substratos rochosos resistem a correntezas de rios (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987).

Nas margens de rios e lagos seu tronco fica submerso de 30 a 40% de sua estatura total (CALZADA BENZA, 1980), sendo extremamente tolerante à inundação permanecendo submerso durante 4 a 5 meses. No habitat silvestre, desenvolve-se em substratos aluviais, de textura limosa, argilosa limo-argilosa, limo-arenosa e em solos pouco drenados (CALZADA BENZA, 1980; SUAREZ MERA, 1987; PETER & VASQUEZ, 1986/87).

Em 1964, o cultivo de camu-camu foi introduzido na Flórida USA, os exemplares foram cultivados em solo arenoso ácido e submetidos à irrigação três vezes por semana, observando-se que a extremidade das folhas sofreram queimaduras durante os meses secos do inverno e que a primeira frutificação ocorreu em setembro de 1972 em quantidade suficiente para curvar os galhos até o chão (WHITMAN, 1974). A Sub-Estación Agrícola de San Roque, em Iquitos - Peru, demonstrou a possibilidade do desenvolvimento do camu-camu em terras altas da Amazônia, desde que mantenha alta umidade no solo o ano todo (CALZADA BENZA, 1980).

O INPA introduziu o camu-camu em sua lista de prioridades em 1980, objetivando a introdução e adaptação às condições edafo climáticas de terra firme. Utilizando germoplasma provenientes de Iquitos Peru e solo Podzólico Vermelho Amarelo, de textura argilosa, com relevo suave ondulado, e vegetação original de floresta tropical úmida circundando a área experimental, num clima classificado como "Afi" (sistema de Köppen) com médias anuais de 2.478 mm de chuva e 25,5° C de temperatura, a performance do camu-camu é avaliada através de estudos de espaçamento, adubação, aspectos fenológicos e ecológicos, tipos de poda, seleção de matrizes, e análise química e tecnológica dos frutos (CHAVES FLORES, 1988; FALCÃO et al, 1993).

O camu-camu pode desenvolver-se em solos pobres e ácidos com pH entre 4,0 e 4,5 de terra firme, não aceitando sombreamento com temperaturas máxima de 35° C e mínima de 17° C e com precipitação média ,anual de 2800 mm, segundo CHAVES FLORES (1988).

1.2. Composição química e maturação

Para FALCÃO et al (1993), o camu-camu pode adaptar-se às condições edafo climáticas das terras firmes da Amazônia Central, entretanto, sua floração e frutificação serão influenciadas pelo regime de chuvas. Pouco se conhece a respeito da composição química e maturação do camu-camu. Os primeiros trabalhos sobre composição química do fruto provém do Peru (FERREYRA, 1959; BLASCO LAMENCA, s.d.; ALVARADO VERTIZ,1969; NAKASONE & BOLTON, 1984) seguidos por trabalhos realizados no INPA (ANDRADE, 1991; ANDRADE et al., 1991; ANDRADE. et al., 1992; ANDRADE et al., 1995;) e Bélgica(ZAPATA & DUFOUR, 1993). Os resultados mostram que, de forma geral, os trabalhos concordam em relação a presença e quantidade de alguns compostos. Alguns resultados divergentes decorrem da diversidade de procedência dos frutos, estágio de maturação e metodologias utilizadas. No geral, como a maioria dos frutos (SALUNKHE & DESAI, 1984), o camu-camu é fonte de carboidratos, minerais, vitaminas, fibras, etc. além de vários compostos relacionados com o sabor e

aparência. As reações anabólicas e catabólicas inerentes a maturação e senescência inerentes aos frutos também ocorrem no camu-camu.

Pelo fato do camu-camu ser uma espécie pouco trabalhada geneticamente e ter ocorrência em condições edafo-climáticas bem diversificadas, o fruto apresenta grande variação na sua composição química. É um fruto suculento, com teores de umidade acima de 90%, o que corresponde a baixos valores de sólidos totais (ANDRADE et al., 1991; SILVA, 1997, CALDAS, 1997). A fração sólidos solúveis situa-se na faixa de 5 a 9° Brix (ANDRADE, 1991; SILVA, 1997).

Os açúcares estão presentes em pequenas quantidades, abaixo de 5%, sendo constituídos em sua maioria por glicose e frutose. Há divergência entre a concentração desses açúcares, quando ANDRADE (1991) afirma ser a glicose o açúcar majoritário e ZAPATA & DUFOUR (1993) a frutose. Os autores concordam em afirmar a ausência de sacarose no fruto maduro.

A acidez do camu-camu é elevada, chegando a limitar seu consumo "in natura". A acidez é expressa em ácido cítrico por ser o principal ácido presente no fruto, apesar da presença dos ácidos málico e isocítrico em quantidades significativamente menores (ZAPATA & DUFOUR, 1993). A acidez, expressa em ácido Cítrico atinge cerca de 33% do "pool" de sólidos solúveis (ANDRADE, 1991).

Os macro e micro minerais estão presentes em quantidades equivalentes as de outros frutos suculentos. Dos minerais o potássio destaca-se como majoritário (ANDRADE, 1991; ZAPATA & DUFOUR, 1993). Do ponto de vista energético, o camu-camu apresenta em média 37 Kcal. O maior percentual de contribuição é dos carboidratos que correspondem a 42,0%, seguido pela tração lipídica, ácidos totais e proteína com 33,9, 18,6 e 5,6%, respectivamente (ANDRADE, 1991).

O principal constituinte da composição química do camu-camu é a alta concentração de ácido ascórbico, responsável pelo interesse que o fruto desperta como fonte natural de vitamina C. Valores na faixa de 2 a 3% de vitamina C total são reportados por ALVARADO VERTIZ (1969), GUTIERREZ RUIZ (1969), RODRIGUEZ et al. (1975) e ANDRADE (1991). No entanto, pesquisas mais recentes quantificando através das metodologias de H.P.L.C. (ZAPATA & DUFOUR, 1992), de redução do 2,6-diclorofenolindofenol (SILVA, 1997; CALDAS, 1997) e pelo

método enzimático da ascorbato oxidase (ARAGÃO et al. 1996) relatam valores na faixa de 900 a 1800 mg%.

Além das condições edafo-climáticas e da variação genética, outro importante fator que influencia na composição química do camu-camu é o estágio de maturação. Em estudos sobre a maturação do camu-camu cultivado em terra firme, ANDRADE (1991) observou que, carotenoides totais, protopectina, extrato etéreo, proteína e sólidos insolúveis em álcool decrescem em função do avanço da maturação e que sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação brix/acidez, glicose, frutose, pectina solúvel, antocianinas totais e vitamina C total aumentam. Os compostos fenólicos, pectina total e amido aumentam com a maturação e decrescem nas fases finais do amadurecimento. A maioria dos macro e micro minerais decrescem atingindo valores mínimos entre 85 e 95 dias após a ântese e elevando nos estádios subsequentes, exceto o magnésio e nitrogênio, que continuam a decrescer até aos 113 dias após a ântese.

Trabalhando com camu-camu proveniente de populações naturais do Peru, ZAPATA & DUFOUR (1993) analisaram a composição química de frutos em três estádios de maturação (verde, de vez e maduro) e verificaram aumento nos níveis de ácido ascórbico, dehidroascórbico, açúcares redutores, aminoácidos (serina, valina e leucina), ácido málico e sólidos solúveis e decréscimo nos níveis de ácido cítrico.

Segundo ANDRADE (1991) o estágio de maturação tem efeito significativo nas características físicas e químicas do camu-camu. Que o melhor balanço dos constituintes de interesse nutricional, organoléptico e tecnológico permite estimar o melhor período de colheita, porém, devido a falta de sincronia, a coloração do fruto é a forma mais viável para predizer o ponto ideal de colheita.

O estágio de maturação é decisivo à vida útil pós-colheita dos frutos. Portanto, toma-se muito importante delimitar o momento exato da colheita. Para a maioria dos frutos, o ponto exato de colheita é feito de acordo com seu destino. Muitas vezes ela é realizada precocemente, ou seja, antes do fruto ter completado seu desenvolvimento. Nesse caso o processo de amadurecimento é prejudicado. Por outro lado, quando a colheita é efetuada com o fruto muito maduro, sua vida de

prateleira toma-se curta e as perdas elevadas. Entre esses extremos, há uma faixa em que o estágio de desenvolvimento permite colheita de frutos cuja qualidade e vida útil é maximizada (WILLS et al., 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990;.CHITARRA,1994).

A maturidade do fruto para a colheita depende das exigências do mercado, do tempo de transporte e da necessidade de armazenamento. Os índices de maturidade utilizados para o estabelecimento do ponto de colheita, o que é difícil e complexo, podem ser indicados por avaliação física, visual, análises químicas, computação dos dias pós- florada e fatores fisiológicos (PANTAGICO et al., 1975 b). Porém, apesar de conhecer as características intrínsecas dos frutos e os cuidados necessários, o que condiciona o ponto de colheita e o sistema de manuseio são as condições econômicas e a infraestrutura disponível no momento.

1.3. Conservação pós-colheita

A modernização da tecnologia agrícola tem contribuído para diminuir as perdas pós-colheita (PANTASTICO et al., 1975 a; . No entanto, mesmo com o grande e recente interesse despertado pelo camu-camu, as condições básicas ou mínimas para o seu manuseio adequado ainda não são aplicadas na Amazônia.

A conservação da qualidade do camu-camu é fator fundamental à sua comercialização e utilização, quer "in natura" ou beneficiado. Isso torna necessário que, o conhecimento referente ao comportamento do camu-camu seja ampliado, pois somente assim se aumentará sua vida útil, permitindo sua expansão como matéria agroindustrial (ANDRADE, 1996).

Estudos sobre a conservação pós-colheita do camu-camu em função da refrigeração e atmosfera modificada, mostraram que o emprego de filme PVC associado à refrigeração reduziu notavelmente as perdas de peso, retardou o aparecimento de murchamento e enrugamento, contribuiu para a manutenção da aparência e qualidade dos frutos. Que a atmosfera modificada foi pouco efetiva na

manutenção dos ácidos, açúcares, sólidos solúveis, amido e antocianinas e que a temperatura de 5°C, associada à atmosfera modificada foi a condição mais favorável para o armazenamento dos frutos (SILVA et al., 1995; SILVA & ANDRADE, 1996, SILVA, 1997).

No entanto, para as condições do interior da Amazônia, onde o emprego de baixas temperaturas e do uso de atmosfera modificada é dificultado pelas condições sócio-econômicas da região, é necessário a busca de métodos aplicáveis para facilitar o manejo pós-colheita do fruto. A escolha e delimitação desses métodos só será possível mediante estudos básicos sobre o comportamento dos frutos em função de suas características internas e fatores externos (ANDRADE, 1996).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Procedência dos frutos

Os frutos de camu-camu foram colhidos de plantas cultivo em condições edafo-climáticas de várzea) localizada à margem esquerda do rio Solimões, município de Iranduba, próximo a Manaus, AM. O cultivo é conduzido pela Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônomicas (CPCA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

2.2. Métodos

2.2.1. Colheita e transporte

Os frutos foram colhidos aleatoriamente conforme são colhidos pela população, isto é, maduros com vários graus de coloração da casca.

Foram acondicionados em caixas plásticas de 60 cm de comprimento x 40 cm de largura e 20 cm de altura. O transporte para a CPCA em Manaus ocorreu em "pick up" Toyota. A colheita e o transporte ocorreram em aproximadamente 5 horas.

Os frutos foram colhidos de mesmo plantio e em duas datas durante a safra de 1997. A primeira colheita ocorreu em 19/02 e a segunda em 04/03. Com os frutos da primeira colheita foi instalado o experimento I e com os da segunda foi instalado o experimento II.

2.2.2. Seleção, lavagem e instalação dos experimentos

No Laboratório de Sementes da CPCA foi realizada a seleção com descarte dos frutos amassados e com rachaduras, decorrente do estágio avançado de maturação ou esmagados pela compressão de outros frutos. Foram, também descartados os frutos com presença de larvas de mosca, visualizada pela presença de furos na casca.

Após a primeira seleção os frutos foram classificados com base na coloração da casca em 5 estádios de maturação (Figura 1), assim caracterizados:

Estádio E 1 - frutos com 25% de coloração vermelha;

Estádio E2 - frutos com 50% de coloração vermelha;

Estádio E3 - frutos com 75% de coloração vermelha;

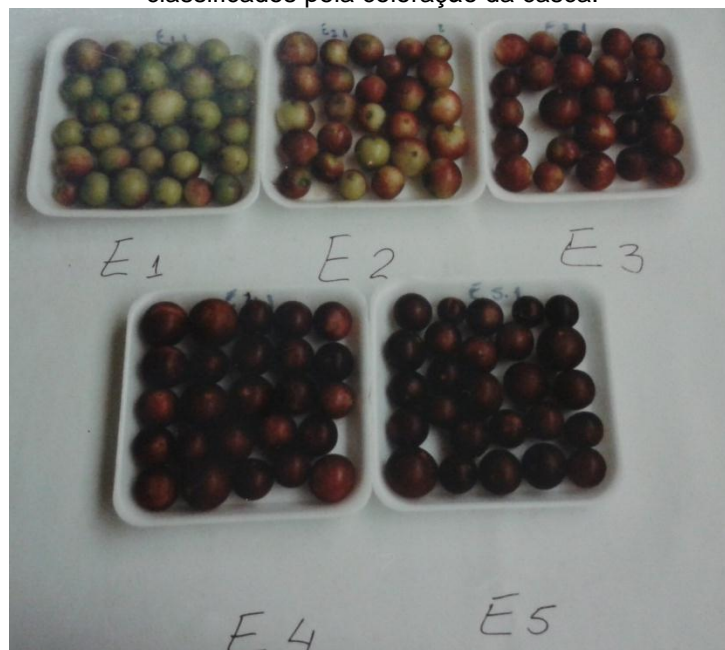
Estádio E4 - frutos com 100 % de coloração vermelha;

Estádio E5 - frutos com 100% de coloração vermelho-púrpura.

Após a classificação os frutos foram lavados em água corrente, proveniente de poço artesiano existente no campus do INPA V -8, passando por nova seleção e permanecendo sobre as bandejas com furos no fundo, para retirada do excesso de água e posterior secagem ao ambiente.

Em seguida foram novamente selecionados e acondicionados em monocamada em bandejas de poliestireno de 15 cm de largura por 15 cm de comprimento e 2 cm de altura, de forma que um não comprimisse os outros.

Figura 01 – Estádios de maturação dos frutos de camu-camu, utilizados nos experimentos, e classificados pela coloração da casca.



Fonte: O autor

As bandejas foram armazenadas em prateleiras em dois ambientes. Com os frutos da primeira colheita foi instalado o experimento I em temperatura média de 28°C e umidade relativa em torno de 87% na Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômicas (CPCA) do INPA. Com os frutos da segunda colheita foi instalado o experimento 11 em temperatura média de 21°C e umidade relativa em torno de 80% na Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos (CPTA) do INPA. Os estádios de maturação, manuseio dos frutos e avaliações pós-colheita foram as mesmas para os dois experimentos.

