

CRISTHYAN ALEXANDRE CARCIA DE CARVALHO

PRÉ-RESFRIAMENTO E REFRIGERAÇÃO DE CUPUAÇU

RIO BRANCO - AC

2012

CRISTHYAN ALEXANDRE CARCIA DE CARVALHO

PRÉ-RESFRIAMENTO E REFRIGERAÇÃO DE CUPUAÇU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Dra. Virgínia de Souza Álvares
Co-orientador: Dr. Jorge Ferreira Kusdra

RIO BRANCO - AC

2012

©CARVALHO, 2012.

CARVALHO, Cristhyan Alexandre Garcia de. **Pré-resfriamento e refrigeração de cupuaçu**. Rio Branco, 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

C331p Carvalho, Cristhyan Alexandre Garcia de, 1984-
Pré-resfriamento e refrigeração de cupuaçu. / Cristhyan
Alexandre Garcia de Carvalho. – 2012.
63 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de
concentração em Produção Vegetal. Rio Branco, 2012.

Inclui Referências bibliográficas

Orientador: Prof^a. Dr^a. Virgínia de Souza Álvares.

Co-orientadora: Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra.

1. Cupuaçu – Frutas tropicais – Tecnologia pós-colheita. 2.
Cupuaçu – Pré-resfriamento. 3. Cupuaçu – Armazenamento –
Refrigeração. I. Título.

CDD 22. ed.: 634.6

CRISTHYAN ALEXANDRE CARCIA DE CARVALHO

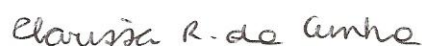
PRÉ-RESFRIAMENTO E REFRIGERAÇÃO DE CUPUAÇU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.


APROVADA em 13 de fevereiro de 2012


Profa. Dra. Maria Luzenira de Souza

UFAC


Dra. Clarissa Reschke da Cunha

Embrapa - Acre


Profa. Dra. Virgínia de Souza Álvares
Embrapa - Acre
Orientadora

RIO BRANCO - AC
2012

A meus pais
Abrahão Lira de Carvalho e
Barbara Elienet G. de Carvalho
por serem fundamentais no meu crescimento pessoal
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradecimento todo especial a Deus por ter me concedido força, paciência e inteligência para concluir mais uma etapa profissional.

À minha família, Abrahão Lira de Carvalho, Barbara Elienet Garcia de Carvalho, Lia Cristhyna Garcia de Carvalho e Aliny Alencar de Lima por todo amor, carinho e valiosos ensinamentos.

Aos meus amigos Andreia Moreno, Jonathas Vasconcelos de Melo, Pablo Oliveira Selhorst, Ramalho de Souza Moreira e Wagner de Moura Francisco pelo apoio e momentos de descontração.

Aos meus orientadores Dra. Virgínia de Souza Álvares e Dr. Jorge Ferreira Kusdra, pela dedicação e apoio científico.

A UFAC, EMBRAPA, CAPES e FUNTAC pelo apoio na conclusão de mais uma etapa profissional.

Aos membros da banca examinadora pela análise crítica e valiosas sugestões que visam melhorar a qualidade deste trabalho.

Enfim a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho de pesquisa e conclusão da pós-graduação.

RESUMO

Dentre a variedade de frutos produzidos no Brasil tem-se o cupuaçu, originário do sul e sudeste da Amazônia onde as condições de temperatura e umidade relativa do ar são elevadas. Esses fatores associados a outras características intrínsecas do fruto são responsáveis pelo início e aceleração do processo de deterioração pós-colheita. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do pré-resfriamento combinado com refrigeração na composição física, físico-química e na aceitação sensorial do cupuaçu. Os frutos foram coletados em março de 2011 e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, sendo selecionados por uniformidade de tamanho e isenção de pragas e doenças. Em seguida foram separados aleatoriamente em dois grupos: A - com pré-resfriamento e B - sem pré-resfriamento. Posteriormente foram armazenados a 10 °C. O pré-resfriamento foi realizado por meio da imersão dos frutos em água gelada a 10 °C por 133 minutos, obtido pela mistura de gelo moído e água na proporção 1:2 (v/v). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos em esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições, onde as parcelas corresponderam aos tempos de refrigeração e as subparcelas as condições de pré-resfriamento. O pré-resfriamento combinado com armazenamento refrigerado foi eficiente em diminuir o calor de campo dos frutos. Porém não verificou-se efeito dos tratamentos e tampouco dos tempos de armazenamento nas variáveis sólidos solúveis, acidez titulável, ratio, teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, não-redutores e cor nos parâmetros cromaticidade e ângulo hue. O pH e ácido ascórbico também não foram influenciados pelas condições de pré-resfriamento. A perda de massa e os carotenoides apresentaram diferença significativa em relação ao tempo de armazenamento quando comparados na mesma condição de pré-resfriamento. Apenas o parâmetro luminosidade da cor apresentou efeito da interação condição/tempo. Não houve diferença significativa entre as condições de pré-resfriamento para a impressão global na avaliação sensorial dos frutos. Não verificou-se diferença entre as condições de pré-resfriamento do cupuaçu na intenção de compra do néctar.

Palavras-chave: *Theobroma grandiflorum*. Pós-colheita. Análise físico-química.

ABSTRACT

Among the variety of fruits produced in Brazil there is cupuaçu, originally from the south and southeast of the Amazon where the temperature and relative humidity are high. These climatic factors associated with other intrinsic characteristics of the fruit are responsible for initiating and accelerating the process of post-harvest deterioration. The objective of this study was to evaluate the effect of pre-cooling combined with refrigeration in physical and physico-chemical composition and sensory acceptance of the cupuaçu. The fruits were collected in March 2011 and sent to the Laboratory of Food Technology of Embrapa Acre, selected by uniformity in size and free of pests and diseases. They were then randomly separated into two groups: A – with pre-cooling and B - without pre-cooling. Subsequently the fruits were stored at 10° C. Pre-cooling was done by submerging the fruits in water at 10 °C for 133 minutes, obtained by mixing crushed ice and water 1:2 (v/v) and further were stored at 10 °C. The experimental design was completely randomized with treatments in a split-plot with four replications in plots that correspond to refrigeration times and the subplots to the conditions of pre-cooling. Pre-cooling combined with cold storage was efficient to reduce field heat of the fruits. There was no effect of treatment and nor even storage times in the variables soluble solids, titratable acidity, ratio, total soluble sugars, reducing sugars, non-reducing sugars and color parameters chroma and hue angle. The pH and ascorbic acid was not effect to the conditions of pre-cooling. The loss of mass and the carotenoids showed significant difference in relation to the storage time in the same condition as compared to pre-cooling. Only the color analyzed by luminosity showed a significant interaction between condition/time. For the sensory attributes analyzed only the appearance presented a significant difference between the pre-cooling conditions. Regarding the intention to purchase most of the tasters preferred the nectar of cupuaçu without pre-cooling.

Key Words: *Theobroma grandiflorum*. Post-harvest. Physico-chemical analysis.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Frutos de cupuaçuzeiro submetidos a diferentes tempos de pré-resfriamento por imersão em água gelada a 10 °C..... 32
- Gráfico 2 - Perda de massa fresca do cupuaçu em função do tempo de armazenamento a 10 °C avaliada em experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado..... 35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Evolução das coordenadas luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (H) da polpa do cupuaçu sem (SP) e com (CP) pré-resfriamento e posterior armazenamento a 10 °C, avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado..... 37
- Tabela 2 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT) e carotenoides (Car) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado..... 40
- Tabela 3 - Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), não-redutores (ANR) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado..... 43
- Tabela 4 - Ácido ascórbico (AA) e pH da polpa do cupuaçu, sem e com pré-resfriamento (SP e CP) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado..... 44
- Tabela 5 - Avaliação sensorial para os atributos aparência, sabor, aroma e impressão global (IG) do néctar de cupuaçu de frutos sem (SP) e com (CP) pré-resfriamento a 10 °C e armazenados por 15 dias à temperatura de 10 °C..... 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Coleta (A) e seleção dos frutos (B) com base no tamanho, massa, formato e ausência de pragas e doenças.....	23
Figura 2 - Frutos pré-resfriados em recipiente tipo caixa d'água (A), dispostos em bandejas de poliestireno expandido (B) e armazenados em câmara de resfriamento a 10 °C.....	24
Figura 3 - Frutos do cupuaçuzeiro quebrados (A), despoldados (B) e colocados em tubos de Falcon para serem homogeneizados.....	25
Figura 4 - Significado geométrico das coordenadas LCH.....	26
Figura 5 - Fluxograma da formulação do néctar de cupuaçu.....	30
Figura 6 - Frutos do cupuaçuzeiro após o pré-resfriamento liberando substância tipo látex na região peduncular.....	33
Figura 7 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos sem pré-resfriamento (A) e com pré-resfriamento (B), antes do armazenamento.....	46
Figura 8 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por três dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).....	47
Figura 9 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por seis dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).....	47
Figura 10 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por nove dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).....	48
Figura 11 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por doze dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).....	48
Figura 12 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por quinze dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).....	49

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Ficha de avaliação sensorial.....	59
Apêndice B - Análise de variância da perda de massa (PM) avaliada no experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado	60
Apêndice C - Análise de variância da cor nos parâmetros luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo (H) avaliado no experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado.....	60
Apêndice D - Análise de variância de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio (SS/AT) avaliados no experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado.....	61
Apêndice E - Análise de variância de carotenoides (Car), açúcares solúveis totais (AST), redutores (AR) e não redutores (ANR) avaliados no experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado.....	61
Apêndice F - Desdobramento do tempo para perda de massa (PM) e carotenoides (Car) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado.....	62
Apêndice G - Desdobramento da análise de variância da interação entre condição e tempo de armazenamento da variável cor com referência à luminosidade (L) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado.....	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CUPUAÇU.....	14
2.2	QUALIDADE DE FRUTOS.....	16
2.3	CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA.....	17
2.3.1	Pré-resfriamento.....	18
2.3.1.1	Água gelada.....	19
2.3.1.2	Gelo.....	20
2.3.1.3	Ar forçado.....	20
2.3.1.4	Vácuo.....	21
2.3.2	Refrigeração.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	EXPERIMENTO I.....	22
3.2	EXPERIMENTO II.....	23
3.2.1	Aquisição e seleção dos frutos.....	23
3.2.2	Pré-resfriamento.....	24
3.2.3	Análises físicas e físico-químicas.....	24
3.2.3.1	Perda de massa.....	25
3.2.3.2	Coloração da polpa.....	25
3.2.3.3	Sólidos solúveis.....	26
3.2.3.4	Acidez titulável e ratio.....	26
3.2.3.5	Carotenoides totais.....	27
3.2.3.6	pH.....	28
3.2.3.7	Açúcares solúveis totais.....	28
3.2.3.8	Açúcares redutores e não redutores.....	29
3.2.3.9	Ácido ascórbico.....	29
3.2.4	Análise sensorial.....	30
3.2.5	Análise estatística.....	31

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	EXPERIMENTO I.....	32
4.2	EXPERIMENTO II.....	34
4.2.1	Análises físicas e físico-químicas.....	34
4.2.2	Análise sensorial.....	45
5	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICES	58

1 INTRODUÇÃO

Com clima e solo privilegiados o Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor mundial de frutas com 42,6 milhões de toneladas, produzidas em 2,2 milhões de hectares divididos por todo o país, gerando, dessa forma, emprego, renda e desenvolvimento nas cinco regiões nacionais (BRAZILIAN FRUIT, 2011).

Devido a grande diversidade climática do Brasil, os produtores nacionais produzem desde frutas adaptadas ao clima temperado até as tipicamente tropicais, onde 31% do total, frescas ou processadas são exportadas para diversas partes do mundo, com principal destaque para a União Europeia (VIVIANE; LEAL, 2007). Dentre a variedade de frutos produzidos no país tem-se o cupuaçu, originário do sul e sudeste da Amazônia, considerado tropical não climatérico (LANNES, 2003).

O cultivo do cupuaçuzeiro no Brasil concentra-se na região Amazônica, sendo o Pará o principal produtor, seguido do Amazonas, Rondônia e Acre. Essa produção na maioria das vezes é comercializada por produtores que trabalham em sistema de agricultura familiar. Segundo dados do governo do Acre o Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA), localizado no distrito de Nova Califórnia, RO, produziu 350 mil quilos de polpa de cupuaçu em 2007. O estado do Acre possui 421 hectares plantados de cupuaçu, cada um destes apresentando 278 plantas, em média, e produção estimada de 14 frutos por árvore (SEAPROF, 2008).

A região Amazônica apresenta as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento do cupuaçuzeiro. Contudo, temperatura e umidade relativa do ar elevadas, unidas a outras características intrínsecas dos frutos acabam acelerando o processo de deterioração pós-colheita (FRAIFE FILHO, 2002). Fatores como a temperatura inicial dos frutos, horário e precárias condições de armazenamento no momento da coleta podem prejudicar sua qualidade. A velocidade e a intensidade com que as alterações ocorrem são dependentes das características genotípicas, das condições edafoclimáticas de cultivo, colheita e de armazenamento. Muitas vezes, o fruto é coletado pela manhã, mas no decorrer do dia se aquece no campo ou no galpão de embalagem (KLUCH et al., 2003). Desse modo, viabilizar algum tipo de tratamento pós-colheita nos frutos pode ser uma tecnologia importante para reduzir as perdas e aumentar sua vida útil durante o armazenamento. Muitas destas perdas pós-colheita podem ser evitadas com duas ações básicas nas fases de produção e

armazenamento dos frutos: o uso de embalagem apropriada e a cadeia do frio, ambas já realizadas em vários supermercados que comercializam frutas e hortaliças pré-embaladas e refrigeradas (CORTEZ et al., 2002a).

O principal objetivo das técnicas de conservação pós-colheita é diminuir a atividade metabólica dos frutos, principalmente a taxa respiratória. Técnicas como armazenamento refrigerado, atmosfera modificada e/ou atmosfera controlada, utilização de fitormônios, pré-resfriamento, além de substâncias químicas, podem auxiliar no aumento da vida útil, além de manter por mais tempo as características sensoriais dos frutos (ÁLVARES, 2006).

A cultura do cupuaçu é pouco estudada, principalmente em relação as tecnologias pós-colheita. Devido a isso, a perda de frutos causada pelo baixo índice tecnológico compromete seu agronegócio, tendo em vista que a procura pelo fruto está estimulando o crescimento da área de plantio e, conseqüentemente, da produção para os próximos anos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do pré-resfriamento combinado com refrigeração na composição física, físico-química e aceitação sensorial do cupuaçu no armazenamento por quinze dias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor de frutas do mundo, estando em destaque no contexto internacional (BRAZILIAN FRUIT, 2010). Porém a produção brasileira poderia ser mais competitiva quando comparada com a de outros países. Para isso, devem ser analisados aspectos que interferem decisivamente na competitividade das cadeias de frutas no país. Entre esses aspectos destacam-se os relacionados aos custos de produção e a geração e adoção de tecnologias.

Apesar da quantidade de frutas produzidas no país, a qualidade das mesmas, de forma geral, ainda não é satisfatória, com relevantes prejuízos à comercialização, tanto para o mercado interno quanto para o externo.

A deficiência de informações a respeito da infraestrutura de armazenamento, logística de distribuição e de técnicas adequadas para aumentar a vida útil de determinados frutos são os principais responsáveis pelo alto nível de perdas pós-colheita. Se fossem adotadas práticas adequadas de pós-colheita certamente ocorreria redução significativa nestas perdas.

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CUPUAÇU

A região Amazônica é considerada a maior do Brasil em termos territoriais e apresenta condições de clima e solos privilegiados para a produção de frutas tropicais (NASCENTE; ROSA NETO, 2005). Dentre essas destaca-se o cupuaçuzeiro que para atingir seu ótimo desenvolvimento necessita de temperatura média anual de 21,6 °C a 27,5 °C, umidade relativa do ar de 77% a 88% e precipitações entre 1900 mm a 3100 mm bem distribuídas ao longo do ano (SOUZA et al., 2007).

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pertence à família Malvaceae e possui vários nomes comuns dentre eles cupu, pupu e pupuaçu (COSTA et al., 2003). Esse fruto destaca-se como um dos principais produzidos na região amazônica, pois apresenta intensa divulgação no território brasileiro e tem potencial para a industrialização de seus derivados (CARVALHO et al., 2008). Segundo Bastos et al. (2002) a cultura do cupuaçuzeiro tem crescido em muitas áreas da Amazônia brasileira devido ao aumento na demanda pela polpa, bastante apreciada pela população.

O cupuaçuzeiro é uma espécie bem adaptada ao sombreamento, razão pela qual, normalmente é utilizado em cultivos consorciados com castanha-do-brasil, freijó-louro, mogno e frutíferas de porte elevado, caracterizando-se como componente de sistemas agroflorestais - SAFs (LOCATELLI et al., 2001). A planta possui porte elevado variando de 4 a 8 metros de altura em plantios convencionais e até 20 metros em condições de bosque tropical úmido. As folhas apresentam coloração rósea quando jovens e verde quando maduras. As pétalas das flores apresentam cor branca ou vermelha com tonalidade variável de claro a escura (SOUZA et al., 2007). O fruto é o maior do gênero *Theobroma* com características de drupa e baga, casca dura com coloração castanho-escuro apresentando forma alongada e com as extremidades arredondadas, classificando-se em diferentes formatos (GONDIM et al., 2001). O comprimento dos frutos pode variar de 12 cm a 25 cm, diâmetro entre 10 cm a 12 cm e massa média de 1,2 kg a 4,0 kg (SEAGRI, 2006).

A polpa do cupuaçu é rica em ferro, fósforo, proteína, taninos, fibras e vitaminas C, B₁, B₂ e B₅ (TODA FRUTA, 2007). Possui ainda, característica ácida, coloração branco-amarelada, aroma forte e agradável com baixo teor de açúcares. É utilizada na produção de sucos, geleias, doces, licores, sorvetes, recheios de bolos e bombons caseiros (GALLO NETTO, 2009). O rendimento de polpa é em torno de 35% a 40% nos frutos com sementes e 60% nos sem sementes (CARVALHO et al., 2004).

A semente do cupuaçu é utilizada na produção do cupulate (chocolate em pó ou tabletes) e de cosméticos. A casca dos frutos é utilizada na produção de adubos orgânicos e ingredientes para ração de alguns animais por apresentar potássio, ferro, manganês e outros nutrientes (CARVALHO et al., 2004). Esses atributos de qualidade colocam o cupuaçu no ranking das exportações de frutas tropicais brasileiras (SANTOS, 2007).

A demanda do mercado consumidor por produtos elaborados a partir da polpa de frutas como geleias, doces em massa, néctares entre outros, tem importância como aproveitamento de matéria-prima. Esta pode ser produzida nas épocas de safra, armazenadas e processadas nos períodos mais propícios para depois serem consumidas na entressafra (BUENO et al., 2002).

A busca por tecnologias que melhor conservem os frutos no período da entressafra é importante por causa de sua perecibilidade (MARTINS, 2008). Isso faz com que a comercialização *in natura* dos frutos seja facilitada, principalmente

quando relacionada às longas distâncias de transporte até o mercado consumidor, estimando-se perdas pós-colheita de 15% a 50% (GALLO NETTO, 2009). Desta forma, há necessidade de tecnologias que elevem o tempo de conservação pós-colheita do fruto *in natura*. No caso do cupuaçu, poucos trabalhos foram realizados sobre sua conservação pós-colheita. Lima (1993), ao armazenar os frutos sob refrigeração a 10 °C e umidade relativa de 65%, verificou que estes permaneceram isentos de deterioração até quinze dias, enquanto que os armazenados em temperatura ambiente perderam a qualidade após cinco dias.

2.2 QUALIDADE DE FRUTOS

Para a avaliação da qualidade de frutos e hortaliças utilizam-se métodos objetivos e subjetivos. Entre os métodos objetivos incluem-se as análises físicas, químicas, biológicas, físico-químicas e enzimáticas. Os métodos subjetivos, também denominados de sensoriais, incluem percepções de aparência, sabor, aroma, textura, impressão global e intenção de compra, realizados por meio de testes informais, painéis de analistas treinados, não treinados, ou ainda, por testes especiais elaborados por profissionais da área de alimentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MODESTA et al., 2005).

Os métodos objetivos de avaliação de qualidade dos frutos permitem dimensionar a magnitude do tempo necessário para que o produto mantenha suas características iniciais, relacionadas a aspectos físicos, químicos e biológicos, consideradas a partir de sua colheita ou coleta.

As frutas tem sido de grande importância na alimentação humana, devido a fatores que conferem boa qualidade, como diversidade e elevado valor de vitaminas, presença de carotenoides, flavonoides (antocianinas), açúcares, ácidos orgânicos, entre outros. Estes compostos têm despertado interesse devido às suas importantes funções e ações para a saúde humana. Alguns deles, por exemplo, atuam como antioxidantes capazes de reduzir o risco de enfermidades como o câncer e doenças cardiovasculares (AGUIAR, 2001).

Os métodos sensoriais permitem identificar as características organolépticas de um determinado produto alimentício, percebidas pelos sentidos da visão, olfato, tato e paladar, prevendo a alta ou baixa aceitação no mercado consumidor (MINIM, 2006).

2.3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

Segundo Furtado (2011) as perdas pós-colheita de frutas têm sido um problema enfrentado no setor agrícola brasileiro. A alta perecibilidade, deficiência no armazenamento da matéria-prima e o pouco conhecimento tecnológico dos produtores contribuem para as perdas no processamento industrial, havendo necessidade de tecnologias que viabilizem a conservação destes produtos por mais tempo. Deste modo, é de grande importância o desenvolvimento de técnicas para conservação de frutas e hortaliças.

O objetivo da conservação pós-colheita não é melhorar a qualidade de hortaliças e frutas, e sim manter por maior tempo suas características iniciais, reduzindo o ritmo de envelhecimento natural, a fim de que o produto chegue ao consumidor sem ou com o mínimo de alterações em seu valor nutricional, aspecto, aroma e sabor. O processo de conservação eficiente ocorre a partir da colheita adequada, devendo-se sempre colher ou coletar frutos de qualidade e no grau de maturação adequado para cada espécie (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Geralmente após a colheita os frutos ficam por longos períodos em galpões de armazenamento para serem industrializados, onde o correto seria a realização de algum tratamento de pós-colheita, visando aumentar seu período de conservação.

Para reduzir a deterioração e manter por mais tempo a qualidade pós-colheita dos frutos existem alguns métodos eficientes como a exposição a baixas temperaturas, associada ou não a elevação de umidade relativa do ar, que é a responsável por atrasar a senescência e diminuir a atividade respiratória. O armazenamento em atmosfera modificada é outro método pós-colheita. Este consiste em manter os frutos em embalagens herméticas com incremento nos níveis de CO₂ e redução na concentração de O₂, diminuindo assim o metabolismo celular. Além disso, já existe a utilização de técnicas de manipulação genética para inibir trocas gasosas não desejadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Cenci (2006) existem ainda outros métodos para a manutenção e controle da qualidade pós-colheita. Dentre estes, destacam-se a adoção dos sistemas de garantia de qualidade, como as boas práticas agrícolas e de fabricação e/ou produção integrada de frutas e hortaliças, além do uso de revestimentos como ceras e óleos (comestíveis ou não). Estas ações têm contribuído para redução do uso de agrotóxicos e de contaminações microbiológicas nos alimentos.