2.2.3. Avaliações pós-colheita

A cada 2 dias era retirada uma bandeja para as análises físico-químicas e químicas. Em cada análise era feita a contagem dos frutos inadequados para o consumo. Os frutos bons eram despolidos e a polpa triturada em liquidificador formando uma amostra homogênea que era analisada em triplicata.

As determinações de umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ácido

ascórbico, antocianinas e flavonóides foram realizadas no mesmo dia da retirada das bandejas. O restante da polpa homogeneizada foi distribuído em frasco de aproximadamente 25 g, congelados e estocados em freezer para as demais avaliações. Para cada tipo de análise foi retirado um frasco evitando assim o descongelamento de todas as amostras estocadas.

2.2.3.1. Perda de peso

A cada dois dias todas as 5 bandejas foram pesadas em balança semi-analítica, Sartorius, modo 2354, e retomadas às prateleiras de estocagem. A perda de peso foi calculada em percentagem considerando-se o peso inicial das bandejas e o de cada data de pesagem.

2.2.3.2. Umidade

O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa circulação de ar, a temperatura de 65°C, até peso constante e expresso percentagem (POMERANZ & MELOAN, 1978).

2.2.3.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi feita diretamente na polpa homogeneizada. Foi utilizado potenciômetro MICRONAL, modo B22 I, previamente calibrado com tampão 7 e 4 (POMERANS & MELOAN, 1978).

2.2.3.4. Acidez titulável

A mistura da polpa triturada (cerca de 0,2 g) com 100 ml de água destilada e 5 gotas de fenolftaleína foi titulada com solução de NaOH 0,1 N previamente padronizada. Os resultados foram expressos em percentagem (te ácido cítrico (WOODS & AURAND, 1977)).

2.2.3.5. Sólidos solúveis

Através de prensagem da polpa triturada em gase obteve-se o suco que foi analisado quanto ao teor de sólidos solúveis em refratômetro de marca Bellingham & Stanley. Os resultados lidos fora da temperatura de aferição do refratômetro (20°C) foram corrigidos mediante tabela de correção segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985.

2.2.3.6. Relação Brix/acidez

A relação Brix/acidez foi obtida pelo quociente dos resultados dos sólidos solúveis e da acidez titulável.

2.2.3.7. Açúcares redutores

A extração foi feita com 0,5 g de polpa utilizando-se água destilada. Após a filtragem em algodão, o extrato foi recolhido em balão volumétrico de 200 ml e o volume completado com água destilada. A quantificação dos açúcares foi feita pelo método de Somogy-Nelson descrito por SOUTHGATE (1976). Em tubos de ensaio

foram adicionados 1 ml do extrato de açúcares, 1 ml de água destilada e 1 ml do reagente cúprico. Após o aquecimento em banho-maria por 10 minutos, procedeu-se o rápido resfriamento em banho de gelo (por: ± 3 minutos) e adição de 1 ml da solução de arseno-molíbico e 6 ml de água destilada. A homogeneização foi realizada em agitador de tubos, seguida da leitura da absorbância a 510 nm em espectrofotômetro Tecnal, modo Femto 432.

No preparo do branco foi feita a substituição do extrato de açúcares por água destilada. Com soluções de glicose nas concentrações de 20, 40, 60, 80 e 100 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ foi obtida a curva padrão. Através da equação da reta foi calculada a concentração de açúcares redutores que foi expressa em mg%.

2.2.3.8. Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi quantificado pelo método de redução do 2,6-diclorofenolindofenol descrito por RANGANNA (1986), com modificações. Cerca de 0,5 g de polpa foi extraída com solução de ácido oxálico a 0,5%. Após a filtração em algodão, o filtrado foi recolhido em balão volumétrico e o volume aferido para 100 ml com a mesma solução extratora. Em erlenmeyers de 125 ml foram adicionados 10 ml de 2,6 diclorofenolindofenol (preparado segundo RANGANNA, 1986) e titulados com o extrato até o desaparecimento da coloração rosada (ponto de viragem, incolor). A solução de 2,6-diclorofenolindofenol foi estocada em geladeira e padronizada com ácido ascórbico (recentemente preparado) no momento de cada análise. O padrão foi feito com ácido ascórbico diluído em ácido oxálico a 0,5% na proporção de 100 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ e utilizado no cálculo da concentração de ácido ascórbico.

2.2.3.9. Antocianinas totais

A determinação de antocianinas totais foi feita segundo LEES & FRANCIS

(1972). Cerca de 10 g de polpa triturada foi diluída em erlenmeyer com 100 ml de mistura extratora (etanol a 95% com ácido clorídrico a 1,5 N, na proporção de 85:15 v/v). A mistura foi mantida em recipiente fechado e estocada em refrigerador por uma noite. Após filtração em papel de filtro Whatman e lavagens sucessivas, o filtrado foi coletado em balão volumétrico de 250 ml e o volume completado para 250 ml com a mistura extratora. Desse extrato foram retirados 5 ml e novamente diluídos para 100 ml com a mistura extratora. Esse extrato permaneceu em repouso em temperatura ambiente e ao abrigo da luz pelo período de 2 horas. A absorvância foi lida em espectrofotômetro Tecnal mod Femto 432 a 535 nm utilizando-se cubetas de 1 cm. Os resultados foram expressos em mg/100 g de polpa considerando-se o peso inicial, as diluições e o coeficiente de extinção.

2.2.3.10. Flavonóides totais

A determinação de flavonóides totais foi feita segundo LEES & FRANCIS (1972) utilizando-se o mesmo extrato obtido para antocianinas totais. Porém, diferiu-se na leitura da absorvância (374 nm) e no coeficiente de extinção. Os resultados foram expressos em mg de quercetina/100 g de polpa.

2.2.4. Análise estatística

A análise estatística foi realizada através dos testes F e de Tukey (FERREIRA, 1991). A partir das médias de cada triplicata de avaliação, aplicou-se o teste F comparando-se as variâncias, quando significativas aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5%, comparando-se os valores nos estádios de maturação e nos dias pós-colheita. Os resultados aparecem em letras maiúsculas para os dias pós-colheita e letras minúsculas para os estádios de maturação; letras iguais determinam variação estatística não significativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perda de peso

A perda de peso dos frutos armazenados a temperatura de 28°C e umidade relativa em tomo de 87% (experimento I) é mostrada na Figura 2. Houve diferença significativa entre os estádios E1, exceção de E2, sendo que os estádios E2, E3, E4 e E5 não diferiram entre si (Tabela1). Todos os estádios apresentaram perdas de peso significativas durante o armazenamento. Apesar de todos os estádios terem apresentado perdas significativas, observa-se que a perda de peso foi maior nos frutos com alta proporção de manchas verdes, do que nos frutos de estágio de maturação mais avançado. Aos oito dias de estocagem as perdas de peso atingiram valores de 11,21% (E 1), 9,98% (E2), 8,58% (E3), 8,13% (E4) e 8,98% (E5).

A perda de peso dos frutos armazenados a temperatura de 21°C e umidade relativa em tomo de 80% (experimento 11) é mostrada na Figura 3. Durante o período de armazenamento, a perda de peso foi significativa para todos os estádios de maturação. No entanto, apesar da diferença significativa em função dos estádios de maturação, observa-se um comportamento mais homogêneo, com diferenças menores do que as apresentadas no experimento I (Tabela 2). Aos oito dias de estocagem as perdas foram de 9,96% (E 1), 9,69% (E2), 8,86% (E3), 8,59% (E4) e 8,58% (E5).

Observando os dados dos dois experimentos, nos quais os frutos procederam de mesmo plantio, porém, colhidos em datas diferentes, verifica-se que a perda de peso foi semelhante, exceto para o estágio E1, que foi maior no primeiro experimento. Considerando-se que frutos e hortaliças se armazenados em atmosfera com umidade relativa menor do que 99% o vapor de água irá se movimentar do produto para o ambiente e que a umidade relativa dos ambientes diferiram (87% no primeiro experimento e 80% no segundo), era esperado maior perda de peso no segundo experimento, o que não ocorreu. Este comportamento sugere a atuação da temperatura de armazenamento e/ou características intrínsecas

dos frutos.

No entanto, avaliando a perda de peso de camu-camu em função do estágio de maturação, da temperatura de armazenamento e da atmosfera modificada, SILVA (1997) observou que a temperatura foi menos efetiva na redução da perda de peso. Verificou também que as perdas de peso no final do período experimental foram semelhantes para os dois estádios de maturação, com exceção dos frutos em estágio de maturação menos avançado, os quais perderam mais peso durante o armazenamento a 10°C do que os de estágio de maturação mais avançado. Observou também que, ao contrário do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento, o uso de atmosfera modificada teve efeito significativo na redução da perda de peso de frutos de camu-camu.

Durante o armazenamento pós-colheita de frutos e vegetais "in natura" ocorre perdas de peso em decorrência dos processos de transpiração do produto. Esta é dependente de fatores ambientais (temperatura e umidade relativa) e também da estrutura da epiderme (estômatos, lenticelas e cutículas) e da área superficial exposta em relação ao volume do fruto (WILLS *et al.*, 1982; BERG & LENTZ, 1978).

Nos produtos armazenados "in natura" uma pequena perda de peso é tolerável, desde que não comprometa a aparência dos frutos. Esse nível de perda de peso é variável em função da estrutura de cada fruto. No entanto, acima de determinado nível, ocorre o comprometimento da qualidade, com o surgimento dos sintomas de flacidez, enrugamento, murchamento e coloração opaca. Esses sintomas diminuí sua qualidade, e conseqüentemente, o valor comercial (WILLS *et al.*, 1982; SIGRIST, 1988; SPAGNOL *et al.*, 1994).

Tabela 01 – Perda de Peso (%) por estágio de maturação em dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	1,41Ab	4,90Bb	7,97Cb	11,21Db
E2	1,09Aab	4,22Bab	7,12Cab	9,98Dab
E3	1,02Aa	3,70Ba	6,12Ca	8,58Da
E4	0,99Aa	3,68Ba	6,2Ca	8,13Da
E5	0,94Aa	3,66Ba	6,28Ca	8,98Da

Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatísticas em relação aos estádios de maturação.

As letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Tabela 02 – Perda de Peso (%) por estágio de maturação em dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	1,91Ac	4,40Bc	7,25Cc	9,96Dc
E2	1,19Abc	4,01Bbc	6,85Cbc	9,69Dbc
E3	1,14Aab	3,83Bab	6,55Cab	8,86Dab
E4	1,29Aa	3,79Ba	6,33Ca	8,59Da
E5	1,02Aa	3,28Ba	5,93Ca	8,58Da

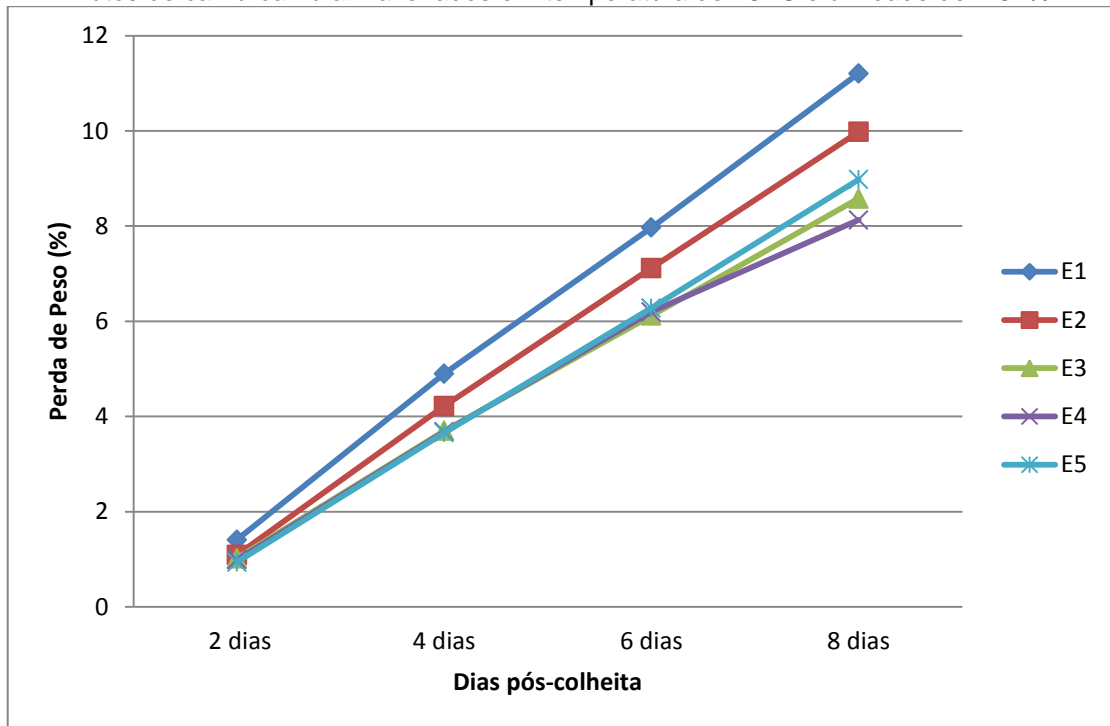
Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatísticas em relação aos estádios de maturação.

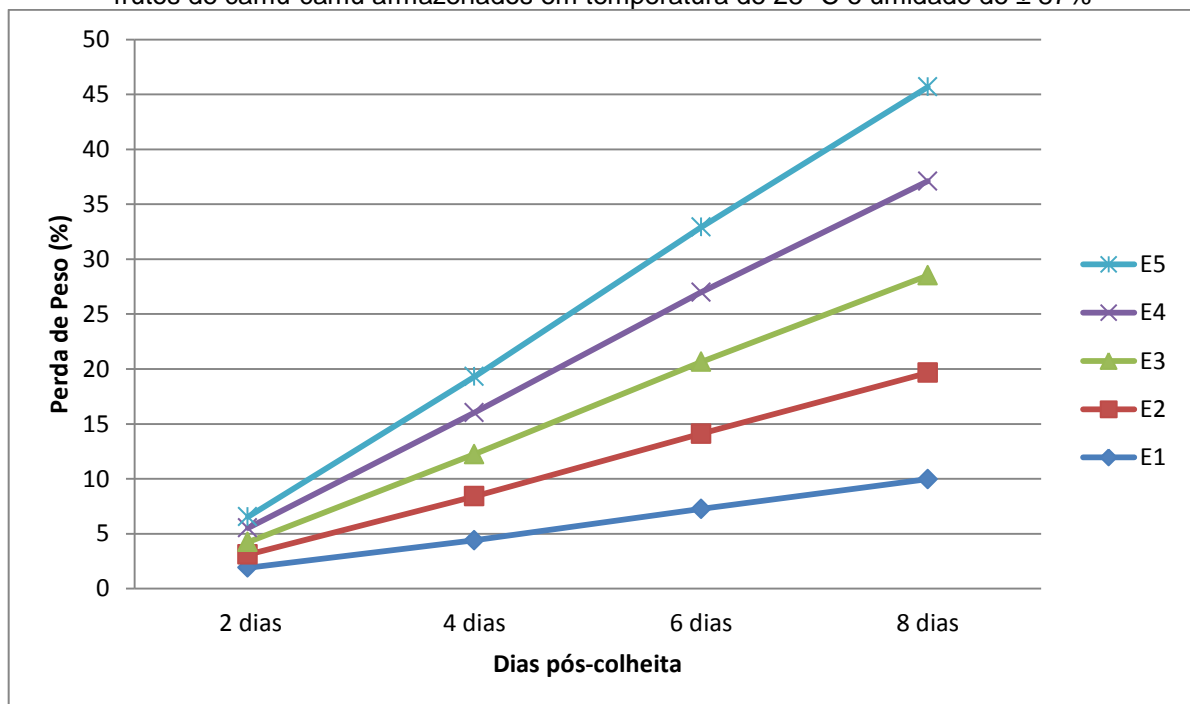
As letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 02 – Efeito do estágio de maturação, associados a dias pós-colheita, na perda de peso de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

Figura 03 – Efeito do estágio de maturação, associados a dias pós-colheita, na perda de peso de frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

3.2 Umidade

A Figura 4 e 5 mostram a variação no teor de umidade dos frutos armazenados em temperaturas de 28 e 21 ac, respectivamente. Observa-se que o teor de umidade dos frutos, principalmente 2 dias pós-colheita, variou em função do estágio de maturação, porém, sem significância estatística (Tabelas 3 e 4). Nos dois experimentos, os frutos em estágio de maturação mais acentuado apresentaram teores mais baixos de umidade. Foi observado certa concordância entre a perda de peso e as variações de umidade dos frutos nos dois experimentos. Em frutos de maturação avançada, além dos teores de umidade serem mais baixos, apresentaram também menor perda de umidade e menor perda de peso durante o armazenamento. Durante os oito dias de armazenamento não foram detectados decréscimos nos teores de umidade dos frutos nos estádios, E4 e E5 (experimento I) e E5 (experimento II).

Apesar de não ter encontrado diferença significativa no teor de umidade em função do estágio de maturação, SILVA (1997) também observou que frutos de camu-camu em estágio de maturação mais avançado apresentaram teores de umidade ligeiramente mais baixos do que os mais imaturos. Os valores de umidade dos frutos mostraram-se semelhante aos observados (91,01 a 93,68%) por CALDAS (1997) e SILVA (1997) em frutos de camu-camu também provenientes do mesmo plantio, mas avaliados na safra do ano anterior (1996). São também semelhantes aos encontrados em camu-camu proveniente de terra firme (91,2%) observados por ANDRADE et al. (1991).

Tabela 03 – Variação de umidade por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	93,83	92,00	93,00	91,50
E2	93,21	93,2	93,00	91,50
E3	93,16	92,44	92,00	92,00
E4	91,73	92,66	93,16	91,16
E5	91,11	91,44	91,83	91,62

Fonte: O autor

Não houve variação estatística a nível de 5%.

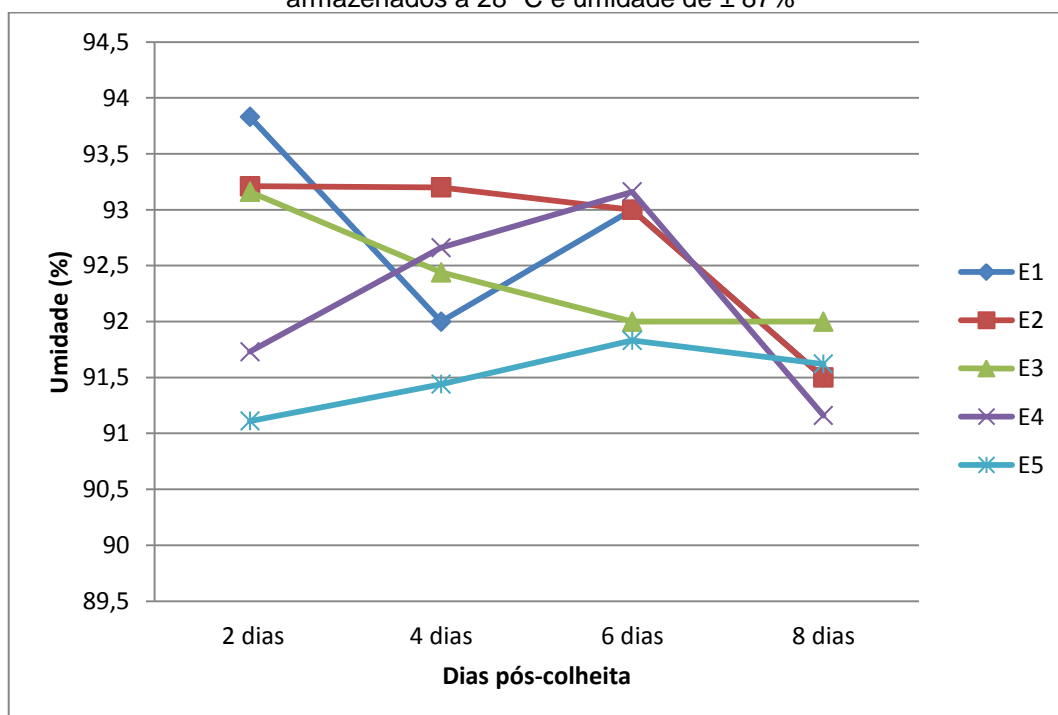
Tabela 04 – Variação de umidade por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	92,55	92,01	91,75	91,54
E2	92,33	91,66	91,66	90,04
E3	91,66	92,33	91,44	91,22
E4	92,11	92,50	91,33	90,72
E5	91,0	91,33	91,66	91,10

Fonte: O autor

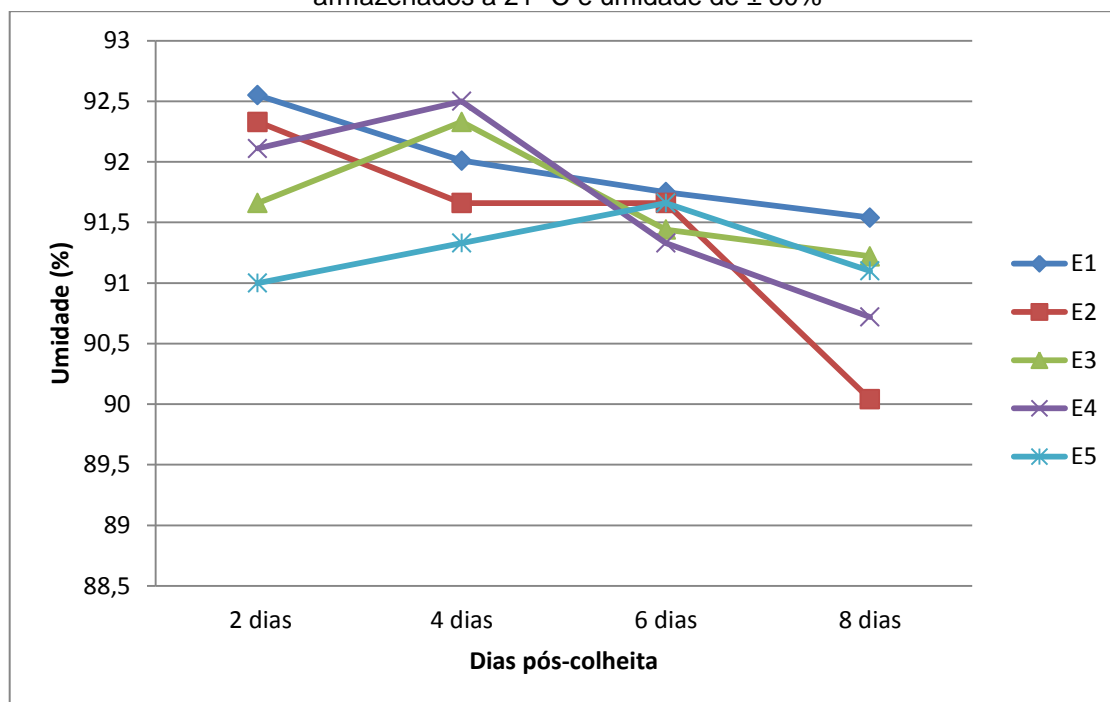
Não houve variação estatística a nível de 5%.

Figura 04 – Efeito do estágio de maturação no teor de umidade de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de $\pm 87\%$



Fonte: O autor

Figura 05 – Efeito do estágio de maturação no teor de umidade de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de $\pm 80\%$



Fonte: O autor

3.3 Variação Hidrogeniônica (pH)

As variações do pH para os frutos do experimento I e II são apresentadas nas Figuras 6 e 7, respectivamente, os estádios de maturação não exerceram efeitos nos valores de pH do camu-camu, cujos valores situaram-se na faixa de 2,3 a 2,6. Valores superiores (2,95 a 3,10) foram encontrados em camu-camu procedentes de terra firme por ANDRADE (1991). Os valores encontrados para o pH concordam com os obtidos em frutos também procedentes da várzea do Ariaú, porém, da safra de 1996, os quais situaram-se na faixa de 2,13 a 2,45 (SILVA, 1997).

Nos dois experimentos, o pH do camu-camu sofreu alterações significativas com aumento no período de estocagem (Tabelas 5 e 6). O aumento nos valores de pH concordam com o decréscimo nos teores de acidez titulável apresentado pela maioria dos estádios de maturação.

Tabela 05 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) por estádios de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,40A	2,50A	2,45A	2,50B
E2	2,40A	2,45A	2,45A	2,50B
E3	2,45A	2,45A	2,50A	2,60B
E4	2,35A	2,40A	2,40A	2,60B
E5	2,50A	2,50A	2,50A	2,50B

Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Tabela 06 – Variação do potencial hidrogeniônico (pH) por estádios de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

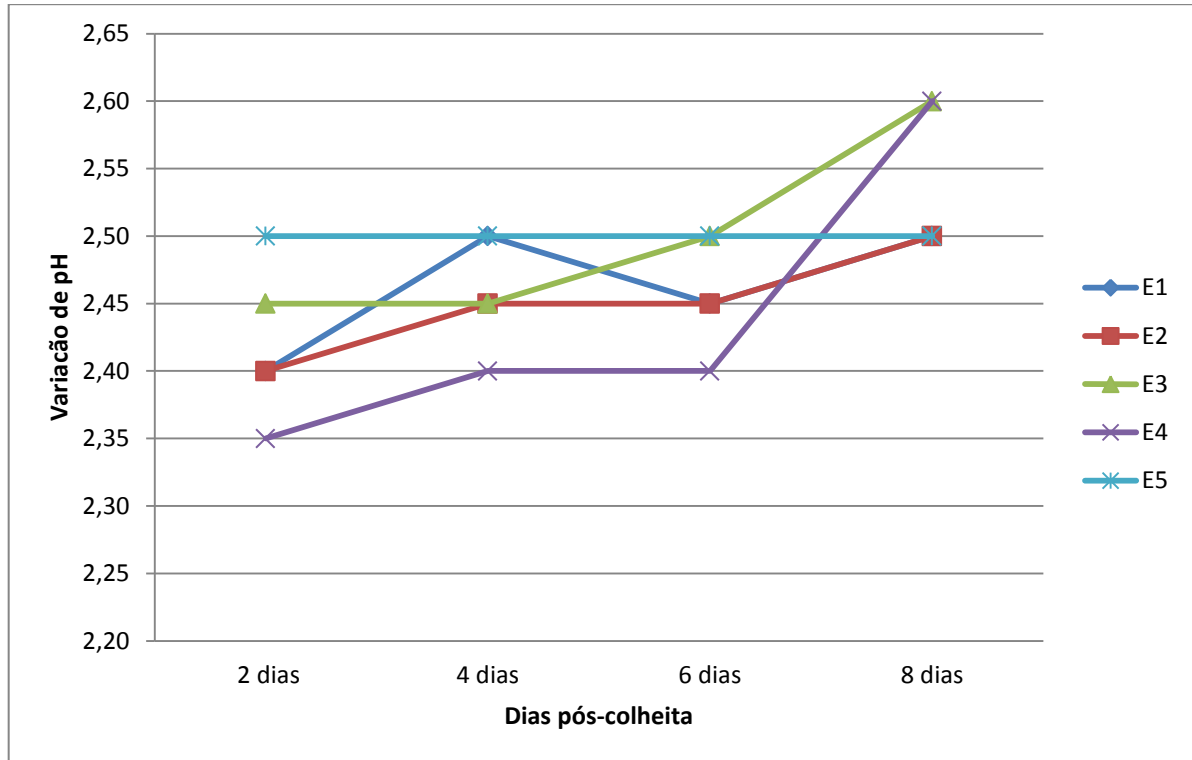
Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,40AB	2,39A	2,43B	2,50C
E2	2,45AB	2,35A	2,40B	2,50C
E3	2,45AB	2,40A	2,45B	2,50C
E4	2,45AB	2,30A	2,45B	2,50C
E5	2,45AB	2,35A	2,40B	2,45C

Fonte: O Autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

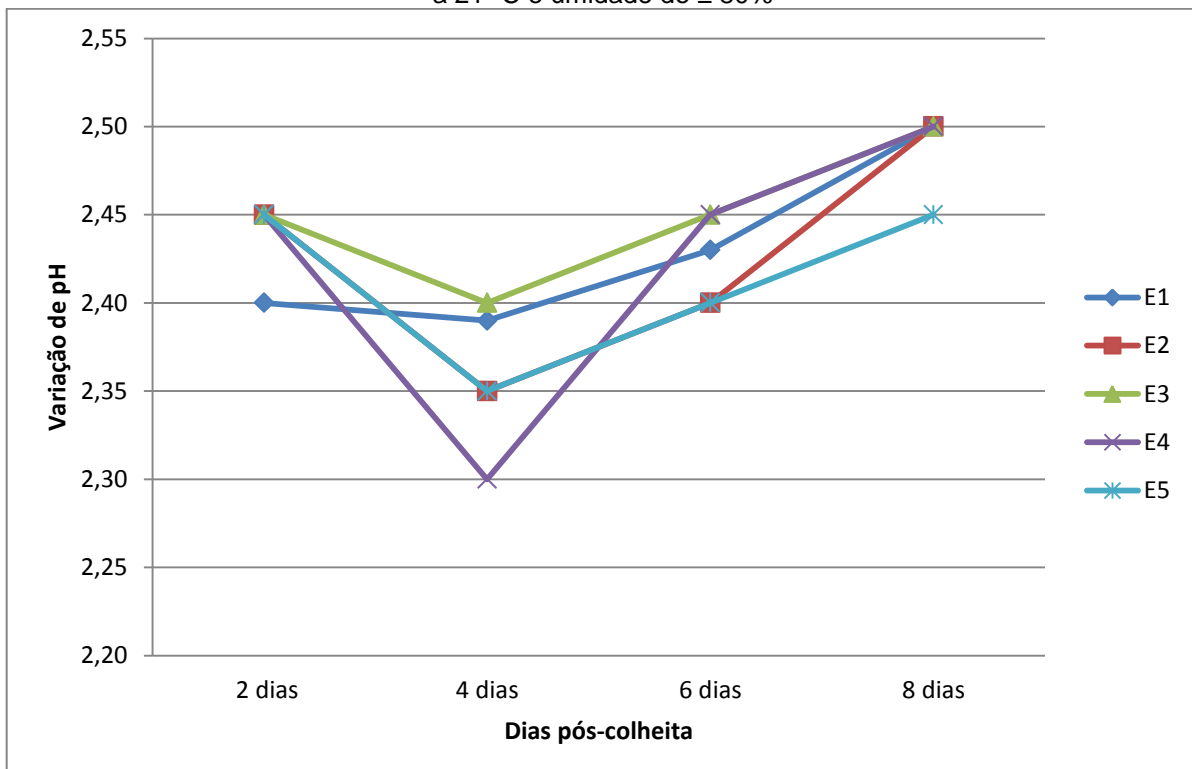
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 06 – Efeito do estágio de maturação na variação de pH de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

Figura 07 – Efeito do estágio de maturação na variação de pH de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de \pm 80%



Fonte: O autor

3.4 Acidez titulável

No experimento I o estágio de maturação e o tempo de armazenamento não exerceram influência significativa nos teores de acidez titulável (Figura 8 e Tabela 7). No entanto, os frutos de estágio de maturação mais avançado (E5), apresentaram um decréscimo durante a estocagem, concomitante com o aumento nos valores de pH. Como na maioria dos frutos, do ponto de vista de sabor, os ácidos orgânicos representam um dos principais componentes do camu-camu (ZAPATA & DUFOUR, 1993) e são acumulados durante o crescimento e utilizados como substratos durante o amadurecimento (ANDRADE, 1991).