2.3.1 Pré-resfriamento

Um dos fatores de fundamental importância na pós-colheita dos frutos e hortaliças é a temperatura, pois esta tem influência direta na sua qualidade e vida útil. A perda da qualidade após a colheita é decorrente do resultado de processos fisiológicos e bioquímicos, sendo sua taxa influenciada pela temperatura do produto (BROSNAN; SUN, 2001). Assim, o resfriamento rápido é importante na conservação e no prolongamento da vida útil dos produtos, pois temperaturas elevadas podem influenciar na qualidade das frutas e hortaliças ao interferir em processos vitais como respiração, maturação, produção de etileno e outros gases voláteis, perda de massa, crescimento e disseminação de microrganismos (CENCI, 2006), senescência dos frutos (KALBASI-ASHTARI, 2004), além de acelerar a perda de frescor e qualidade e aumentar a atividade enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O pré-resfriamento é um método utilizado na conservação pós-colheita que tem como função a rápida remoção do calor de campo dos produtos recém-colhidos ou coletados, antes do armazenamento, processamento ou transporte para locais distantes (COUTINHO, 2001). Esse método é considerado a primeira etapa no manuseio da temperatura, pois a maioria dos ambientes refrigerados não possui capacidade de refrigeração e movimento de ar adequados para resfriamento rápido. Em geral, o pré-resfriamento é uma operação separada que requer a utilização de tecnologias adequadas como equipamentos e/ou ambientes especiais (CHITARRA; CHITARRA, 2005) podendo, porém, ser realizado em pequena escala e ainda no campo, por produtores da agricultura familiar.

Segundo Louzada et al. (2003), pela falta de conhecimento dos produtores, o armazenamento ainda é feito de forma precária e o pré-resfriamento dos frutos geralmente não é efetuado. Este fato, juntamente com a entrada de novas cargas ainda não resfriadas na unidade de armazenamento, faz com que o processo de resfriamento na câmara seja demorado e irregular, principalmente em função da oscilação da temperatura dentro do resfriador. De acordo com Brosnan e Sun (2001), a taxa de resfriamento do produto depende de alguns fatores como transferência de calor, diferença de temperatura entre o produto e o meio de resfriamento, características termais, tamanho e forma do produto, natureza do meio

de resfriamento e da relação superfície/volume. O produto resfria rapidamente no início do pré-resfriamento, com conseqüente redução da taxa no decorrer do processo.

Existem vários tipos de pré-resfriamento, entre os quais o com água gelada, gelo, ar forçado, vácuo e combinação água/ar (*hydroaircooling*). Cada forma difere na eficiência da remoção de calor, no custo de utilização e na eficiência da manutenção da qualidade física e química para cada tipo de produto (KALBASI-ASHTARI, 2004). Portanto, é importante conhecer o princípio de cada método de resfriamento, a fim identificar os riscos potenciais associados a eles e selecionar o melhor método de resfriamento para cada produto (CENCI, 2006). Essas técnicas de pré-resfriamento são muito utilizadas para frutos com características de exportação, sendo que a maioria dos países europeus e asiáticos exige algum tratamento pós-colheita antes da aquisição do produto.

2.3.1.1 Água gelada

O método de pré-resfriamento em água gelada (*hydrocooling*) consiste na utilização desta, obtida por agitação ou adição de gelo, na lavagem, aspersão, pulverização ou imersão de frutos ou hortaliças (BECKER; FRICKE, 2002). Este método tem a vantagem de eliminar rapidamente o calor de campo (calor vital) do produto, sem que estes percam muita água por transpiração, como ocorre quando são tratados a ar forçado (BRACKMANN et al., 2001).

Com o uso do gelo na água obtém-se maior vantagem neste tipo de pré-resfriamento, pois este pode aumentar substancialmente a capacidade frigorífica fornecendo frio de forma prolongada. No processo de resfriamento, quando o filme de água gelada flui rápida e uniformemente sobre o fruto que está mais quente, a temperatura deste tende a tornar-se igual à temperatura da água (VIGNEAULT; CORTEZ, 2002).

Os sistemas *hydrocooling* são interessantes como tecnologias pós-colheita, pois permitem obter altas taxas de transferência de calor, podendo resultar em resfriamento três vezes mais rápido que o obtido por ar forçado, ou até dez vezes mais rápido quando os produtos são armazenados em salas convencionais de refrigeração (TERUEL et al., 2002). Os tempos usualmente utilizados no pré-resfriamento com água gelada são de 10 minutos a 1 hora, dependendo do volume do produto (CORTEZ et al., 2002b). Esse é um método fácil e prático que pode ser

utilizado por pequenos produtores no pré-resfriamento de frutas e hortaliças, sendo que até uma caixa d'água, por apresentar baixo custo de aquisição, pode se tornar um recipiente adaptado para tal finalidade. Porém, esse método, por utilizar o gelo, a água ou ambos, apresenta maior potencial de contaminação para frutos e hortaliças. Portanto, a água a ser utilizada deve, além de ser potável (livre de microrganismos patogênicos), ser trocada periodicamente (CENCI, 2006).

2.3.1.2 Gelo

Essa técnica consiste em colocar gelo picado ou finamente moído em contato direto com a superfície dos frutos, sobre e/ou dentro de contêineres de transporte. A vantagem desse método é a manutenção da baixa temperatura e a alta umidade relativa do ar no meio refrigerante. Porém a colocação de gelo em contato direto com produtos quentes pode provocar estresse térmico considerável, podendo causar problemas de congelamento na superfície do produto. Além disso, ensaios em escala comercial demonstraram que a troca de calor entre o produto e o gelo é lenta. Devido a suas desvantagens, este método é considerado menos eficiente que o resfriamento à água e a ar forçado (VIGNEAULT; CORTEZ, 2002).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o processo de pré-resfriamento com gelo é eficiente em produtos que não se danificam pelo contato direto com o gelo como brócolos, couve, espinafre, rabanete, cebolinha, couve-de-bruxelas, melão e cenoura.

2.3.1.3 Ar forçado

O pré-resfriamento a ar forçado consiste em lançar jatos de ar sob pressão nos frutos ou nos recipientes que armazenam os mesmos. Esse método tem a vantagem de evitar a contaminação dos frutos com microrganismos causadores de podridões eventualmente presentes na água do resfriador (BRACKMANN et al., 2001). Portanto, deve-se sempre manter as condições de higiene adequadas nas dependências do refrigerador e do local de onde provém o ar (CENCI, 2006). A desvantagem deste método é que o tempo para remoção do calor dos frutos é maior quando comparado com a utilização de água gelada ou gelo, além da possibilidade da

perda de água (BRACKMANN et al., 2001). O processo de convecção forçada pode ser aplicado em cogumelo, ervilha, couve-flor, vagem, abobrinha, frutas diversas e milho-verde (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.3.1.4 Vácuo

Esse método consiste em colocar o produto em resfriador a vácuo, que é um equipamento que tem como objetivo bombear o ar e o vapor d'água sobre o produto. A vantagem desse método é que a água do resfriador a vácuo é vaporizada em temperatura muito baixa, sendo o calor de vaporização da água fornecido pelo alimento. A desvantagem é que este método é menos eficiente do que os citados anteriormente. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), este método sob pressão reduzida é utilizado comercialmente em alface, aspargo, brócolis, couve-flor, repolho, aipo e milho doce.

2.3.2 Refrigeração

Após a realização do pré-resfriamento os produtos podem recuperar o calor de campo se não forem armazenados de modo adequado. Assim, com o objetivo de manter os benefícios do resfriamento, as frutas e hortaliças frescas não consumidas imediatamente devem ser armazenadas em condições refrigeradas (CENCI, 2006).

A refrigeração é a técnica mais recomendada no armazenamento prolongado dos produtos. Neste sistema três fatores devem ser rigorosamente controlados: temperatura, circulação e umidade relativa do ar. A temperatura é o fator mais crítico, não só por interferir na deterioração do produto como, também, por modificar o efeito dos outros fatores (ÁLVARES, 2006).

Na maioria dos frutos o armazenamento refrigerado é limitado e, de modo geral, apresentam temperatura mínima de segurança (TMS), sendo que quando submetidos abaixo desta, podem sofrer injúrias causadas pelo frio (chilling) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Tais sintomas são caracterizados pelo escurecimento da polpa, aumento da suscetibilidade a podridões, comprometimento do sabor e aroma característicos e perda de lanosidade, conhecida como colapso seco dos tecidos e caracterizada como falta de suculência (CUNHA JUNIOR et al., 2010). Nos frutos tropicais geralmente a TMS é de 10 °C a 13 °C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

No período de janeiro a outubro de 2011, no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre, em Rio Branco, Acre, foram conduzidos dois experimentos sendo um (I) para determinar o tempo de pré-resfriamento do cupuaçu e o outro (II) para avaliar o efeito do pré-resfriamento combinado com refrigeração na composição física, físico-química da polpa e aceitação sensorial do néctar do cupuaçu.

3.1 EXPERIMENTO I

O objetivo deste experimento foi determinar o tempo de pré-resfriamento dos frutos do cupuaçuzeiro com uso de água gelada.

Os frutos foram coletados, no mesmo dia de sua queda, no campo experimental da Embrapa Acre e encaminhados imediatamente para o laboratório onde foi realizada sua seleção por uniformidade de tamanho e isenção de pragas e doenças.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo um fruto por repetição, considerando os seguintes tempos de pré-resfriamento: 0 (controle); 20; 40; 60; 80; 100 e 120 minutos.

O pré-resfriamento foi realizado por meio da imersão dos frutos em água gelada a 10 °C, obtida pela mistura de gelo moído e água na proporção 1:2 (v/v). Durante os tratamentos, a temperatura da água foi monitorada e controlada a 10 °C com a adição de gelo moído. Ao longo do experimento, para verificação do tempo de pré-resfriamento e comparação entre os tratamentos, foi feita a verificação da temperatura interna dos frutos por meio da introdução de um termômetro digital portátil no interior dos mesmos.

Os dados foram submetidos à análise de regressão, sendo antes verificados em relação à normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste Bartlett (1937). O tempo em que obteve-se a estabilização da temperatura interna dos frutos foi considerado como o de referência para o pré-resfriamento do cupuaçu.

3.2 EXPERIMENTO II

Neste experimento utilizou-se o resultado do experimento anterior (I) como referência para o tempo de pré-resfriamento a ser utilizado para o cupuaçu.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com os tratamentos em esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições. As parcelas corresponderam aos tempos de refrigeração (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) e as subparcelas às condições de pré-resfriamento (com e sem).

3.2.1 Aquisição e seleção dos frutos

Os frutos do cupuaçuzeiro produzidos em sistema orgânico foram obtidos junto à Associação dos Pequenos Agrossilvicultores do Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado) no distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho - RO a 150 km de Rio Branco - AC.

Foram utilizados frutos coletados (Figura 1A) em março de 2011, entre 7 e 8 horas da manhã com um a três dias após a abscisão, simulando a condição usual dos produtores, sendo selecionados com base no tamanho, massa (2,0 a 2,5 kg), formato (elipsoide com extremidades arredondadas) e ausência de pragas e doenças (Figura 1B).



Figura 1 - Coleta (A) e seleção dos frutos (B) com base no tamanho, massa, formato e ausência de pragas e doenças.

3.2.2 Pré-resfriamento

Os frutos foram separados aleatoriamente em dois grupos: A – com pré-resfriamento e B – sem pré-resfriamento. O pré-resfriamento foi realizado por meio da imersão dos frutos em água gelada a 10 °C por 133 minutos (experimento I). A água gelada foi obtida pela mistura de gelo moído e água na proporção 1:2 (v/v). Durante os tratamentos, a temperatura da água foi monitorada e mantida sempre a 10 °C com adição de gelo moído.

Os frutos do grupo A foram pré-resfriados em recipiente adaptado tipo caixa d'água (Figura 2A). Posteriormente tanto o grupo A quanto o B foram dispostos em bandejas de poliestireno expandido para facilitar a identificação (Figura 2B), sendo transportados para a câmara de resfriamento da Embrapa Acre sob temperatura de 10 °C e umidade relativa do ar de $80 \pm 5\%$ monitorada por datalogger portátil. A temperatura de 10°C para o pré-resfriamento de cupuaçu foi escolhida com base no trabalho de Lima (1993), que armazenou os frutos nesta temperatura, sem observar distúrbios fisiológicos pelo frio.