No experimento II foi observada variação significativa entre estágio mais avançado de maturação (E5) em relação aos de menoridade (E1 e E2) (Figura 9 e Tabela 8). O indicativo de decréscimo durante a estocagem mostrou-se significativo e concordante com os aumentos nos valores de pH. Os resultados da acidez titulável situaram-se na faixa de 1,94 a 2,84 g de ácido cítrico/l 00 de polpa. Valor semelhante (2,84 g de ácido cítrico/100 g de polpa) também foram obtidos por ANDRADE *et al* (1991) em camu-camu proveniente de terra firme. Valores levemente superiores, entre 2,26 a 3,14 % de ácido cítrico foram observados em frutos do mesmo plantio, porém, da safra de 1996 (SILVA, 1997).

Tabela 07 – Variação de acidez total em ácido cítrico (%) por estádios de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias de pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,67	2,68	2,81	2,59
E2	2,54	2,68	2,77	2,55
E3	2,58	2,72	2,79	2,44
E4	2,41	2,54	2,62	2,43
E5	2,87	2,41	2,07	2,01

Fonte: O autor

Não houve variação estatística a nível de 5%.

Tabela 08 – Variação de acidez total em ácido cítrico (%) por estádios de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,78ABb	2,84ABb	2,61Bb	2,61Ab
E2	2,34ABb	2,63ABb	2,66Bb	2,24Ab
E3	1,94ABab	2,27ABab	2,55Bab	2,54Aab
E4	2,41ABab	2,62ABab	2,54Bab	2,49Aab
E5	2,43ABa	2,23ABa	2,27Ba	1,97Aa

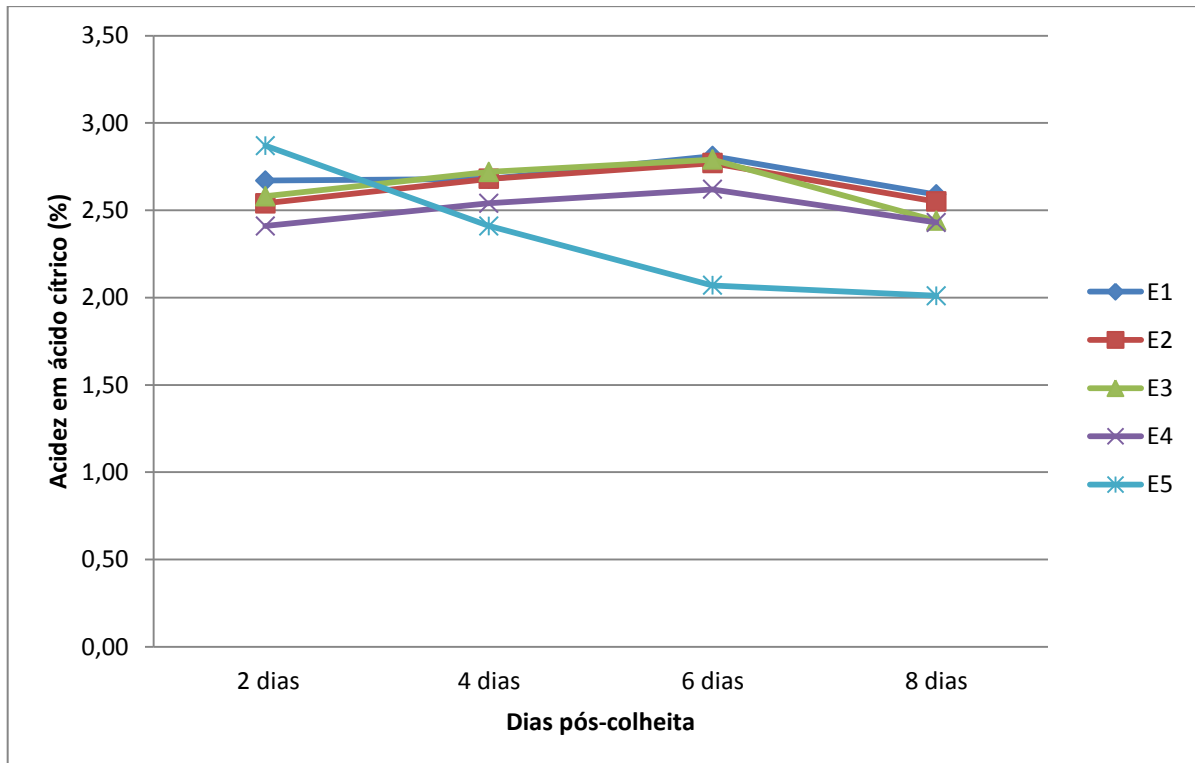
Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

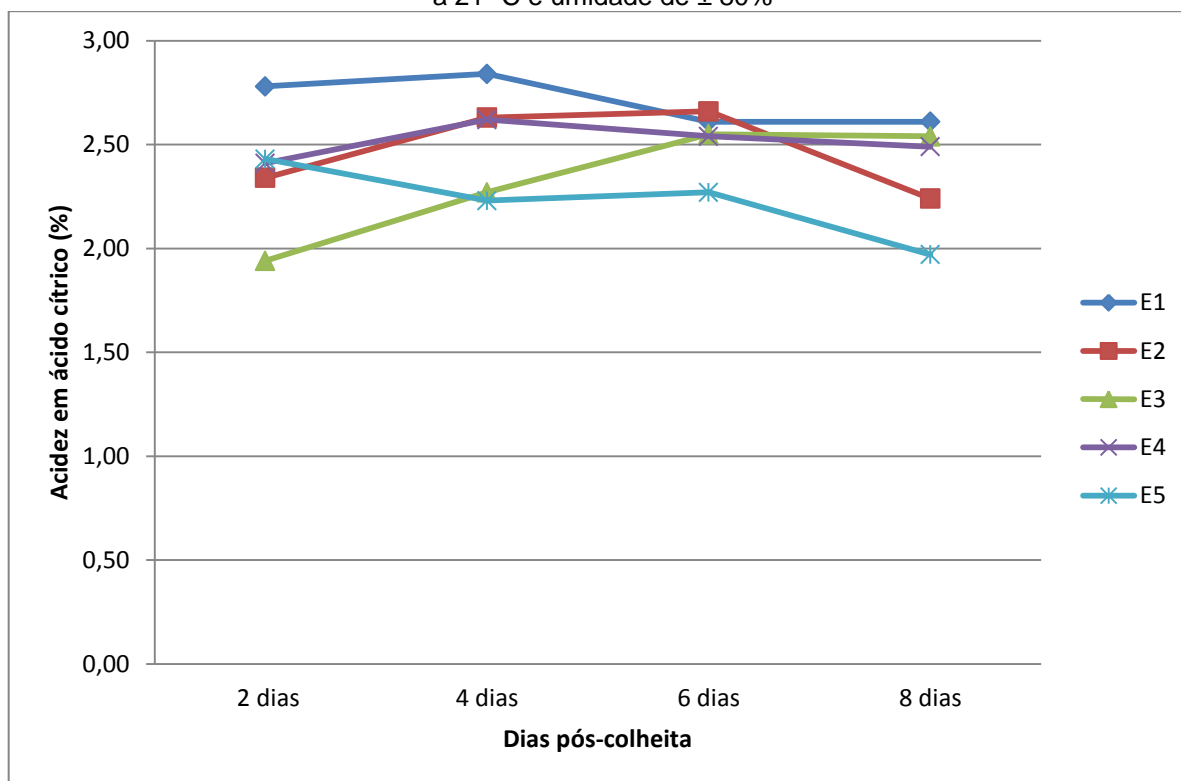
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 08 – Efeito do estágio de maturação de variação de pH de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

Figura 09 – Efeito do estágio de maturação de variação de pH de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de \pm 80%



Fonte: O autor

3.5 Sólidos Solúveis

O comportamento dos sólidos solúveis no experimento I e II é mostrado nas Figuras 10 e 11, respectivamente. Apesar de leve acréscimo nos estádios E 1 e E2 (experimento I) e E3 e E4 (experimento II) e decréscimo nos demais, as variações durante a estocagem não mostraram-se significativas.

Apesar do aumento dos sólidos solúveis em função do avanço da maturação, as diferenças entre os estádios não se mostraram significativas (Tabelas 9 e 10), exceto para o E1 e E5 do experimento II. O acúmulo de sólidos solúveis no camu-camu em função do avanço da maturação também foi detectado por ANDRADE (1991) e SILVA (1997). Este aumento é proveniente do acúmulo de compostos solúveis, principalmente açúcares durante o amadurecimento dos frutos (LODH & PANTASTICO, 1975). Os valores encontrados são semelhantes aos obtidos por

ANDRADE (1991), cujos frutos maduros provenientes de terra firme apresentaram concentrações de 6,5 a 8,5° Brix e ao encontrados por SILVA (1977) em frutos também provenientes do mesmo plantio utilizado neste experimento, porém colhidos na safra de 1996.

Tabela 09 – Variação de sólidos (° Brix) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	7,54	7,54	7,54	8,51
E2	6,97	7,54	7,54	8,47
E3	8,51	7,54	7,04	6,97
E4	8,47	7,97	6,51	7,54
E5	9,04	8,47	7,49	8,08

Fonte: O autor

Tabela 10 – Variação de sólidos (° Brix) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

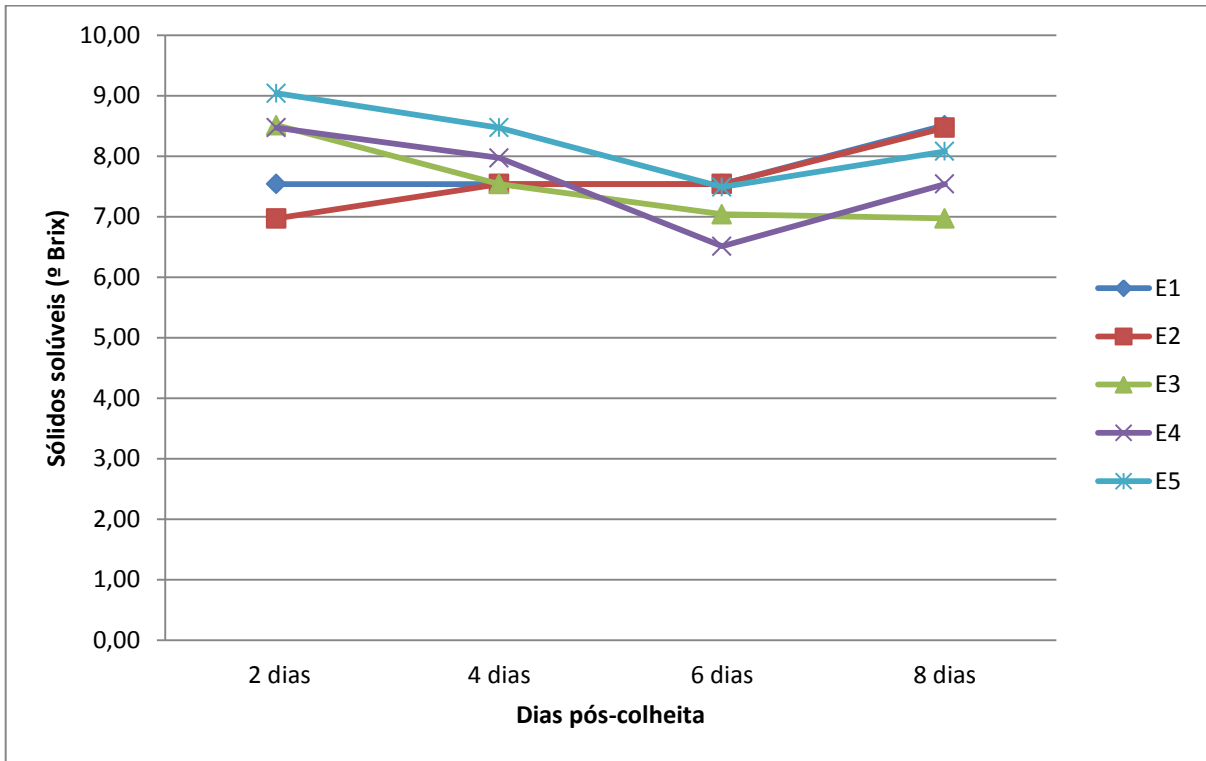
Estádio de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	7,54a	7,94a	7,57a	7,51a
E2	7,47ab	8,51ab	7,51ab	7,43ab
E3	7,39ab	7,93ab	7,51ab	8,51ab
E4	7,97ab	8,01ab	7,51ab	8,47ab
E5	8,97b	8,93b	7,93b	8,29b

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

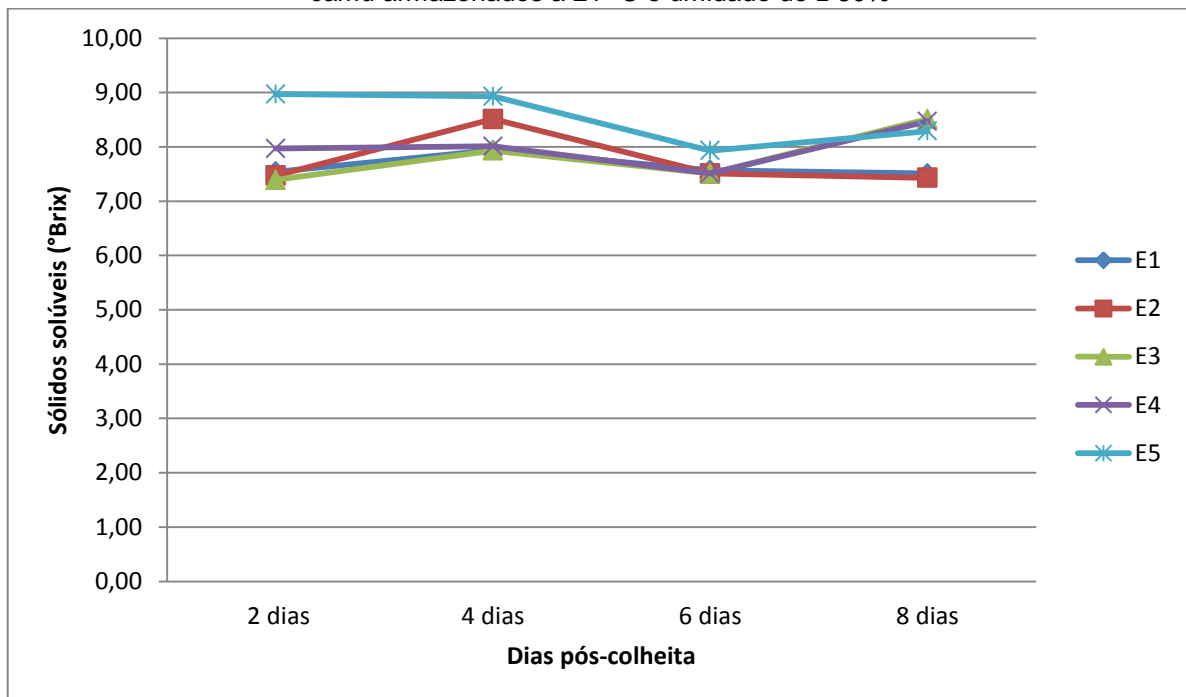
Letras Iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 10 – Efeito de estágio de maturação na concentração de sólidos solúveis de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de ± 87%



Fonte: O autor

Figura 11 – Efeito de estágio de maturação na concentração de sólidos solúveis de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de ± 80%



Fonte: O autor

3.6 Relação Brix/Acidez

Os resultados da relação Brix/acidez são mostrados na Figuras 12 e Tabela 11 (experimento I) e Figura 13 e Tabela 12 (experimento II). A relação Brix/acidez condicionado pelo comportamento dos sólidos solúveis e da acidez titulável apresentou valores mais baixos para os frutos do estágio de maturação menos avançado (E 1). O contrario ocorreu com os frutos mais maduros (E5) em decorrência do maior teor de sólidos solúveis. Não foi detectada diferença significativa em função do período de estocagem. Os frutos do experimento I não apresentaram diferença significativa entre os estádios de maturação. No entanto, os frutos em estágio de maturação mais avançado (E5) mostraram valores mais elevados, em função do menor teor de acidez e maior valor de sólidos solúveis apresentados pelos mesmos.

A relação Brix/acidez indica o baixo grau de doçura do camu-camu e os resultados são levemente superiores aos encontrados (2,07 a 2,97) em frutos provenientes de terra firme (ANDRADE, 1991). Em frutos provenientes de várzea, SILVA (1997) encontrou valores de 2,2 a 2,9 para frutos mais imaturos e maduros respectivamente.

Tabela 11 – Variação na relação Brix/acidez por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,82	2,81	2,68	3,28
E2	2,74	2,81	2,72	3,32
E3	3,30	2,77	2,52	2,85
E4	3,51	3,13	2,48	3,29
E5	3,14	3,51	3,57	3,30

Fonte: O autor

Não houve variação estatística a nível de 5%.

Tabela 12 – Variação na relação Brix/acidez por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

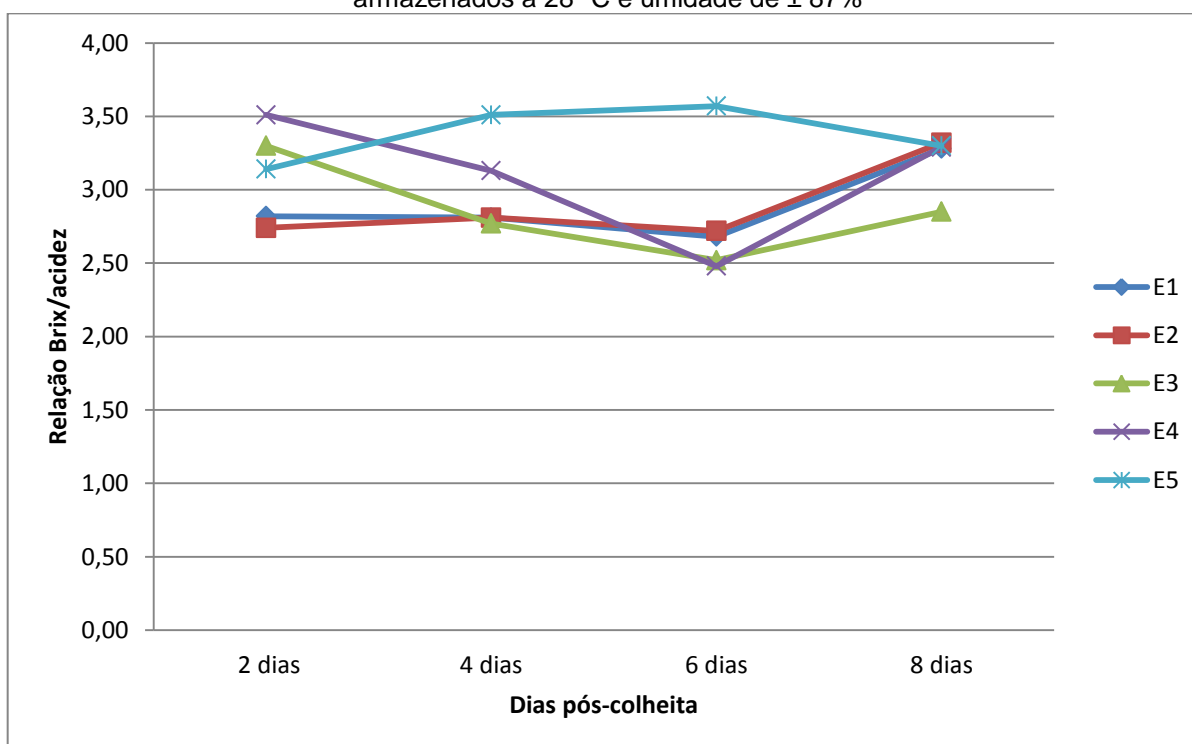
Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,71a	3,12a	2,90a	2,88a
E2	3,19b	3,23b	2,82b	3,32b
E3	3,81c	3,49c	2,94c	2,35c
E4	3,31b	3,06b	2,96b	3,40b
E5	3,69d	4,00d	3,49d	3,54d

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

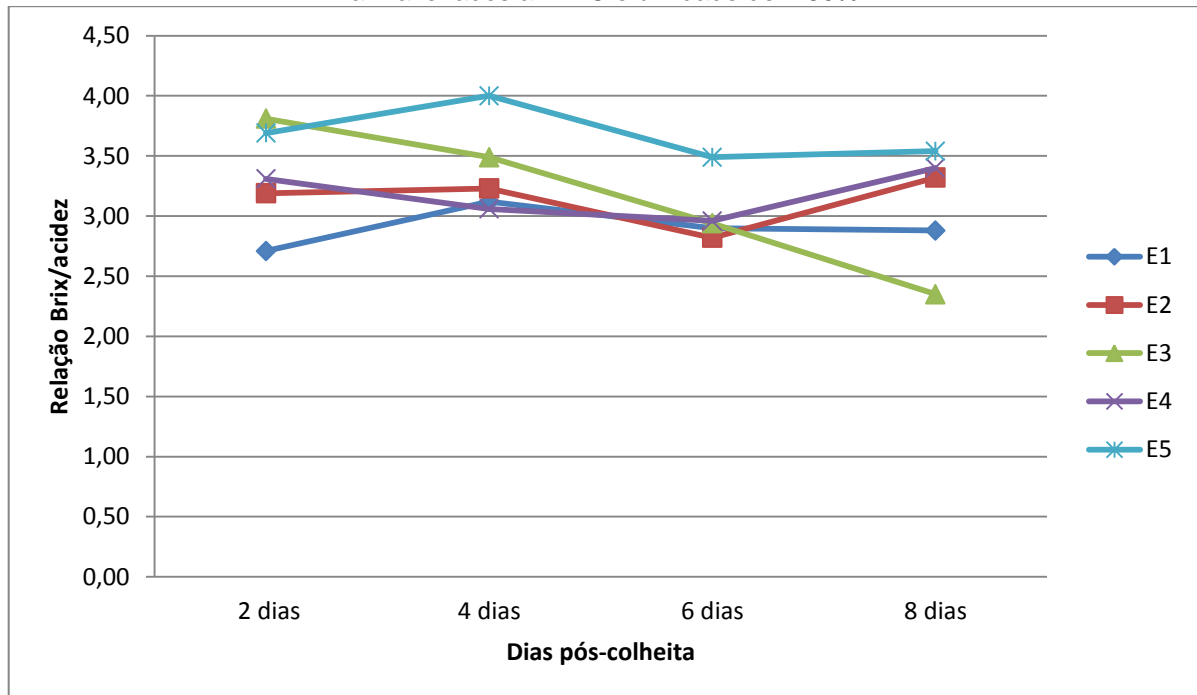
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 12 – Efeito do estágio de maturação na relação Brix/acidez de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

Figura 13 – Efeito do estágio de maturação na relação Brix/acidez de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de \pm 80%



Fonte: O autor

3.7 Açúcares Redutores

Os resultados dos açúcares redutores durante o armazenamento pós-colheita do camu-camu são apresentados nas Figuras 14 e Tabela 13 (experimento I) e Figura 15 e Tabela 14 (experimento 11). O estágio de maturação exerceu efeito significativo na concentração de açúcares, cujos valores mais elevados foram detectados nos frutos em estágio de maturação mais avançado. Nos dois experimentos os estádios E4 e E5 distinguem-se dos demais pelos valores mais elevados de açúcares. Essa maior concentração de açúcares é consequência das mudanças bioquímicas inerentes ao amadurecimento de frutos (MATOO et al., 1975).

Durante o período de estocagem os teores de açúcares permaneceram relativamente constantes. Pequeno decréscimo foi observado no estágio E5 quando armazenado em temperatura de 28° C. Como a concentração de açúcares em

frutos, de um modo geral, e em camu-camu (ANDRADE, 1991, ZAPATA & DUFOUR, 1993; SILVA, 1997) aumenta com o avanço da maturação, a relativa estabilidade após a colheita do camu-camu indica que os processos de acúmulo de açúcares inerentes ao amadurecimento, diminuem significativamente. Esta é também uma característica de frutos não climatéricos.

Tabela 13 – Variação do teor de açúcares redutores (g%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,2604a	2,4864a	2,6749a	2,3002a
E2	2,2616a	2,5099a	2,7984a	2,7592a
E3	2,2900a	2,4118a	2,8423a	2,6069a
E4	2,3579ab	2,7681ab	2,9882ab	2,5564ab
E5	3,4206b	2,2189b	3,0287b	2,8891b

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Tabela 14 – Variação do teor de açúcares redutores (g%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,9489Aa	3,2472Ba	3,2570Ba	2,8464Ba
E2	3,1420Aab	3,2669Bab	3,3763Bab	3,4611Bab
E3	3,2231Abc	3,4433Bbc	3,4599Bbc	3,7797Bbc
E4	3,2385Abc	3,6964Bbc	3,7332Bbc	3,8501Bbc
E5	3,3914Ac	3,9806Bc	3,8968Bc	3,6202Bc

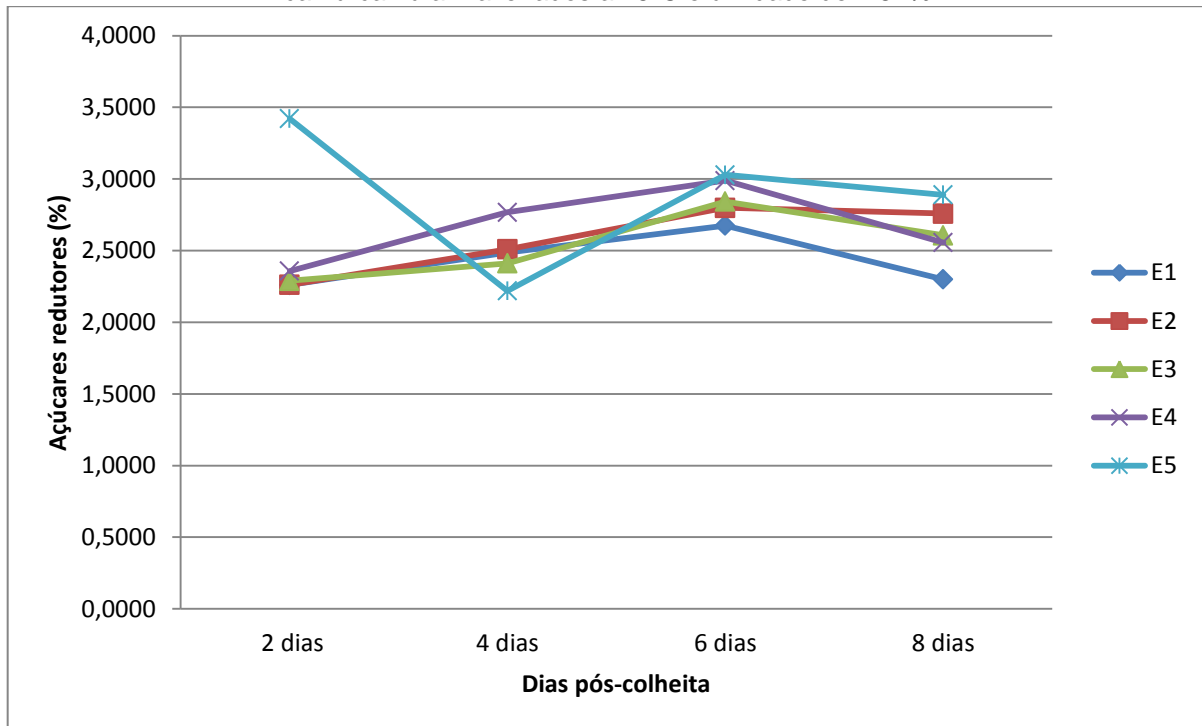
Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