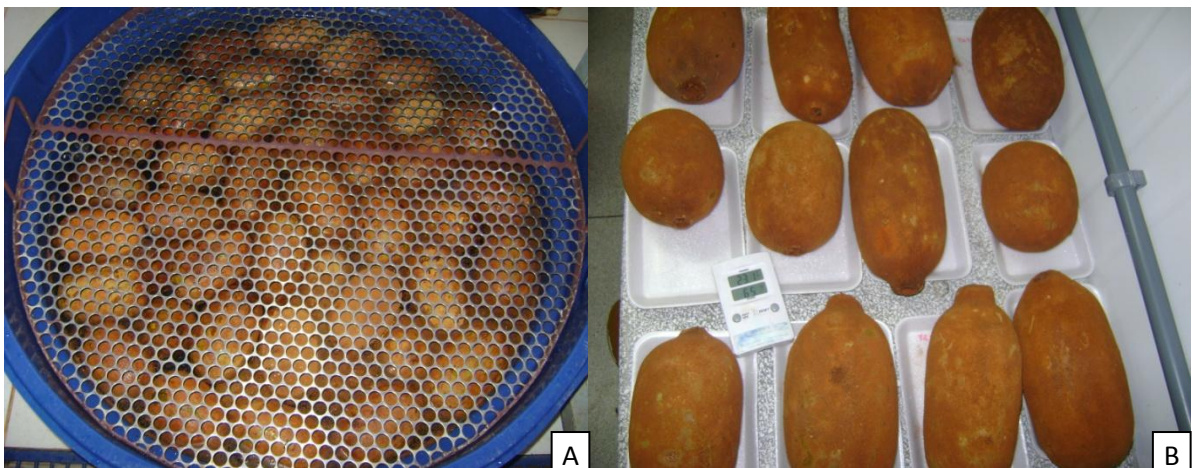


Figura 2 - Frutos pré-resfriados em recipiente tipo caixa d'água (A), dispostos em bandejas de poliestireno expandido (B), armazenados em câmara de resfriamento a 10 °C.

3.2.3 Análises físicas e físico-químicas

Antes do armazenamento e a cada três dias 8 frutos foram quebrados (Figura 3A), verificados quanto a coloração da polpa e despulpados manualmente com auxílio de tesouras (Figura 3B) sendo, posteriormente, colocados em tubos de Falcon para

serem homogeneizados em Omni Mixer a 5000 rpm e analisados quanto aos sólidos solúveis, acidez total, ratio, carotenoides, pH, teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, não-redutores e ácido ascórbico. A perda de massa fresca foi avaliada a cada dois dias.

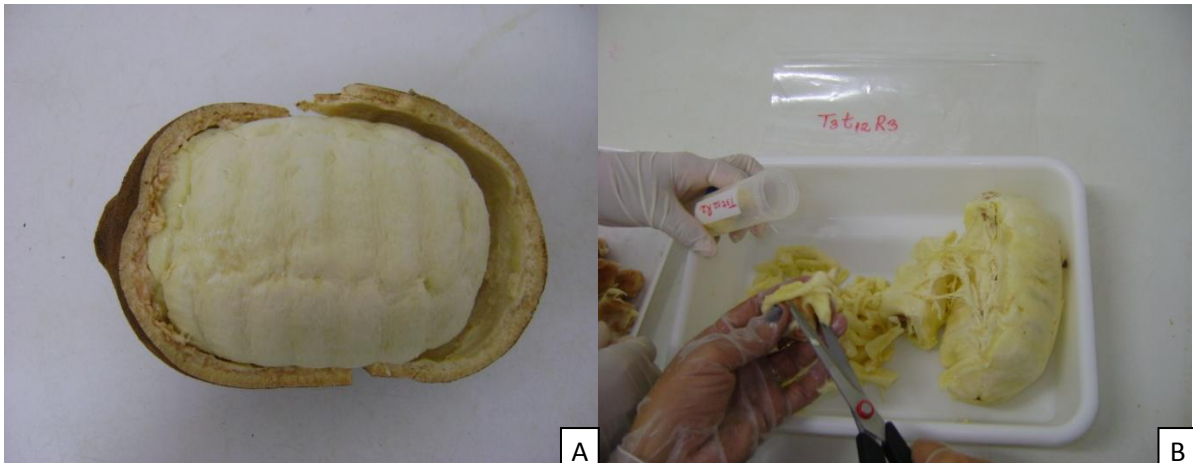


Figura 3 - Frutos do cupuaçuzeiro quebrados (A), despulpados (B) e colocados em tubos de Falcon para serem homogeneizados.

3.2.3.1 Perda de massa fresca

Os frutos foram pesados em balança semi-analítica (MIC P-15) no início do experimento e a cada 2 dias de armazenamento refrigerado a 10 °C, até o 14º dia com 4 repetições para cada tempo. Os resultados da perda de massa (PM) foram expressos em porcentagem e avaliados pela expressão $PM = [(MFI - MFF) \times 100] / MFI$, onde MFI = massa fresca inicial (g) e MFF = massa fresca final (g).

3.2.3.2 Coloração da polpa

A medida objetiva de cor da polpa foi realizada com o auxílio de um colorímetro portátil Color Reader (Modelo CR-10) em escala Hunter (CIELAB) previamente calibrado, registrando valores das coordenadas LCH - luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (H), analisando as diferenças de cor que se aproximam espectralmente do padrão observado pelos olhos (McGUIRE, 1992; HUNTERLAB, 2001).

Devido a erros que poderiam ocorrer no manejo do aparelho, variações na iluminação e nas cores da superfície da polpa (MEDLICOTT et al., 1992), foram

realizadas 2 medições em pontos equidistantes, na região equatorial, e retirada a média dos valores obtidos (BOUDHRIOUA et al., 2002). De acordo com sugestão de Witherspoon e Jackson (1996) cada fruto foi rotacionado 90° sobre o eixo a cada leitura para minimizar tais variações.

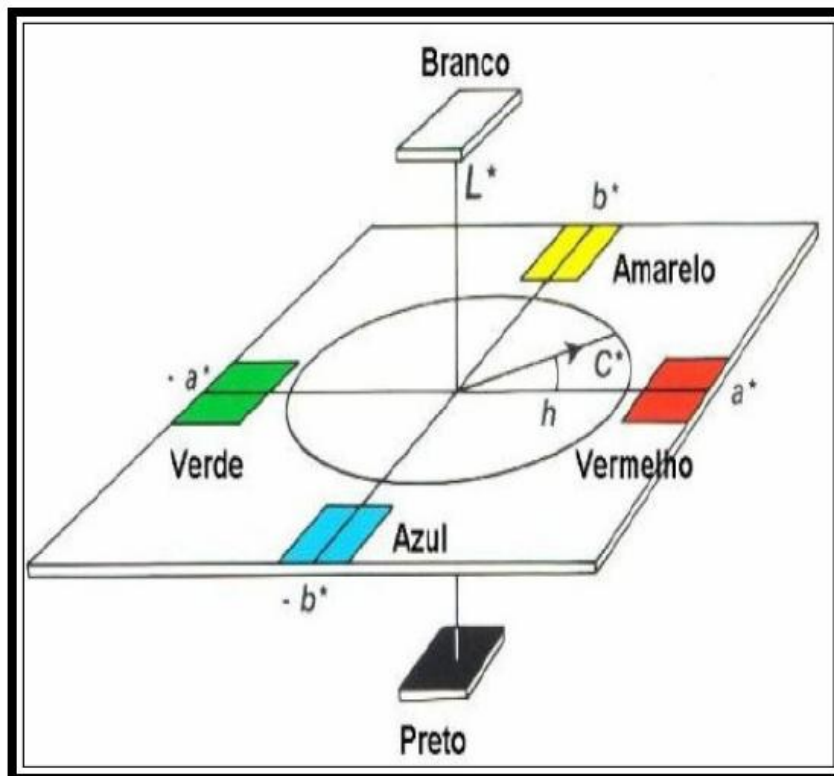


Figura 4 - Significado geométrico das coordenadas LCH.
Fonte: (HUNTERLAB, 2001)

3.2.3.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (SS) da polpa de cupuaçu foi determinado por meio da leitura direta em refratômetro digital (Modelo PAL-1) com compensação automática de temperatura e abrangência de 0 a 32 °Brix, previamente calibrado com água destilada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.2.3.4 Acidez total titulável e ratio

Pesou-se 1,0 g da amostra, em balança analítica de precisão (Modelo AY-220), homogeneizou-se em Omni mixer a 5000 rpm por três minutos e transferiu-se para Erlenmeyer. Posteriormente foi acrescentada água destilada até o volume de 50 mL

e adicionadas três gotas de fenolftaleína a 1%. Após a agitação adicionou-se NaOH 0,1 N até a mudança da cor da solução para levemente rósea, que é considerado o ponto de viragem, verificando-se a quantidade mL gasta de NaOH (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). O cálculo do fator de acidez titulável (AT) foi expresso pela fórmula abaixo:

$$AT (\%) = \frac{10 \times \text{fator do ácido} \times \text{fator NaOH} \times \text{NaOH gasto}}{\text{massa da amostra (g)}}$$

O ratio foi obtido a partir da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

3.2.3.5 Carotenoides totais

Para determinação dos carotenoides totais pesaram-se 5 g da amostra de polpa de cupuaçu, adicionando 15 mL de álcool iso-propílico e 5 mL de hexano, homogeneizando a amostra em Omni Mixer a 5000 rpm por três minutos. Em seguida, o material foi transferido para um funil de separação de 125 mL de capacidade envolto em papel alumínio para impedir a passagem de luminosidade. Adicionou-se ao funil de separação 50 mL de água destilada, deixando a solução em repouso por 30 min. Posteriormente foram realizadas três lavagens, retirando em cada uma a fase aquosa e deixando apenas a parte sólida de cor amarelo intensa, adicionando nas lavagens 50 mL de água destilada.

Após os três repousos da solução, filtrou-se o extrato restante em papel filtro qualitativo com auxílio de funil de vidro, transferindo-o para um balão de 25 mL de capacidade envolto em papel alumínio. Posteriormente, foram adicionados 2,5 mL de acetona, aferindo o balão com hexano. Preparou-se, também, em balão de 25 mL, o “branco”, que é uma amostra de comparação, composta de 2,5 mL de acetona e o restante aferindo com hexano. Em seguida, realizou-se a leitura das amostras em espectrofotômetro calibrado a comprimento de onda de 450 nm. O cálculo do teor de carotenoides baseou-se em multiplicar o resultado da absorbância (WL 450 nm) por 2 (HIGBY, 1962). Os resultados foram expressos em mg de carotenoides totais.100 g⁻¹ de amostra.

3.2.3.6 pH

A determinação do pH foi realizada pesando-se 5 g da amostra de polpa homogeneizada. A leitura foi efetuada por meio de pHmetro digital (Modelo, TEC-3MP) previamente calibrado com soluções tampões padronizadas a pH 7,0 e 4,0 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.2.3.7 Açúcares solúveis totais

Para a extração, 1 g da polpa foi pesado em balança analítica de precisão (Modelo AY-220), transferido ao almofariz e adicionado etanol 80% fervente por 30 minutos. Em seguida foi realizada a trituração manual das amostras. Após a trituração o sobrenadante foi filtrado em papel filtro qualitativo, seguindo-se três lavagens com etanol 80%. O volume das filtragens foi completado com etanol 80% em balão volumétrico de 50 mL. O extrato alcoólico filtrado foi tampado com parafilme para impedir a evaporação e armazenado a 5 °C até a quantificação dos açúcares solúveis totais. Obtidos os extratos filtrados das amostras, procederam-se as diluições prévias de 1:25 um da amostra e 25 vezes de água destilada, sempre em duplicata.

Na quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Para isto, pipetou-se 0,5 mL do extrato diluído e transferiu-se para cada tubo de ensaio com rosca. Em cada tubo adicionou-se 0,5 mL de fenol a 5% e, em banho de gelo, foram adicionados 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram agitados em vórtex e levados ao banho-maria a 30 °C por 20 min. Após remoção dos tubos do banho-maria, estes foram novamente agitados no vórtex, deixando-os em repouso por 30 min à temperatura ambiente. Posteriormente foram realizadas as leituras das absorbâncias das amostras em espectrofotômetro a 490 nm. Os resultados de açúcares solúveis totais foram expressos em porcentagem e os valores obtidos comparados com curva padrão de glicose a 1% nas concentrações de 0%; 25%; 50%; 75% e 100%.

3.2.3.8 Açúcares redutores e não redutores

A extração da amostra para a quantificação de açúcares redutores e não redutores consistiu nos mesmos procedimentos dos açúcares totais, com etanol 80% fervente.

Foram realizadas diluições 2, 3, 4 e 5 vezes de acordo com o resultado encontrado em comparação a curva-padrão de açúcares redutores.

Para cada tubo de ensaio com rosca foi colocado 0,1 mL do extrato alcoólico filtrado, 0,5 mL de água destilada, 0,5 mL de reativo de Nelson (14,4 mL de Nelson A e 0,6 mL de Nelson B) pelo método de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Os tubos foram agitados em vórtex e levados a banho-maria a 80 °C por 20 min e, posteriormente, resfriados rapidamente em gelo. Em seguida foram adicionados 0,5 mL da solução arsenomolibdica e agitados ao acaso por 5 min. Foram adicionados 3,5 mL de água destilada aos tubos, que foram agitados novamente. Concluídas as etapas as amostras foram encaminhadas para a leitura em espectrofotômetro a 540 nm e os resultados transformados para porcentagem. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose.

Os açúcares não redutores expressos em porcentagem foram estimados subtraindo-se o teor de açúcares redutores do teor de açúcares solúveis totais.

3.2.3.9 Ácido ascórbico

Foi pesado 0,5 g de cada amostra protegida da luz, em balança analítica de precisão (Modelo AY-220). Em seguida adicionou-se ácido oxálico a 0,5% até cobrir a amostra e realizou-se a maceração. Transferiu-se então a amostra para balão de 25 mL aferindo até sua capacidade. Posteriormente tomou-se 4 mL do extrato em erlenmeyer de 125 mL de capacidade, adicionando-se 50 mL de água destilada e realizou-se titulação com solução de Tillman 0,02%. A metodologia se caracteriza pela redução do 2-6- diclorofenol-indofenol (DFI) pelo ácido ascórbico presente na solução a ser analisada em meio ácido até o ponto de viragem, sendo os resultados expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra (STROHECKER; HENNING, 1967).

3.2.4 Análise sensorial

Os cupuaçus com e sem pré-resfriamento foram separados e os procedimentos realizados separadamente. Realizou-se a lavagem dos frutos em água corrente, quebrados e despulpados manualmente com o auxílio de tesouras. A polpa foi homogeneizada e pesada. O néctar foi formulado com uma parte de polpa, 2,75 partes de água e 20% de açúcar em relação à massa da polpa (Figura 5). Essa formulação atende aos requisitos da legislação brasileira, a qual estabelece que, em néctares de frutas tropicais com elevada acidez e para as quais não tenha sido fixado regulamento técnico específico, como é o caso do cupuaçu, a quantidade de polpa não deve ser inferior a 20% (BRASIL, 2003). No caso da formulação acima descrita, a quantidade de polpa adicionada foi igual a 25%. Os ingredientes foram homogeneizados com o auxílio de um liquidificador industrial (Modelo LS-06) com capacidade para 6 litros.

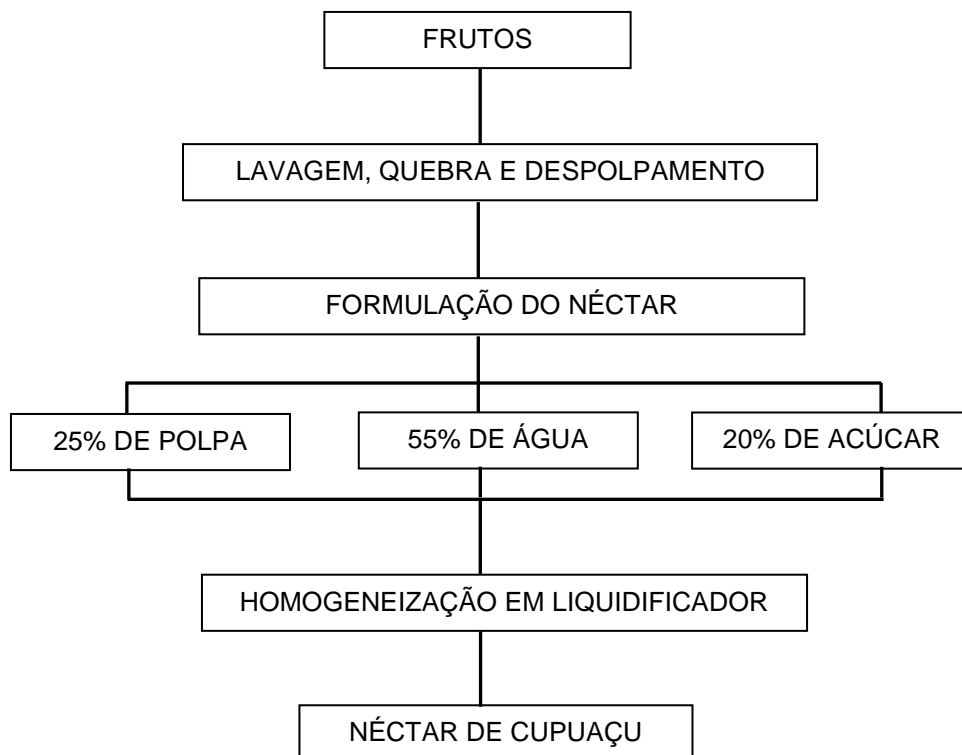


Figura 5 – Fluxograma da formulação do néctar de cupuaçu.

O teste de aceitação sensorial do néctar do cupuaçu foi efetuado no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa - Acre, em cabines individuais, iluminadas com luz branca. A cada três dias 33 consumidores não treinados com idade entre 18 e 50 anos, recrutados entre os funcionários e visitantes da Embrapa Acre realizaram o teste. O provador recebia uma amostra de cada vez e a ordem em que foram servidas as amostras foi aleatória para impedir que outro provador influenciasse na escolha do néctar.

Cerca de 50 mL da amostra foram servidos em copos plásticos codificados com números de 3 dígitos, a temperatura de 15 °C. Foram avaliados os seguintes atributos sensoriais: aparência, sabor, aroma e impressão global, usando escala hedônica estruturada de 9 pontos e a intenção de compra, usando escala hedônica estruturada de 5 pontos (Apêndice A) (MEILGAARD, 1991).

3.2.5 Análise estatística

Os resultados das variáveis físicas e físico-químicas foram submetidos à análise de variância. Antes, porém, efetuou-se a detecção de outlier pelo teste de Grubbs (1969), verificação de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Quando não verificou-se normalidade dos resíduos e/ou homogeneidade das variâncias efetuou-se a transformação dos dados para atender a estes pressupostos da análise de variância. Para as variáveis que, mesmo após a transformação dos dados, não atenderam aos pressupostos efetuou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (1947) para avaliar as condições de pré-resfriamento em frutos distintos (amostras independentes) em um mesmo tempo. Utilizou-se, também, o teste t de Student (1908) para comparar médias de determinadas variáveis com valores de referência obtidos em outros trabalhos.

No caso das variáveis relacionadas a análise sensorial (aparência, aroma, sabor e aceitação global), sendo estas de natureza qualitativa, foram analisadas pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney (1947) para avaliar as condições de pré-resfriamento em frutos distintos (amostras independentes) em um mesmo tempo. Com relação à aceitação de compra os resultados foram apresentados por meio de histograma de frequência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos I e II indicam, respectivamente, o tempo adequado de pré-resfriamento e a influência do armazenamento refrigerado nas variáveis químicas, físico-químicas e sensoriais de cupuaçus submetidos a estas condições de pré-resfriamento.

4.1 EXPERIMENTO I

Verificou-se comportamento quadrático da temperatura interna dos frutos em função dos tempos de pré-resfriamento avaliados. Entretanto é importante destacar que a temperatura reduziu à medida que o tempo de pré-resfriamento foi crescente, com tendência a estabilização a 133,21 minutos, conforme indica o gráfico 1.

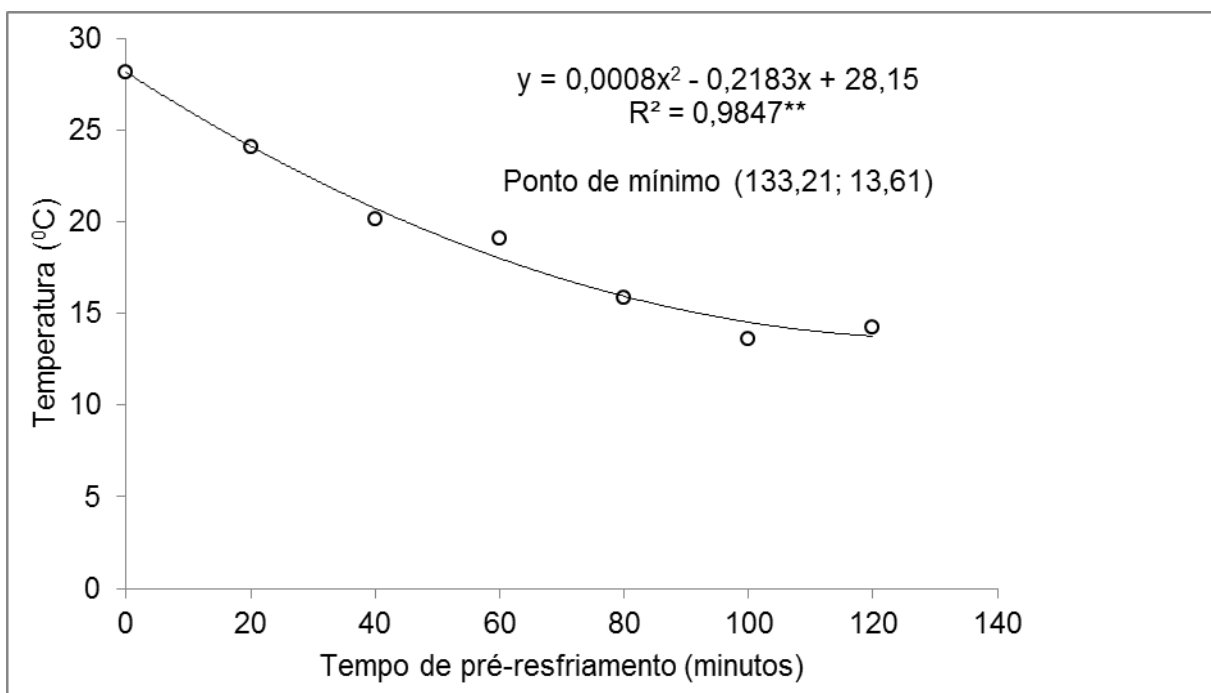


Gráfico 1 - Frutos de cupuaçuzeiro submetidos a diferentes tempos de pré-resfriamento por imersão em água gelada a 10 °C.

A média de temperatura da polpa do cupuaçu no início do tratamento foi de 28,2 °C. Com pré-resfriamento a 10 °C verificou-se diminuição média de 14,6 °C na polpa, determinando-se, desta forma, o tempo de pré-resfriamento em 133,21 min.

Desta forma, os resultados obtidos indicam que o pré-resfriamento foi efetivo em retirar o calor de campo dos frutos.

Contudo a temperatura de pré-resfriamento a 10 °C para o cupuaçu pode ter causado desordem fisiológica pelo frio, visível apenas externamente, pois os frutos pré-resfriados liberaram uma substância tipo látex na região peduncular (Figura 5). Lima (1993) armazenou frutos sem pré-resfriamento nesta mesma temperatura e não observou distúrbios fisiológicos pelo frio.



Figura 6 - Frutos do cupuaçuzeiro após o pré-resfriamento liberando substância tipo látex na região peduncular.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) algumas desordens pelo frio ocorrem em produtos de origem tropical ou subtropical que são sujeitos a transtornos metabólicos quando expostos a temperaturas inferiores a 10 °C ou a 13 °C, porém acima do seu ponto de congelamento.