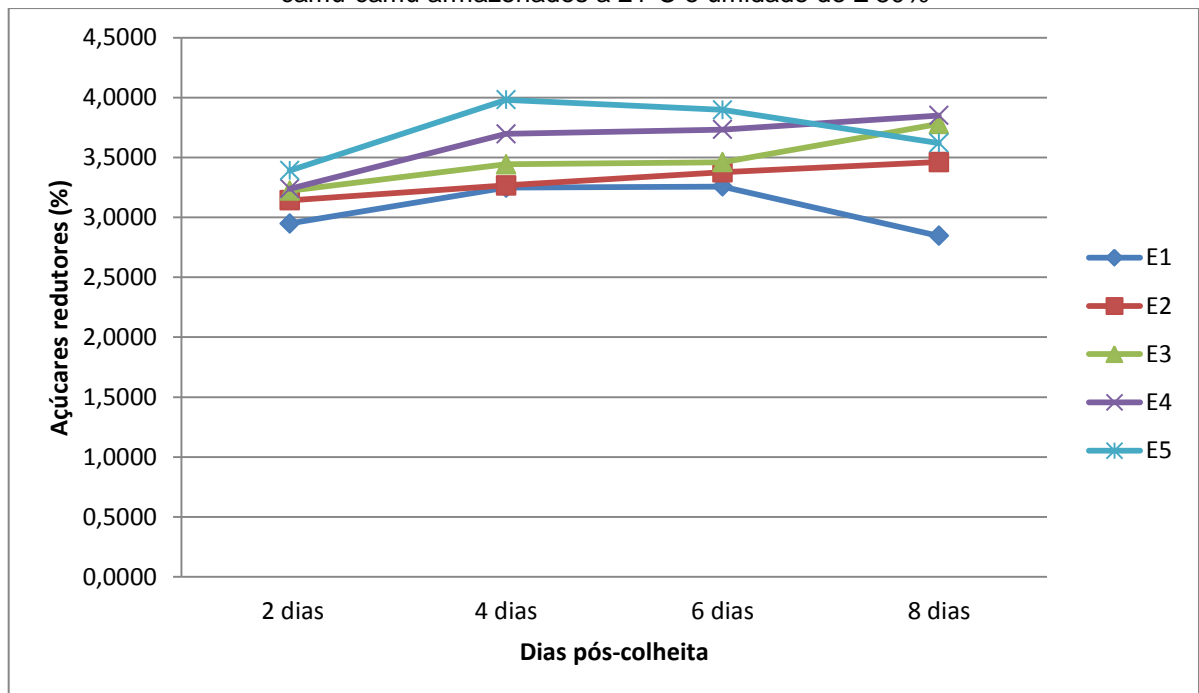
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 14 – Efeito do estágio de maturação na concentração de açúcares redutores de frutos de camu-camu armazenados a 28°C e umidade de $\pm 87\%$



Fonte: O autor

Figura 15 – Efeito do estágio de maturação na concentração de açúcares redutores de frutos de camu-camu armazenados a 21°C e umidade de $\pm 80\%$



Fonte: O autor

3.8 Ácido ascórbico

Os valores de ácido ascórbico dos experimentos I e n são apresentados nas Figuras 16 e 17 e Tabelas 15 e 16, respectivamente. Observa-se que frutos mais imaturos apresentaram teores ligeiramente superiores em relação aos de estágio mais avançado. Porém, não foi detectada diferença significativa em função do estágio, exceto para o estágio E 1 do experimento II que distinguiu-se dos demais. A concentração de ácido ascórbico foi semelhante a encontrada (1,84 a 2,04 g/100 de polpa) por CALDAS (1997) em frutos provenientes do mesmo plantio, porém, colhidos na safra de 1996.

Diferentemente do que ocorre com outros frutos e vegetais durante a estocagem, o ácido ascórbico permaneceu relativamente constante durante o período de estocagem, com pequeno decréscimo nos estádios E3 e E5 (experimento I), exibindo até mesmo, pequeno aumento nos demais. Esse comportamento reflete a estabilidade do ácido ascórbico e também maior concentração em função da redução da umidade. Mesmo sob condições inadequadas de conservação, as quais ocasiona a ruptura celular e proporciona a ação de enzimas oxidativas (ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo oxidase e peroxidase) responsáveis pela destruição do ácido ascórbico (MAPSON, 1970), este permanece inalterado por longos períodos. Esta característica do camu-camu não é observada na maioria dos frutos e vegetais. Durante a estocagem, os vegetais frescos são mais susceptíveis às perdas de ácido ascórbico, as quais atingem valores superiores a 50% do seu valor original se armazenados a 20° C por dois dias (FENNEMA, 1977).

Tabela 15 – Variação do teor de ácido ascórbico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	1,79	2,01	1,90	1,83
E2	1,66	1,63	1,60	1,78
E3	2,02	1,86	1,83	1,78
E4	1,67	1,69	1,78	1,83
E5	1,93	1,94	1,59	1,78

Fonte: O autor

Não houve variação estatística a nível de 5%.

Tabela 16 – Variação do teor de ácido ascórbico (%) por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	1,82Bb	1,90Ab	1,90Cb	2,21Cb
E2	1,61Ba	1,87Aa	2,07Ca	2,00Ca
E3	1,49 Ba	1,79Aa	1,91Ca	2,12Ca
E4	1,25 Ba	1,70Aa	1,72Ca	1,74Ca
E5	1,45 Ba	1,45Aa	1,45Ca	1,90Ca

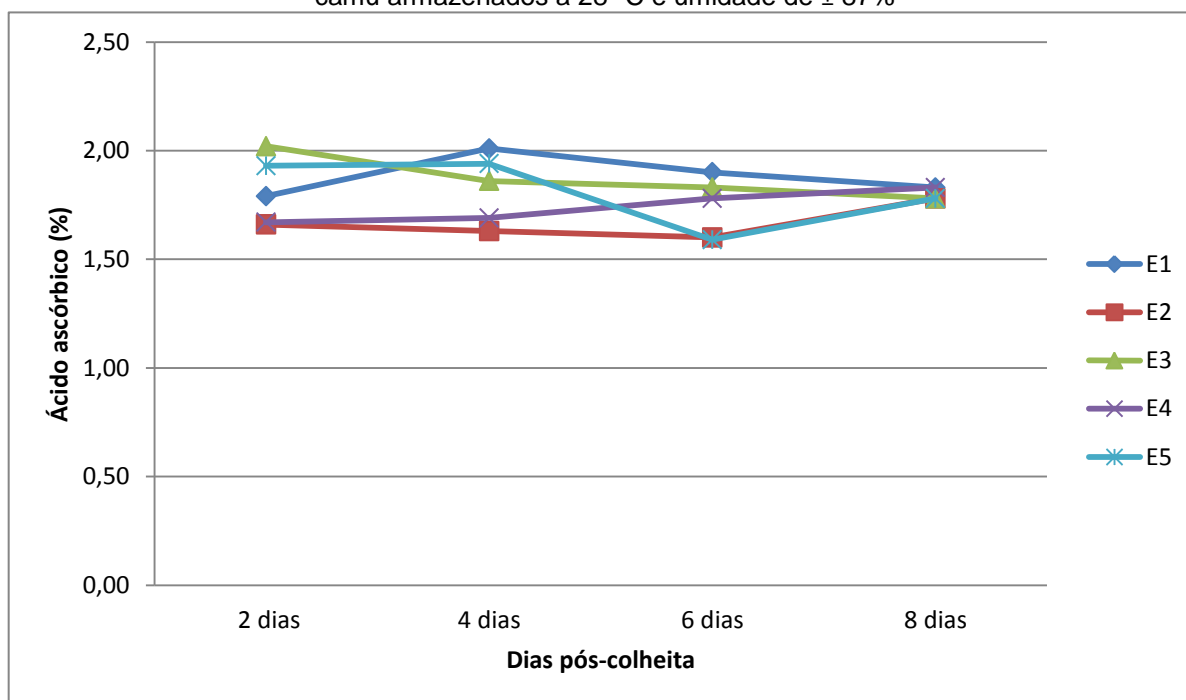
Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

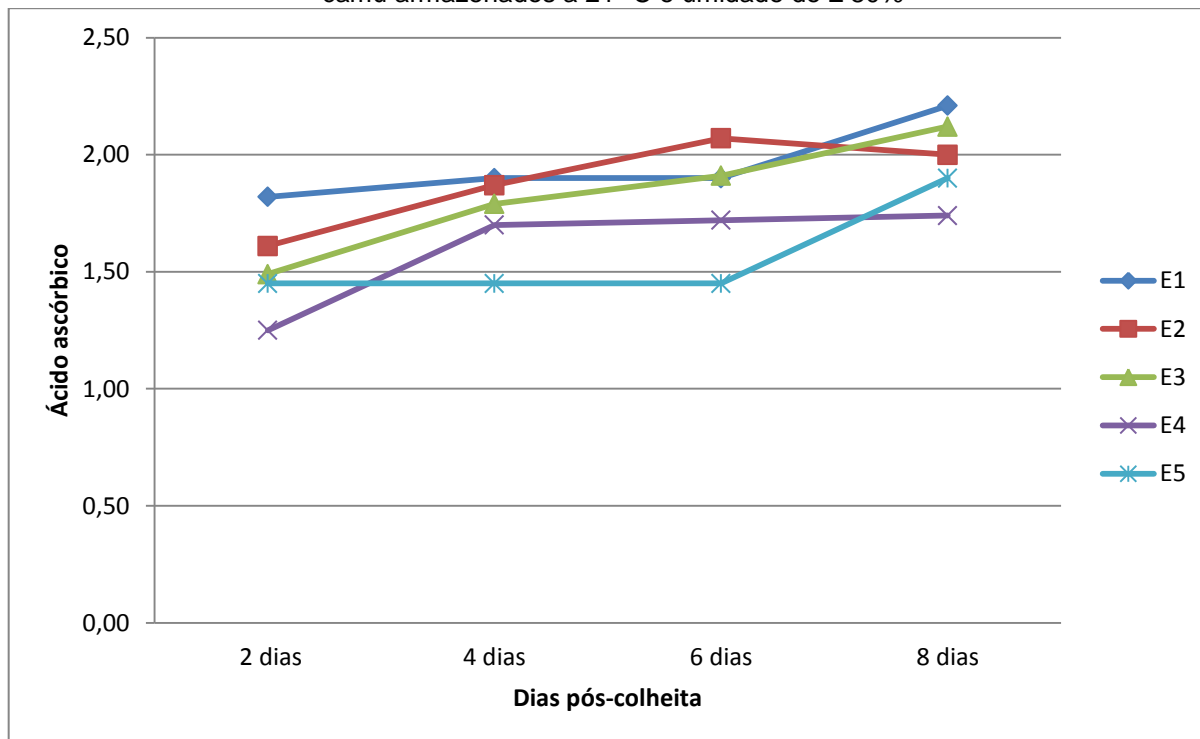
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 16 – Efeito do estágio de maturação na concentração de ácido ascórbico de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de \pm 87%



Fonte: O autor

Figura 17 – Efeito do estágio de maturação na concentração de ácido ascórbico de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de ± 80%



Fonte: O autor

3.9 Antocianinas totais

A concentração de antocianinas totais nos frutos de camu-camu é mostrada na Figura 18 e Tabela 17 (experimento I) e Figura 19 e Tabela 18 (experimento II). O efeito mais significativo do estágio de maturação e do período de estocagem foi observado na concentração e comportamento de antocianinas.

Os principais pigmentos do camu-camu são as antocianinas. Sua concentração máxima é atingida nos frutos com estágio de maturação avançado (ANDRADE, 1991). Estão localizadas na casca e seu acúmulo durante a maturação coincide com a degradação da clorofila. O aumento na concentração de antocianinas em função do avanço da maturação é refletido na coloração da polpa, que por sua vez é um atributo de qualidade (GIL *et al.*, 1995). As polpas obtidas com frutos do estágio E1 apresentam fraca coloração vermelha e ao mesmo tempo tonalidades de verde indicando ainda a presença de clorofila.

O principal efeito do estágio de maturação e da estocagem pós-colheita foi observado na coloração dos frutos. Os frutos em estágio de maturação menos avançado apresentaram menor concentração de antocianinas. Durante a estocagem ocorreu síntese de antocianinas. Esta síntese é um indicativo de que reações metabólicas do amadurecimento podem estar ocorrendo, após o destacamento da planta. Por outro lado, os frutos considerados em estágio de maturação mais avançado, cujos teores de antocianinas eram significativamente superiores passaram por reações de degradações. Estes apresentaram um significativo decréscimo na concentração de antocianinas, especialmente quando armazenados a 21°C. Após oito dias de estocagem a degradação das antocianinas dos frutos no estágio E5 correspondeu a 43,58% no experimento I. No experimento II foram detectadas perdas de antocianinas equivalentes a 34,76% em frutos E4 e 86,47% em frutos do estágio E5.

Apesar do pH ácido do camu-camu situar-se na faixa de estabilidade das antocianinas (JACKMAN *et al.* 1987 b), uma série de fatores degradantes, quer inerentes à própria constituição do fruto ou decorrentes de condições adversas de estocagem) contribuem para a degradação das antocianinas. Como a coloração dos frutos é um atributo de qualidade atrativo para o consumidor, é essencial a sua manutenção tanto na estocagem como no processamento. As antocianinas têm maior estabilidade sob condições ácidas, mas degradam por uma série de mecanismos, formando primeiramente um produto descolorido, depois produtos insolúveis de coloração castanha. Inúmeros fatores influenciam na estabilidade das antocianinas, incluindo o pH, oxigênio, temperatura, bem como a atividade de antocianases, polifenoloxidasas, peroxidases e a presença de ácido ascórbico, açúcares, íons metálicos e co-pigmentos (SKREDE, 1980; TIMBERLAKE, 1981; SKREDE, 1982; JACKMAN *et al.* 1987 a, b).

A instabilidade dos pigmentos é a principal causa da perda de qualidade do camu-camu. CALDAS (1997) verificou que a degradação das antocianinas em polpa de camu-camu, conservada sob congelamento. Estudando o efeito da temperatura (5 e 10 ac) e da atmosfera modificada na conservação pós-colheita do camu-camu, SILVA (1997) observou também a degradação das antocianinas, e verificou ainda que, condições de "stress" como temperaturas mais baixas e atmosfera modificada provocaram maiores taxas de degradação das antocianinas.

O alto teor de ácido ascórbico na polpa do camu-camu leva a suposição do seu efeito na degradação dos pigmentos, pois, a condensação das antocianinas com o ácido ascórbico é uma reação de descoloração. No entanto, tem sido mostrado que a co-pigmentação reduz o efeito descolorante do ácido ascórbico, em função da condensação de antocianinas com flavonóis, evitando, assim, a formação de complexo entre antocianinas e ácido ascórbico (JACKMAN et al. 1987 a). Experimentos verificando o efeito dos constituintes na degradação das antocianinas do camu-camu precisam ser estudados com mais detalhe. Como uma das características de senescência dos frutos foi o amolecimento e rompimento das células com liberação dos pigmentos para a polpa, a mistura destes pode ter levado a degradação desses pigmentos. A relativa estabilidade das antocianinas é perdida com a liberação antocianinas por perda da integridade celular (ESKIN, 1979). Estes sintomas foram menos evidentes nos frutos em menor estágio de maturação.