Segundo Brackmann et al. (2001), que realizaram trabalho com ameixa cv. Pluma 7 e Reubennel, o tempo de pré-resfriamento a 1 °C foi menor (30 minutos) comparado ao cupuaçu, provavelmente por se tratar de fruto de origem temperada, pequeno e de casca fina. O mesmo ocorreu com Brackmann et al. (2009), analisando diferentes métodos de pré-resfriamento em pêssegos Chiripá, na mesma temperatura de 1 °C, que confirmaram ser o pré-resfriamento em água o mais eficiente, com a temperatura interna dos frutos sendo atingida aos 85 minutos.

Teruel et al. (2004), realizando experimento testando parâmetros de resfriamento de frutas e hortaliças de diferentes dimensões em sistema com água fria a 1 °C, concluíram que para frutas como o melão, laranja, ameixa, manga, limão,

acerola e goiaba, com volume variando entre 8,18 cm³ a 1150,35 cm³, o tempo de resfriamento é proporcional ao tamanho do fruto e varia de 8,5 minutos para os menores até 124 minutos para os maiores. Como no presente trabalho o volume médio do cupuaçu foi superior a estes (1200 cm³ a 3600 cm³) esperava-se que o tempo de pré-resfriamento também fosse superior aos apresentados por estes autores.

Para frutos maiores como melões, Brackmann et al. (2011) verificaram maior tempo de pré-resfriamento do que no presente trabalho, pois observaram que para atingir a temperatura interna dos frutos de 8 °C foram necessários 165 minutos para o pré-resfriamento com água gelada e 198 minutos com ar forçado. Estes mesmos autores identificaram a eficiência do pré-resfriamento em relação à refrigeração, onde os frutos atingiram essa mesma temperatura em 600 min.

Por outro lado, para folhosas, por exemplo, Álvares (2006) observou temperaturas inferiores ao referido trabalho quando testou tempos de pré-resfriamento com água gelada a 5° C para salsinha, determinando que o tempo adequado é de 15,3 minutos. Alguns fatores podem influenciar significativamente no tempo de resfriamento como volume e espessura da casca, além da superfície de exposição do produto a ser resfriado.

4.2 EXPERIMENTO II

Este experimento visou analisar a influência da condição de pré-resfriamento combinado com refrigeração nas características físicas, físico-químicas e sensoriais da polpa do cupuaçu por quinze dias de armazenamento.

4.2.1 Análises físicas e físico-químicas

A perda de massa fresca do cupuaçu apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas no tempo de armazenamento, não havendo, portanto, efeito da condição de pré-resfriamento e tampouco da interação entre estes fatores (Gráfico 2 e Apêndice B e F). Esse aumento da perda de massa fresca acumulada ao longo do armazenamento refrigerado foi esperado, tendo em vista que, o fruto utiliza a água

para manutenção dos seus processos vitais. Além disso, também foi observado que a condição de pré-resfriamento não influenciou na perda de massa, provavelmente pela natureza não-climatérica, sem efeito na taxa respiratória no período estudado. Por outro lado, em experimento realizado por Seibert et al. (2007), ao avaliarem o efeito do pré-resfriamento com água gelada na qualidade de pêssegos Chimarrita e Chiripá, verificaram que frutos pré-resfriados desidrataram mais do que o controle, ambos em armazenamento refrigerado.

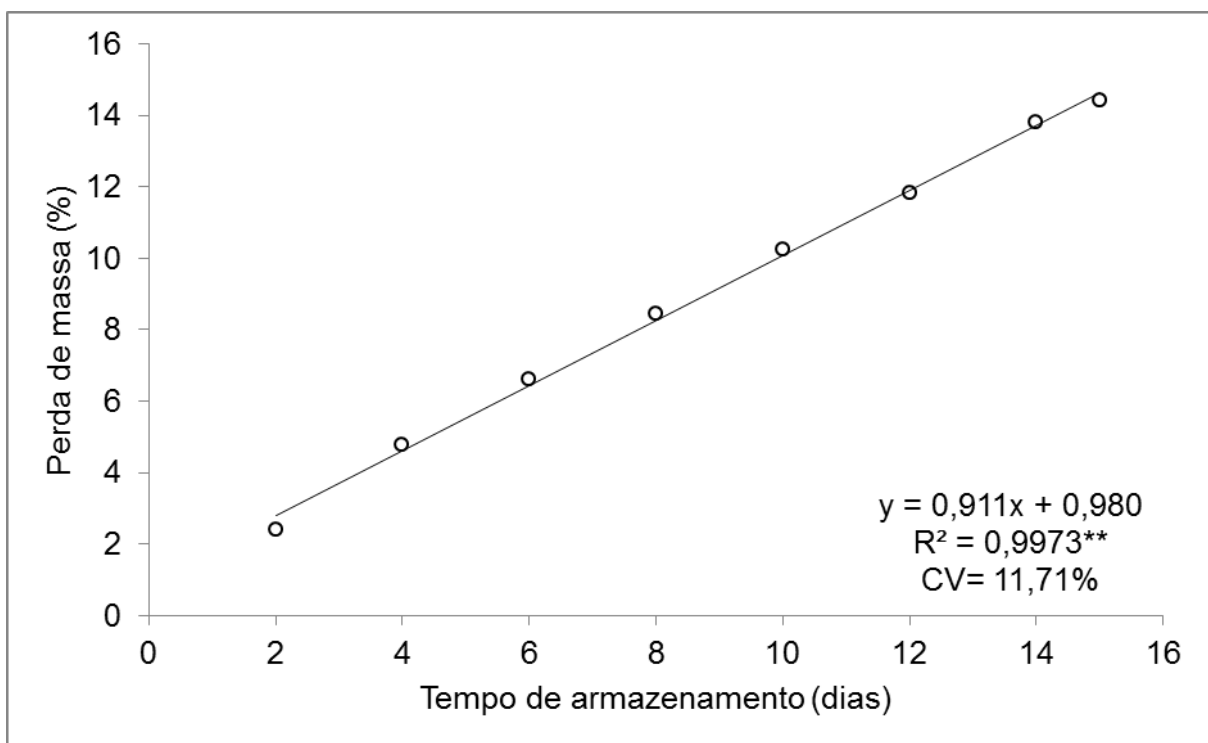


Gráfico 2 – Perda de massa fresca do cupuaçu em função do tempo de armazenamento a 10 °C avaliada em experimento em parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado.

Em termos relativos a perda de massa fresca do cupuaçu armazenado em ambiente refrigerado a 10 °C foi, em média, de 0,9% ao dia, totalizando 14,4% aos quinze dias de armazenamento. Essa média encontra-se dentro dos valores aceitáveis de perda de massa fresca na pós-colheita de vegetais ao longo do armazenamento refrigerado e posterior período de comercialização. Aguila (2009), preconiza o limite máximo de 1,5% a 2,5% de perda de massa ao dia, dependendo da quantidade de água presente no produto. Porém é importante destacar que o

cupuaçu é um fruto resistente a perda de água, em função das características de sua casca, principalmente a espessura. Segundo Coutinho (2001), em armazenamento não refrigerado por nove dias a perda de massa estimada do cupuaçu foi de 37,69%, situação esta que enfatiza a importância e necessidade do armazenamento dos frutos sob refrigeração, pois no presente trabalho obteve-se perda acumulada inferior (14,4%) e em maior tempo (15 dias). Este mesmo autor, em armazenamento refrigerado a 10 ± 2 °C verificou perda de massa fresca de 13,17%, também aos 15 dias de armazenamento. Já Lima (1993), analisando a eficiência do armazenamento refrigerado do cupuaçu, obteve perda de massa fresca de 18,06% após o mesmo período e temperatura de armazenamento.

Em experimento com lichias 'B3' pré-resfriadas em água e mantidas em armazenamento refrigerado a 5 °C por sete dias verificou-se perda de massa diária de, em média, 1,1% (AGUILA et al., 2009), sendo esta estatisticamente igual à obtida no presente trabalho (0,9%). Valores estatisticamente superiores ($p < 0,05$) foram obtidos por Álvares et al. (2010), avaliando o pré-resfriamento em água a 5 °C por 15 minutos da salsinha, os quais concluíram ser este eficiente em reduzir em aproximadamente 4% a perda de massa, independente da temperatura de armazenamento (5 °C ou 25 °C). Além disso, esses autores observaram que a refrigeração reduziu em até 12% a perda de massa das folhas, independente da condição de pré-resfriamento. Neste caso, o armazenamento refrigerado teve maior influência do que a condição de pré-resfriamento na redução da perda de massa acumulada de salsinhas sem embalagens, o que ocorreu no atual trabalho. A perda de massa dos frutos e hortaliças é o resultado do somatório da perda de água pela transpiração e perda de matéria orgânica devido à atividade respiratória. Supõe-se que neste trabalho a taxa de massa fresca tenha sido reduzida em relação à de outros produtos, devido ao fato do cupuaçu ser um fruto não-climatérico, além de ter sido armazenado sob refrigeração que tem influência direta na diminuição da taxa respiratória.

Os resultados de coloração da polpa, expressa em cromaticidade (C) e ângulo de cor (H), não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nas condições de pré-resfriamento, nos tempos de armazenamentos, tampouco na interação entre

ambos. Contudo, para luminosidade (L) verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre a condição de pré-resfriamento e o tempo de armazenamento. verificando-se, pelo desdobramento da análise de variância, significância apenas do pré-resfriamento nos tempos inicial (0) e final (15 dias) de armazenamento (Tabela 1 e Apêndices C e G).

Tabela 1 - Evolução das coordenadas luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (H) da polpa do cupuaçu sem (SP) e com (CP) pré-resfriamento e posterior armazenamento a 10 °C, avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Tempo	Cor da polpa					
	L		C		H	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP
0	88,63 ^a	85,03 ^b	21,46 ^a	26,00 ^a	97,49 ^a	95,04 ^a
3	87,36 ^a	86,19 ^a	24,24 ^a	26,50 ^a	97,83 ^a	95,85 ^a
6	88,49 ^a	88,29 ^a	22,86 ^a	22,64 ^a	98,40 ^a	96,24 ^a
9	87,08 ^a	87,46 ^a	24,71 ^a	24,98 ^a	96,55 ^a	97,18 ^a
12	86,64 ^a	87,63 ^a	20,76 ^a	22,25 ^a	98,94 ^a	97,68 ^a
15	86,15 ^b	89,64 ^a	24,03 ^a	17,11 ^a	95,38 ^a	95,05 ^a
Média	87,40		23,10		97,10	

Médias seguidas de mesma letra na linha, para uma mesma variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

No tempo inicial houve efeito do pré-resfriamento na luminosidade dos frutos, sendo os frutos sem tratamento com valores superiores aos pré-resfriados, provavelmente pelo efeito da possível injúria fisiológica pelo frio, embora este efeito não tenha sido durante o armazenamento refrigerado. Entretanto, aos quinze dias de armazenamento, a luminosidade foi maior nos frutos pré-resfriados, indicando que este tratamento foi eficiente no retardamento do escurecimento da polpa, possivelmente evitando a atividade de enzimas oxidativas. Isso deve ter ocorrido porque a temperatura interna (13,6 °C) dos frutos pré-resfriados manteve-se em equilíbrio com a temperatura de armazenamento, onde provavelmente o tratamento térmico foi o responsável pela manutenção da luminosidade da polpa ao final do armazenamento.

A coordenada “L” representa o brilho, variando de escuro (0) a claro (100) (McGUIRE, 1992), ou seja, valores mínimos de “L” representam ausência de reflexão da luz produzida pelo aparelho e valores máximos, perfeita reflexão difusa (DELWICHE; BAUMGARDUER, 1983). O brilho é o atributo associado com a intensidade luminosa do estímulo (GONNET, 1995).

Em estudo realizado com cupuaçu Coutinho (2001) não encontrou oscilação da luminosidade em função do tratamento ou tempo de armazenamento refrigerado, com valores médios de 64,19, inferior ao verificado no presente trabalho (87,4).

Já Brackmann et al. (2011) observaram que melões pré-resfriados com ar forçado (L=68,0) e em água a 15 °C (L=68,2) apresentaram polpa menos escurecida do que nos frutos pré-resfriados em água a 8 °C (L=65,2). Esses resultados foram evidenciados por maiores valores de luminosidade nos frutos pré-resfriados em água a 15 °C (L=68,2), apesar de não diferir estatisticamente dos resfriados em câmara fria (L=66,2). Valor inferior de luminosidade (L=54,9) também foi obtido por Canuto et. al. (2010) ao analisarem polpas de cupuaçu congeladas. Neste caso, o congelamento foi o provável responsável pela diminuição do brilho da polpa. Estes mesmos autores caracterizaram as polpas dos frutos de graviola (L=56,0), bacuri (L=65,5) e noni (L=47,8) como sendo do mesmo grupo do cupuaçu (L=54,9) por apresentarem cor de polpa semelhante. Ferreira (2008) também encontrou valores menores de luminosidade em polpas de cupuaçu com e sem aditivos, sendo estes de 67,34; 67,90; 67,11; 66,91 e 67,38 para as com diferentes aditivos e 67,08 para sem aditivo, havendo pequena variação entre as polpas aditivadas e *in natura*. Entretanto todos os valores médios de luminosidade obtidos por estes autores foram estatisticamente inferiores aos verificados no presente trabalho (L=87,4), que se trata de frutos *in natura* e sem aditivos.

De modo geral, o que se procura para uma boa matéria prima é que ela mantenha ao máximo suas características iniciais e, neste estudo, as polpas de frutos pré-resfriados apresentaram manutenção do seu brilho no final do armazenamento.

O parâmetro “C” indica a cromaticidade (intensidade ou saturação de cor), sendo definida pela distância do ângulo hue no diagrama tridimensional (Figura 4) (BRACKMANN et al., 2011).

A cromaticidade (C) da polpa do cupuaçu não apresentou diferença significativa na condição de pré-resfriamento, no tempo de armazenamento e na interação entre ambos, indicando que não houve mudança na intensidade da cor. Entretanto, o valor médio obtido de 23,1 foi inferior ($p < 0,01$) ao observado por Brackmann et al. (2011), que não verificaram diferença na intensidade da cor da polpa de melão entre as formas de resfriamento na câmara (44,7), em ar forçado a 8 °C (45,0) e em imersão na água gelada a 8 °C (44,2) e a 15 °C (45,3). Canuto et al. (2010), analisando polpa congelada de cupuaçu, observaram valor médio de C de 8,4, inferior ao obtido no presente trabalho (23,1). Esta situação ocorreu provavelmente pelo fato da polpa ter sido congelada, perdendo dessa forma a intensidade da cor, tornando-se mais opaca.

O ângulo hue "H" mostra a localização da cor no mesmo diagrama tridimensional (Figura 4), em que o ângulo 0° representa vermelho puro, 90° o amarelo puro, 180° o verde puro e 270° o azul (BRACKMANN et al., 2011).

Para a polpa do cupuaçu a cor (H) não foi influenciada pela condição de pré-resfriamento, tempo de armazenamento e nem tampouco por sua interação. Entretanto seu valor médio (97,1°), que indica cor próxima ao amarelo, foi estatisticamente superior ($p < 0,01$) aos obtidos por Brackmann et. al. (2011), que observaram alterações na cor da polpa de melão quando os frutos foram pré-resfriados em ar forçado (70,9°) e em água a 8 °C (70,2°) comparados ao resfriamento na câmara (69,2°) e em água a 15 °C (69,9°). O valor médio de ângulo de cor obtido neste trabalho foi, também, superior ($p < 0,01$) aos verificados por Canuto et al. (2010) analisando polpa congelada de frutos tropicais, que identificaram valores de ângulo de cor para o cupuaçu (-77,8°), graviola (-66,2°), bacuri (-77,6°) e noni (86,0°). Os valores negativos obtidos por estes autores indicaram coloração de polpa próxima ao verde.

As variáveis sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio não foram significativamente influenciadas ($p > 0,05$) pelas condições de pré-resfriamento, tempos de armazenamentos e sua interação (Tabela 2 e Apêndice D).

O comportamento invariável dos SS, assim como da acidez titulável na polpa do cupuaçu armazenados sob refrigeração, indicam que não houve alteração no metabolismo dos frutos com os fatores estudados.

Tabela 2 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT) e carotenoides (Car) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Tempo	Variáveis							
	SS (°Brix)		AT (%)		SS/AT		Car (mg.100g ⁻¹)	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP
0	11,55 ^a	10,90 ^a	2,82 ^a	2,79 ^a	4,29 ^a	3,87 ^a	0,374 ^a	0,352 ^a
3	12,61 ^a	12,16 ^a	2,36 ^a	2,66 ^a	5,47 ^a	4,85 ^a	0,332 ^a	0,420 ^a
6	11,31 ^a	12,83 ^a	2,94 ^a	2,49 ^a	3,90 ^a	5,38 ^a	0,400 ^a	0,476 ^a
9	11,58 ^a	11,75 ^a	2,30 ^a	2,27 ^a	5,22 ^a	5,16 ^a	0,218 ^b	0,445 ^a
12	12,11 ^a	12,26 ^a	3,07 ^a	2,97 ^a	4,01 ^a	4,27 ^a	0,616 ^a	0,461 ^a
15	10,19 ^b	13,43 ^a	2,29 ^a	2,55 ^a	4,55 ^a	5,71 ^a	0,333 ^a	0,327 ^a
Média	11,90		2,60		4,72		0,396	

Médias seguidas de mesma letra na linha, para uma mesma variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

O teor médio de SS (11,9 °Brix) foi estatisticamente superior ($p < 0,01$) ao que a legislação brasileira determina como mínimo (9,00 °Brix) para polpa de cupuaçu (BRASIL, 2000) e aos obtidos em estudos de Coutinho (2001) de 10,6 °Brix, Santos et al. (2010), de 10,2 ° Brix, e Ferreira (2008), de 10,0 °Brix. Por outro lado, Souza (2011), Araujo (2007) e Viana (2010) obtiveram maiores médias ($p < 0,01$) sendo estas de 13,7, 13,6 e 14,0 °Brix, respectivamente.

Em ambiente refrigerado, Brackmann et al. (2001) verificaram que os teores de SS em ameixas não foram influenciados pela temperatura de armazenamento (-0,2 e -0,7 °C), sendo que os frutos pré-resfriados em água apresentaram menor teor de SS. O oposto ocorreu em estudo de Seibert et. al. (2007), testando o efeito do pré-resfriamento em água na qualidade de duas cultivares de pêssigo, observando que os SS foram estatisticamente maiores na cultivar 'Chimarrita' pré-resfriada na saída da câmara de resfriamento. Porém, na cultivar 'Chiripá', foram observados maiores teores de SS apenas na saída do armazenamento refrigerado. As maiores médias de SS nos frutos pré-resfriados pode ter ocorrido devido sua maior perda de umidade durante a exposição dos frutos a temperatura ambiente. Essa situação não ocorreu

na polpa do cupuaçu do presente trabalho visto que a perda de massa foi estatisticamente igual entre as condições de pré-resfriamento.

Para o cupuaçu, o teor de acidez titulável (AT) não foi influenciado pela condição de pré-resfriamento, tempo de armazenamento e nem por sua interação. Seu valor médio, de 2,6%, é superior ($p < 0,01$) ao mínimo estabelecido pela legislação brasileira para polpa de cupuaçu que determina como sendo de 1,5% (BRASIL, 2000). Santos et al. (2010), em experimento com seis marcas comerciais de polpa de cupuaçu, obtiveram acidez média de 1,8%, inferior ($p < 0,01$) ao observado neste estudo. Da mesma forma, Coutinho (2001) obteve valor médio de 1,29% de AT para polpa de cupuaçu em frutos refrigerados por até 28 dias a 10 ± 2 °C, sendo este também inferior ao observado no presente trabalho. Porém, Brackmann et al. (2009), avaliando o efeito do pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos Chiripá, obtiveram conclusões diferentes às verificadas neste estudo, onde a AT foi menor nos frutos pré-resfriados em água em relação aos não pré-resfriados.

Seibert et. al. (2007), em estudo testando o efeito do pré-resfriamento em água na qualidade de pêssegos Chimarrita e Chiripá, observaram AT superior em frutos pré-resfriados, sendo esta justificada por sua maior perda de umidade. Já Brackmann et al. (2000), em experimento com pré-resfriamento de pêssego em armazenamento refrigerado a 0 °C, observaram diferença entre todos os tratamentos avaliados (resfriamento convencional em câmara, pré-resfriamento em água fria e produtos químicos Benomyl, Thiabendazole, CaCl_2 1%). Na abertura das câmaras, os tratamentos controle e com CaCl_2 1% apresentaram maior acidez. Entretanto somente os frutos tratados com CaCl_2 mantiveram esta tendência quando expostos a 27 °C. Efeito significativo do pré-resfriamento também foram obtidos por Brackmann et al. (2011) em experimento com pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões. Porém a AT foi menor em melões resfriados 24 horas após a colheita, diferindo apenas dos frutos armazenados em câmara fria. As conclusões desses autores divergem das do presente estudo, especialmente pelo fato do cupuaçu apresentar natureza fisiológica diferente dos frutos avaliados nestes trabalhos.

A variável ratio (SS/AT) não foi influenciada pela condição de pré-resfriamento, tempo de armazenamento e nem por sua interação. Seu valor médio na polpa do cupuaçu foi de 4,72. Como essa variável é obtida pela relação entre sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), ambas não influenciadas pelos fatores considerados, justifica-se a ausência de efeito do pré-resfriamento e armazenamento refrigerado também nesta variável. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o equilíbrio entre SS e AT, definido pelo ratio, estabelece o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez para determinação do verdadeiro sabor do produto.

O teor de carotenoides da polpa de cupuaçu teve efeito significativo ($p < 0,01$) apenas do tempo de armazenamento (Tabela 2 e Apêndices E e F), caracterizando-se, porém, por regressão de grau maior que três, portanto sem valor prático para explicação do comportamento dessa variável. O conteúdo de carotenoides totais da polpa variou de $0,22 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a $0,62 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, porém, esperava-se teores maiores, tendo em vista que, a coloração da polpa do cupuaçu encontrava-se próximo ao amarelo. Santos et al. (2010), ao realizarem estudos com polpas comerciais de cupuaçu, observaram conteúdo de carotenoides entre $0,02 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a $0,99 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, sendo esta amplitude maior do que a observada no presente trabalho. A composição de carotenoides em plantas varia tanto qualitativamente quanto quantitativamente (MELEIRO; AMAYA, 2004). Variações quantitativas de carotenoides podem ser induzidas por fatores genéticos e ambientais como luminosidade, temperatura, estação do ano e utilização ou não de agroquímicos (AMAYA, 2001). Os carotenoides são pigmentos que atuam na fotossíntese, com a função de auxiliar na captação de energia luminosa e promover a proteção contra a foto-oxidação. No organismo humano, alguns carotenoides podem ser convertidos em vitamina A, outros estão associados a redução do desenvolvimento de doenças (COSTA et al., 2010).

Os resultados das variáveis açúcares solúveis totais (AST), redutores (AR) e não redutores (ANR), não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nas condições de pré-resfriamento, nos tempos de armazenamentos e nem na interação entre ambos (Tabela 3 e Apêndice E).