Tabela 17 – Variação do teor de antocianinas totais em mg%, por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C

Estádios de Maturação	Dias Pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	2,72a	4,00a	2,78a	4,55a
E2	3,43a	3,97a	2,77a	5,52 ^a
E3	2,69ab	8,91ab	5,83ab	8,66ab
E4	14,76b	14,22b	8,63b	14,90b
E5	28,80c	23,56c	19,93c	16,25c

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Tabela 18 – Variação do teor de antocianinas totais em mg%, por estágio de maturação e dias pós-colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

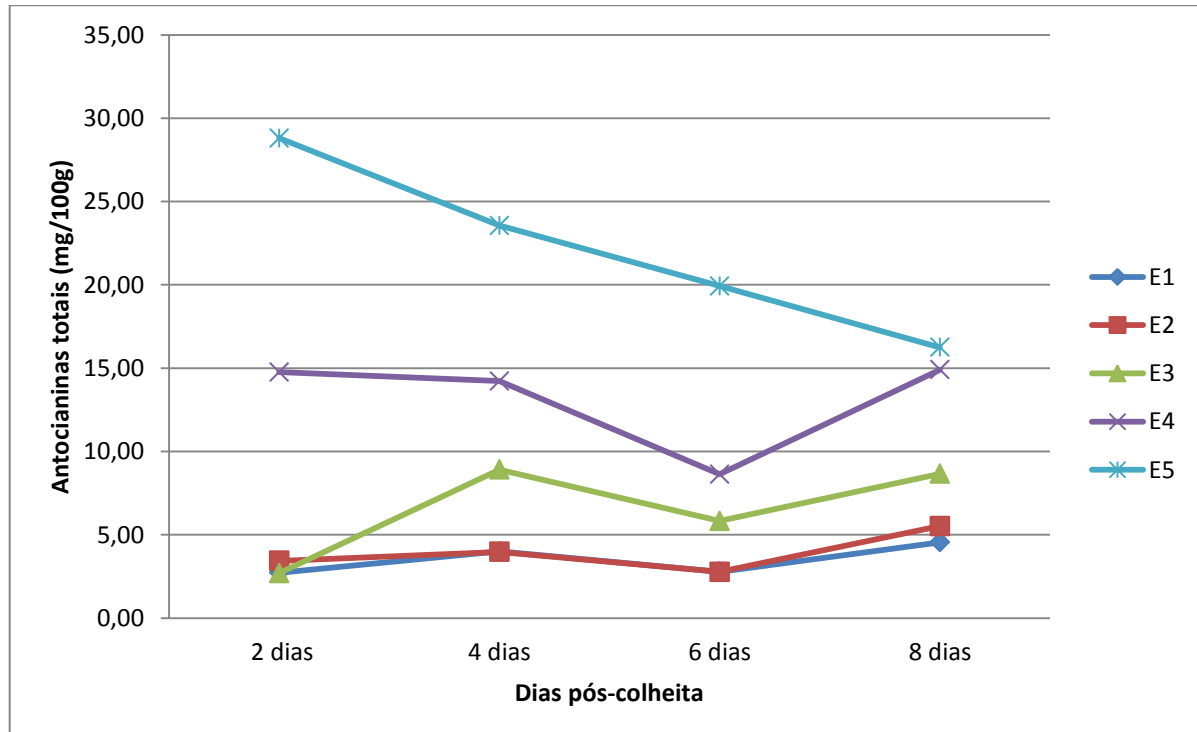
Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	dia 2	dia 4	dia 6	dia 8
E1	0,51	6,68	9,98	6,99
E2	6,10	12,67	6,06	13,24
E3	16,75	21,38	11,53	17,74
E4	35,50	32,78	16,43	23,16
E5	74,34	52,50	26,90	10,06

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

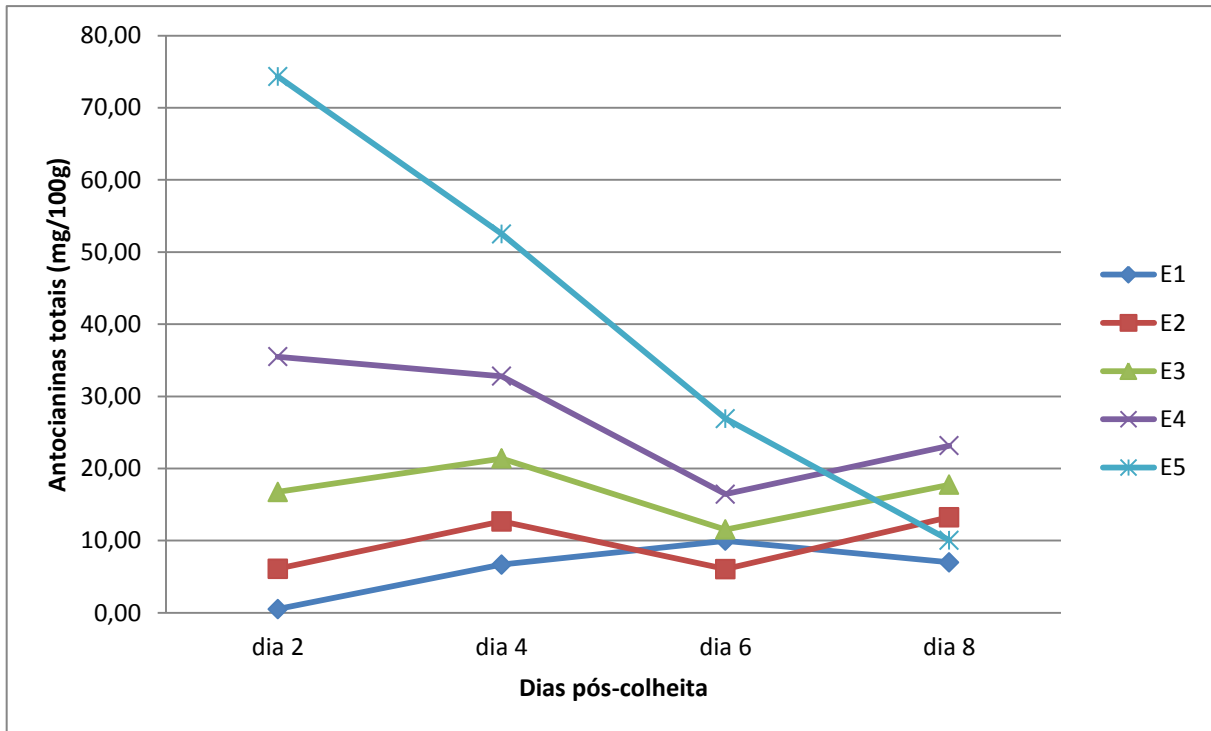
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 18 – Efeito do estágio de maturação na concentração de antocianinas totais de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de \pm 87%



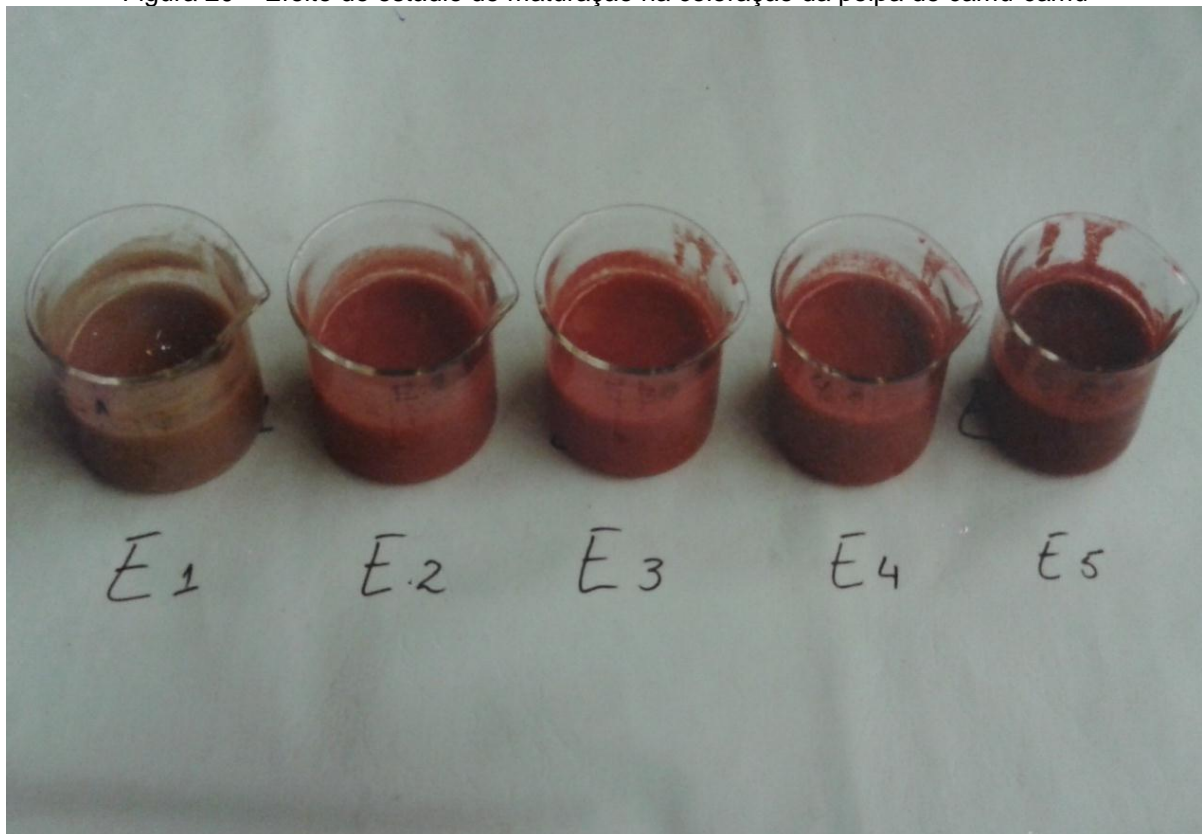
Fonte: O autor

Figura 19 – Efeito do estágio de maturação na concentração de antocianinas totais de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de \pm 80%



Fonte: O autor

Figura 20 – Efeito do estágio de maturação na coloração da polpa de camu-camu



Fonte: O autor

3.10 Flavonóides totais

A concentração de flavonóides totais é mostrada na Figura 20 e Tabela 19 (experimento I) e Figura 21 e Tabela 20 (experimento II). Os frutos em estágio de maturação mais avançado apresentaram valores mais elevados. Assim como as antocianinas, os flavonóides presentes em maior quantidade nos frutos em estágio de maturação E5 sofreram também maiores taxas de degradação em função do tempo de estocagem. Além do mais, os frutos do experimento II, colhidos no final da safra e armazenados em temperatura mais baixa (21°C), apresentaram taxa de degradação significativamente superior aos do experimento I, comportamento semelhante ao apresentado pelas antocianinas.

Tabela 19 – Variação de teor de flavonoides totais em mg% por estádios de maturação e dias pós colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 28° C.

Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	11,62ABa	13,48Aa	11,67Aa	11,25Aa
E2	13,19ABa	12,10Aa	15,50Aa	9,87Aa
E3	12,75ABab	13,22Aa	14,30Aab	13,06Aab
E4	12,62ABab	14,46Aab	14,32Aab	12,40Aab
E5	16,78ABb	18,49Ab	17,14Ab	11,83Ab

Fonte: O autor

As letras maiúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos estádios de maturação.

Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Tabela 20 – Variação de teor de flavonoides totais em mg% por estádios de maturação e dias pós colheita dos frutos de camu-camu armazenados em temperatura de 21° C

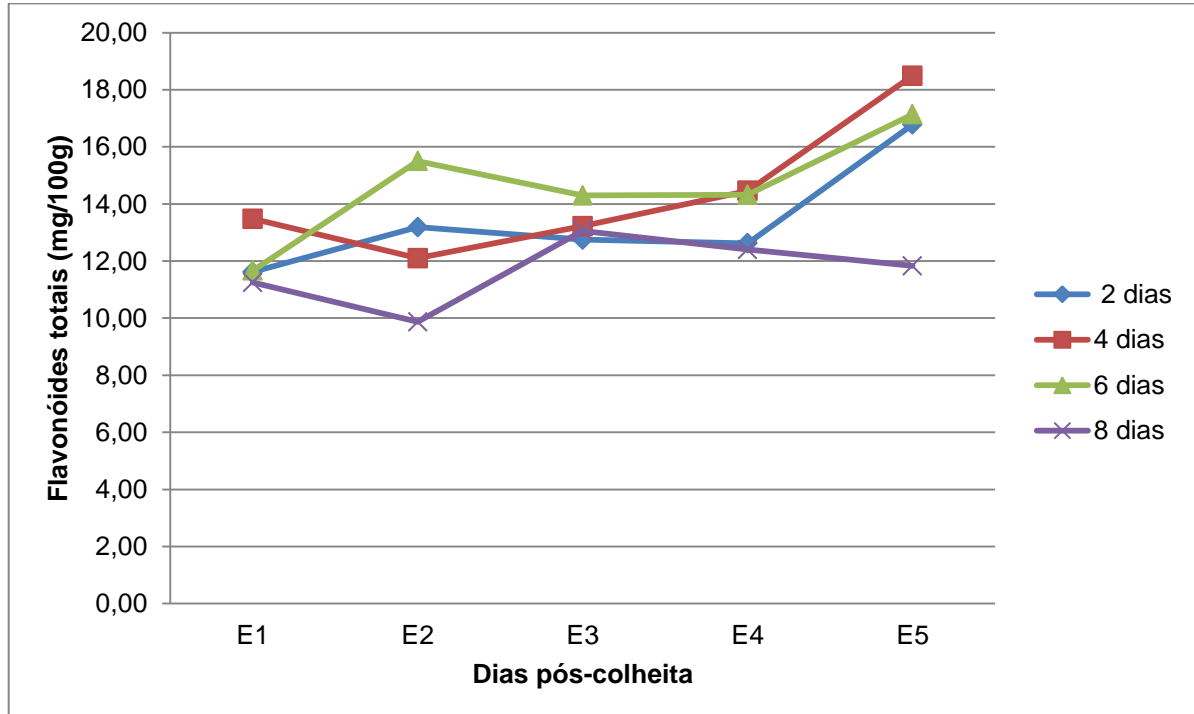
Estádios de Maturação	Dias pós-colheita			
	2 dias	4 dias	6 dias	8 dias
E1	7,80A	11,54B	11,64B	12,80B
E2	18,24A	11,71B	11,00B	11,85B
E3	17,57A	12,01B	11,74B	11,06B
E4	22,10A	12,45B	12,59B	12,30B
E5	31,33A	14,96B	14,97B	15,04B

Fonte: O autor

As letras minúsculas identificam as diferenças de variação estatística em relação aos dias pós-colheita.

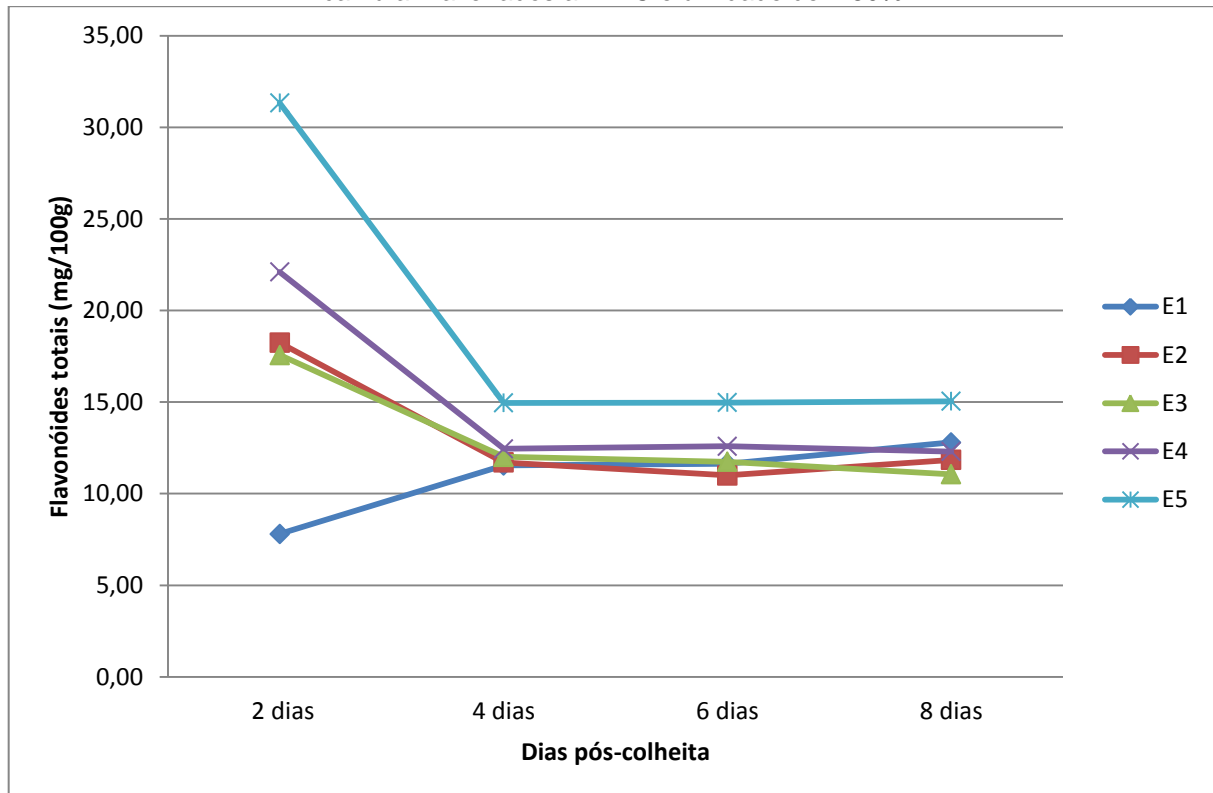
Letras iguais indicam variação estatística não significativa a nível de 5%.

Figura 21 – Efeito do estágio de maturação na concentração de flavonoides totais de frutos de camu-camu armazenados a 28° C e umidade de ± 87%



Fonte: O autor

Figura 22 – Efeito do estágio de maturação na concentração de flavonoides totais de frutos de camu-camu armazenados a 21° C e umidade de ± 80%



Fonte: O autor

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais estudadas, o presente trabalho permite concluir:

- Frutos mais maduros apresentaram maiores teores de sólidos solúveis, relação Brix/acidez, açúcares redutores, antocianinas e flavonóides e menores teores de umidade. O teor de ácido ascórbico foi variável entre os estádios. A data de colheita também influenciou na composição dos frutos.

- A perda de peso foi significativa em função do tempo de estocagem e foi maior nos frutos com estágio de maturação menos avançado.

- O principal efeito do estágio de maturação foi na concentração e comportamento das antocianinas. Frutos em estágio de maturação mais avançado apresentaram concentrações significativamente superiores, porém, maiores taxas de degradação. A data de colheita também influenciou na concentração inicial e na taxa de degradação.

Considerando o comportamento das antocianinas e os sintomas de murchamento e amolecimento dos frutos, os estádios intermediários (E3 e E4) apresentaram melhor capacidade de conservação nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO VERTIZ, M.A. 1969. **Posibilidades dei cultivo dei camu-camu en el Peru, *Myrciaria dubia***. Monografia de Graduação. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, 51 p.

ANDRADE, J. S. 1991. **Curvas de maturação e carcterísticas nutricionais do camu-camu *Myrciaria dubia* (D. B. K.) Mc Vaugh cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira**. Tese de Doutorado. UNICAMP, 177p.

_____ ; GALEAZI, M. A. M.; ARAGÃO, C. G.; CHAVES FLORES, W. B. 1991. Valor nutricional do cama-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) cultivado em terra firme da Amazônia Central. **Rev. Bras. Frut.**, v. 13, n. 3, p. 307-311.

_____ ; ARAGÃO, C.G. & FERREIRA, S.A.N. 1992. Caracterização física e química do camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, São Paulo. **Resumos**. p. 328.

_____ ; ARAGÃO, C. G.; GALEAZI, M. A. M.; FERREIRA, S. A. N. 1995. Changes in the concentration of total vitamin C during maturation and ripening of camu-camu (*MYrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) fruits cultivated in the upland of Brazilian Central Amazon. **Acta Horticulturae**, Internacional Symposium on Tropical Fruit. 370, p. 177-178.

_____ ; 1996. **Uso de atmosfera modificada e refrigeração para manutenção da qualidade pós-colheita do camu-camu(*Myrciaria dubia* (H.B.K.)**

Mc Vaugh), 98p. (Relatório de atividades de bolsa de pesquisa - CNPq).

ARAGÃO, C. G.; IKEGAKI, M.; SATO, H.; OLIVEIRA, I. M.; PARK, Y. K. 1996. Determination of ascorbic acid concentration in acerola and camu-camu fruit juices by ascorbate oxidase method. **Cienc. Tecnol. Alimen.**, v. 16, n. 2, p. 175-176.

BERG, L.; LENTZ, C. P. 1978. High humidity storage of vegetables and fruits. **Hot Science**, v. 13, D. 5, p. 565-569.

BLASCO LAMENCA, M.; LLA VERIA BARONI, M.; CHAVEZ FLORES, W. B. 19 **Características de la producción de frutales nativos en la Amazônia Peruana**. Lima: Ministerio da Agricultura y Alimentacion/Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Publicaciones Miscelaneas, 187, p. 11.

CALDAS, M. L. M. 1997. **Efeito do método de despolpa na qualidade da polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) conservada sob congelamento**. Monografia de Graduação. 56p.

CALZADA BENZA, 1. 1980. **143 frutales nativos**. Lima: Librería Ej Estudiante, p. 75-80.

CAVALCANTE, P. B. 1988. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Bélem: Museu Emílio Goeld & Companhia Souza Cruz Indústria e Comércio, p. 62.

CHAVEZ FLORES, W.B. 1988. A importância econômica do camu-camu. **Toda fruta**, São Caetano do Sul, v. 3, n. 27, p. 36-37.

CHITARRA, M. I. F. 1994. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Inf. Agropec**. Belo Horizonte. v. 17, n. 179, p.8-18.

_____, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 1990. **Pós-colheita de fruto e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/F AEPE, 320p.

CLEMENT, C. R. 1986. Food and fruit-bearing forest species 3: examples from Latin America. **F.A.O. Forestry Paper**, Roma, v 44, p. 201-203.

_____; SILVA-FILHO, D. F. 1994. Amazonian small fruit with commercial potencial. **Fruit Varieties Journal**, v. 18, n. 3, p. 152-158.

ESKIN, N. A. M. 1979. **Plant pigments, flavors and textures: The chemistry and biochemistry of selected compounds**. New York Academic Press, 219p.

FALCÃO, M. A.; FERREIRA, S. A. N.; CHAVEZ FLORES, W. B. et. Al. 1993. Aspectos fenológicos e ecológicos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh) na terra firme da Amazônia Central. In: FALCÃO, M. A. **Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia**. Manaus: UFAM, p. 57-65.

FENNEMA, O. 1977. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. **Food Technology**, v. 41, n. 2, p. 32-38.

FERREIRA, P. V. 1991. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió. EDUFAL. 437p.

FERREIRA, S. A. N. 1986. Camu-camu. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 11-12.

FERREYRA, H. R. 1959. El "camu-camu" nueva fuente natural de vitamina C. **Boi. Exp. Agropecuaria**, Lima, v. 7, n. 4, p. 28-31.

GIL, M. I.; GARCÍA-VIGUERA, C.; ARTÉS, F. et al. 1995. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. **J. Sei. Food Agric.**, v. 68, p. 77-81.

GUTIERREZ RUIZ, A. 1969. **Especies frutales nativas de la selva del Perú: estudio botánico y de propagación por semillas**. Monografía de Graduación. Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, 91 p.

JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; TUNG, M. A. 1987. Anthocyanins as food colorants: a review. **Journal of food Biochemistry**, v. 11, n. 3, p. 201-247.

JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; TUNG, M. A. 1987. A review: separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. **Journal of food Biochemistry**, v, 11, n. 4, p. 279-308.

KELL, S. H. K.; PRANCE, G. T. 1979. Studies of the vegetation of a white - sand black - water igapó (Rio Negro, Brazil). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 645-655.

LEES, D.H. & FRANCIS, F.I. 1972. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hort Science**, v. 7, n. 1, p. 83-84.

LODH, S. B. & PANTASTICO, E. B. 1975. Physicochemical changes during growth of storage organs. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 41-55.

MAPSON, L. W. 1970. Vitamins in fruits. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London, Academic Press, v. 1, p. 369-384.

MATOO, A. K.; MURATA, T.; PANTASTICO, E. B.; CHACIDN, K.; OGATA, K. & PHAN, C. T. 1975. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 103-127.

Me VAUGH, R. 1969. Botany of the Guyana highland. Part vm. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, New York, v. 18, n. 2, p. 55-286.

NAKASONE, H. Y. & BOLTON, W. E. 1984. **A survey of traditional and nontraditional fruits and spices for potential commercialization in Peru**. Peru, Postharvest Institute for Perishable/University of Idaho/ United State Agency for International Development, GTS report 44, jul, p.16-17.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. São Paulo, 533p.

PANTASTICO, E. B. 1975. Preharvest factor affecting quality and physiology after

harvest. In: **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 25-40.

_____ ; CHATTOPADHAYAY, T. K.; SUBRAMANYAM, H. 1975. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 314-338 a.

_____ ; SUBRAMANYAM, H.; BHATTI, M. B.; ALI, N. & AKAMINE, E. K. 1975. Harvest indices. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 56-74 b.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J.; DEPUTY, J. *et al.* 1984. Litchi growth and compositional changes during fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109,n.6,p. 817-821.

PETERS, C.M. & V ASQUEZ, A. 1986/87. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*): L producción de frutos em poblaciones naturales. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16/17 (Único), p. 161-173.

POMERANS, Y. & MELOAN, C. E. 1978. **Food analysis: theory and practice**. Westport. AVI, 709p.

RANGANNA, S. 1986. **Analysis and quality control for fruit and vegetables products**. New Delhi, Tata Mc Graw-Hill Publishing, 1112p.

RODRIGUEZ, R.; RAINA, B. L.; PANTASTICO, E. B. & BHATTI, M. B. 1975. Quality of raw materials for processing. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, p. 467-503.

SALUNKHE, D. K.; DE SAI, B. B. 1984. **Postharvest biotechnology of vegetables**. Boca Raton, CRC Press, v. 1, p. 1-33.

SIGRIST, I. M. M. 1988. In: BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, I. M. M.; ARDITO, E. F. G.; CASTRO, J. V.; SPAGNOL, W. A.; NEVES FILHO, L. C. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas, ITAL, p. 29-33.

SILVA, C. T. C. 1997. **Conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) pelo uso de atmosfera modificada e refrigeração**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Amazonas. 112p.

SILVA, C. T. C.; ANDRADE, J. S. & ARAGÃO, C. G. 1995. Conservação pós-colheita do camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) em função da temperatura e atmosfera de armazenamento. **Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Avanços e perspectivas**. Departamento de Ciência de Alimento - FEA, p.102.

SILVA, C. T. C. & ANDRADE, J. S. 1996. Postharvest modifications in camu-camu fruit (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) in response to stage of maturation and modified atmosphere. **Congresso Brasileiro de Fruticultura, Simpósio Internacional de Mirtáceas, Resumos**, p. 534.

SKREDE, G. 1980. Strawberry varieties for industrial jam production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. London, v. 31, n. 1, p. 670-676.

SKREDE, G. 1982. Quality characterization of strawberries for industrial jam production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. London, v. 33, n. 1, p. 48-54.

SOUTHGATE, D.A.T. 1976. **Determination of food carbohydrates**. London, Applied Science Publishing, 178p.

SPAGNOL, W. A.; ROCHA, J. L. V.; PARK, K. J. 1994. Pré-resfriamento de frutas e hortaliças. **Inf. Agropec**. Belo Horizonte. v. 17, n. 180, p. 5-9.

SUAREZ MERA, P. A. 1987. *Camu-camu Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh. In:

PRANCE, G. T. **Botânica econômica de algumas espécies amazônicas**. Manaus: INPAIFUA, np.

TAKHTAJAN, A. L. 1980. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). *The Botanical Review*, New York, v. 16, n. 3, p. 226-359.

TIMBERLAKE, C. F. 1981. Anthoeyanins in fruit and vegetables. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. **Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables**. London, Aeademie Press, p. 221-227.

WHITMAN, W. M. F. 1974. The eamu-eamu, the "wan" maprang and the "manila" santol. **Proceedings of the Florida State Hortieultural Society**, Miami, v. 87, n. 5-7, p. 375-377.

WILLS, R. B. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; Me GLASSON, W. B. & HALL, E. G. 1982. **Posthanrest introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington, New South Wales University Press, 166p.

WOODS, A.E. & AURAND, L.W. 1977. **Laboratory manual in food chemistry**. Westport, AVI, 72p.

ZAPATA, S.M. & DUFOUR, J.P. 1992. Aseorbie, deidroaseorbie and isoaseorbie aeid simultaneous determinations by reverse phase ion interaetion HPLC. *J. Food Sei.*, v. 57, n. 9, p. 506-511.

ZAPATA, S.M. & DUFOUR, J.P. 1993. *Camu-camu Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh: chemical composition of fruit. *J. Sei. Food Agric.*, v. 61, p. 349-351.