Tabela 3 - Açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e não-redutores (ANR) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Tempo	Variáveis					
	AST (%)		AR (%)		ANR (%)	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP
0	5,07 ^a	3,62 ^a	0,527 ^a	0,510 ^a	4,55 ^a	3,12 ^a
3	4,43 ^a	5,20 ^a	0,316 ^a	0,466 ^a	4,11 ^a	4,73 ^a
6	3,46 ^a	6,16 ^a	0,284 ^a	0,539 ^a	3,18 ^a	5,62 ^a
9	4,68 ^a	4,88 ^a	0,384 ^a	0,238 ^a	4,30 ^a	4,64 ^a
12	5,35 ^a	4,52 ^a	0,431 ^a	0,316 ^a	4,93 ^a	4,21 ^a
15	4,36 ^a	6,02 ^a	0,303 ^a	0,344 ^a	4,06 ^a	5,68 ^a
Média	4,81		0,390		4,42	

Médias seguidas de mesma letra na linha, para uma mesma variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores médios de açúcares na polpa do cupuaçu foram de 4,81% para AST, 0,39% para AR e 4,42% para ANR indicando, dessa forma, que a sacarose é o principal carboidrato de reserva presente na polpa do cupuaçu. Santos et al. (2010), analisando polpas comerciais de cupuaçu, verificaram teor de 6,20% para AST, sendo este superior ($p < 0,01$) ao obtido neste trabalho. Maior valor de AST, em cupuaçu, também foi verificado por Souza (2011) e Araujo (2007), que obtiveram 7,92% e 8,30%, respectivamente. Para AR, Matos (2007), Souza (2011), Viana (2010) e Ferreira (2008) obtiveram maiores teores ($p < 0,01$) sendo estes 2,18; 2,08; 2,30 e 1,64%, respectivamente. Nos ANR, Souza (2011) obteve média de até 5,84%, superior ($p < 0,01$) a obtida neste experimento. Matos (2007) e Araujo (2007) observaram teor de ANR de 4,80% e 4,60%, respectivamente, sendo estes estatisticamente iguais ao do presente trabalho. Por outro lado, Ferreira (2008) obteve valor de 3,50%, inferior ao observado neste estudo. Essas divergências entre os valores obtidos e os verificados na literatura, podem ser atribuídas à variabilidade do material genético.

No caso das variáveis não paramétricas ácido ascórbico (AA) e pH não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) das condições de pré-resfriamento (Tabela 4).

Tabela 4 - Ácido ascórbico (AA) e pH da polpa do cupuaçu, sem e com pré-resfriamento (SP e CP) avaliados em experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Tempo	Variáveis			
	AA (mg.100mg ⁻¹)		pH	
	SP	CP	SP	CP
0	14,81 ^a	14,63 ^a	3,80 ^a	3,96 ^a
3	8,17 ^a	8,57 ^a	2,15 ^a	1,97 ^a
6	9,73 ^a	9,47 ^a	2,05 ^a	2,14 ^a
9	8,57 ^a	7,89 ^a	3,20 ^a	3,20 ^a
12	8,76 ^a	9,18 ^a	3,03 ^a	3,03 ^a
15	8,01 ^a	8,86 ^a	2,91 ^a	2,88 ^a

Médias seguidas de mesma letra, para uma mesma variável, não difere estatisticamente entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observado para o cupuaçu teores de AA entre 7,89 mg.100 mg⁻¹ a 14,81 mg.100 mg⁻¹. Santos et al. (2010), avaliando polpas de cupuaçu, verificaram teores nesta mesma faixa (5,05 mg.100 mg⁻¹ a 15,26 mg.100 mg⁻¹). Pugliese (2010) e Gonçalves (2008), também obtiveram teores nesta mesma faixa. Entretanto, os teores obtidos nesses trabalhos estão em desacordo com a legislação brasileira que determina o mínimo como sendo 18,00 mg.100 mg⁻¹ de AA para a polpa do cupuaçu (BRASIL, 2000). É importante destacar que o teor de AA é influenciado por vários fatores, dentre eles local de plantio, clima, modo de cultivo, colheita, armazenamento e variações genéticas de cada fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como no presente trabalho não foram promovidas alterações relacionadas a estes fatores era esperado não haver influência dos tratamentos nesta variável.

Para pH observaram valores na faixa de 1,97 a 3,96, sendo alguns destes abaixo de 2,60, que é o teor mínimo determinado pela legislação brasileira para polpas de cupuaçu (BRASIL, 2000). Alguns trabalhos como os realizados por Santos et al. (2010), Ferreira (2008), Felipe (2008) e Souza (2011), obtiveram valores semelhantes ao verificados neste estudo, sendo 3,72, 3,51, 3,37 e 3,40, respectivamente. Como no presente trabalho a acidez titulável não foi influenciada pela condição de pré-resfriamento, era esperado que essa variável tivesse comportamento similar, tendo em vista que estas variáveis são inversamente relacionadas na maior parte dos frutos.

4.2.2 Análise sensorial

As notas atribuídas pelos provadores para as variáveis aparência, sabor, aroma e impressão global estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 5 - Avaliação sensorial para os atributos aparência, sabor, aroma e impressão global (IG) do néctar de cupuaçu de frutos sem (SP) e com (CP) pré-resfriamento a 10 °C e armazenados por 15 dias à temperatura de 10 °C

Tempo	Variáveis							
	Aparência		Sabor		Aroma		IG	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP
0	7,82 ^a	7,76 ^a	7,15 ^a	7,39 ^a	7,64 ^a	7,45 ^a	7,42 ^a	7,39 ^a
3	7,21 ^a	6,97 ^a	6,73 ^a	5,76 ^a	7,42 ^a	7,21 ^a	6,88 ^a	6,03 ^a
6	7,06 ^a	7,39 ^a	6,06 ^a	6,06 ^a	7,06 ^a	5,88 ^b	6,85 ^a	6,21 ^a
9	7,45 ^a	7,36 ^a	6,94 ^a	7,15 ^a	7,55 ^a	7,30 ^a	6,97 ^a	7,00 ^a
12	7,39 ^a	7,67 ^a	7,52 ^a	7,15 ^a	7,39 ^a	7,48 ^a	7,27 ^a	7,39 ^a
15	7,85 ^a	7,30 ^b	7,45 ^a	6,79 ^a	7,42 ^a	7,18 ^a	7,33 ^a	6,76 ^a

Médias seguidas de mesma letra, para uma mesma variável, não difere estatisticamente entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade.

Para os atributos sensoriais avaliados, a aparência apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas no armazenamento aos 15 dias, onde o néctar dos frutos pré-resfriados apresentaram em média notas inferiores. Isso deve ter ocorrido porque, segundo alguns provadores, o néctar obtido de frutos sem pré-resfriamento apresentava-se mais consistente (firme) do que o produzido com o fruto pré-resfriado, embora esta diferença não tenha sido detectada nas características físicas e físico-químicas avaliadas.

Em relação ao sabor, não foram verificadas diferenças estatísticas entre as condições em quaisquer tempos, concordando com os resultados das análises físico-químicas que, também, não confirmaram haver diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares, que são os principais responsáveis por determinar o sabor dos frutos.

O atributo aroma apresentou diferença significativa entre as condições de pré-resfriamento, do fruto, apenas aos seis dias de armazenamento, em que este tratamento pré-resfriado apresentou média estatisticamente inferior ao controle. Isso deve ter ocorrido pela diferença pontual, devendo ser desconsiderada essa diferença.

Para a intenção global do néctar de cupuaçu não verificou-se diferença significativa entre as condições de pré-resfriamento, quaisquer que fossem os tempos, mesmo havendo significância em algum momento da aparência e aroma da polpa.

Os resultados referentes à intenção de compra (Figuras 7, 8, 9, 10, 11 e 12) comprovam a aceitação sensorial no tempo 0 (antes do armazenamento), onde 48% dos provadores certamente compraria o néctar de cupuaçu sem a condição de pré-resfriamento. Entretanto neste tempo, não há efeito do tratamento, sendo esta preferência talvez justificada pela variabilidade entre os frutos. Já nos tempos 3, 6, 9 e 15 dias de armazenamento refrigerado 43, 42, 45 e 48%, respectivamente dos provadores provavelmente compraria o néctar sem pré-resfriamento. Apenas no tempo 12 42% dos provadores provavelmente compraria o néctar que passou pela condição de pré-resfriamento. Com esse resultado comprova-se que, apesar de não apresentar diferença significativa na maior parte dos atributos sensoriais e das características físico-químicas, o néctar de frutos pré-resfriados foi semelhante ao néctar de frutos sem o pré-resfriamento, segundo a opinião dos provadores.

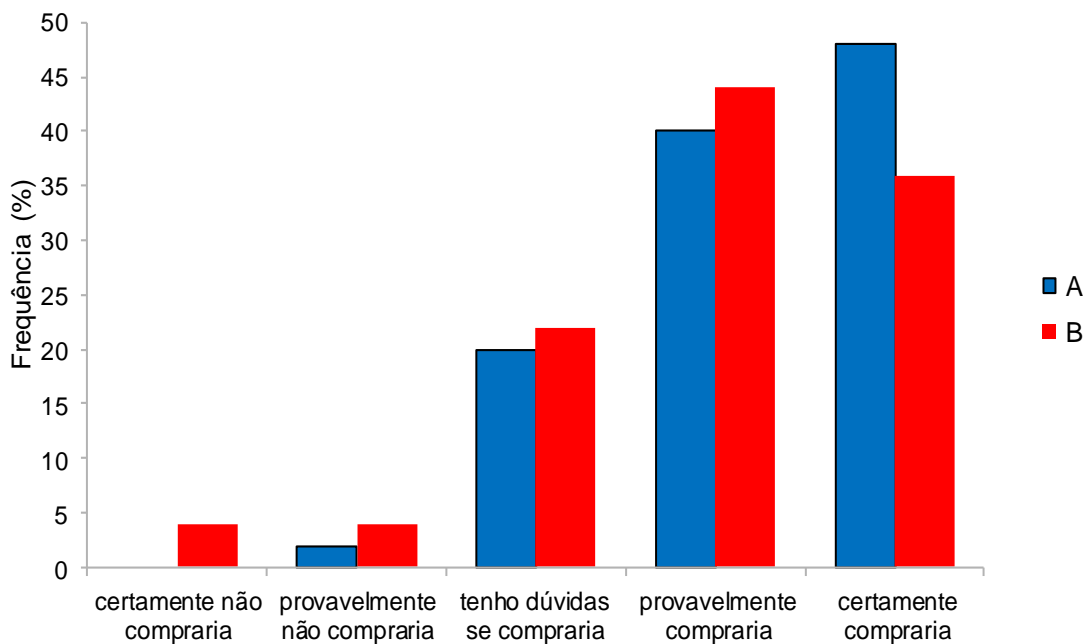


Figura 7 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B), antes do armazenamento.

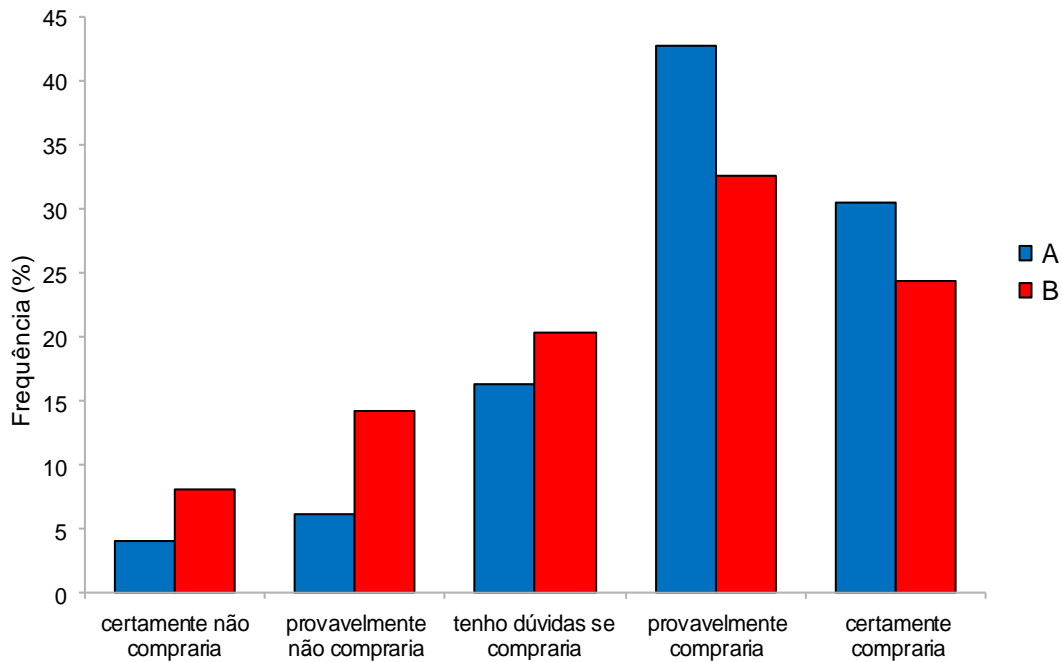


Figura 8 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por três dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).

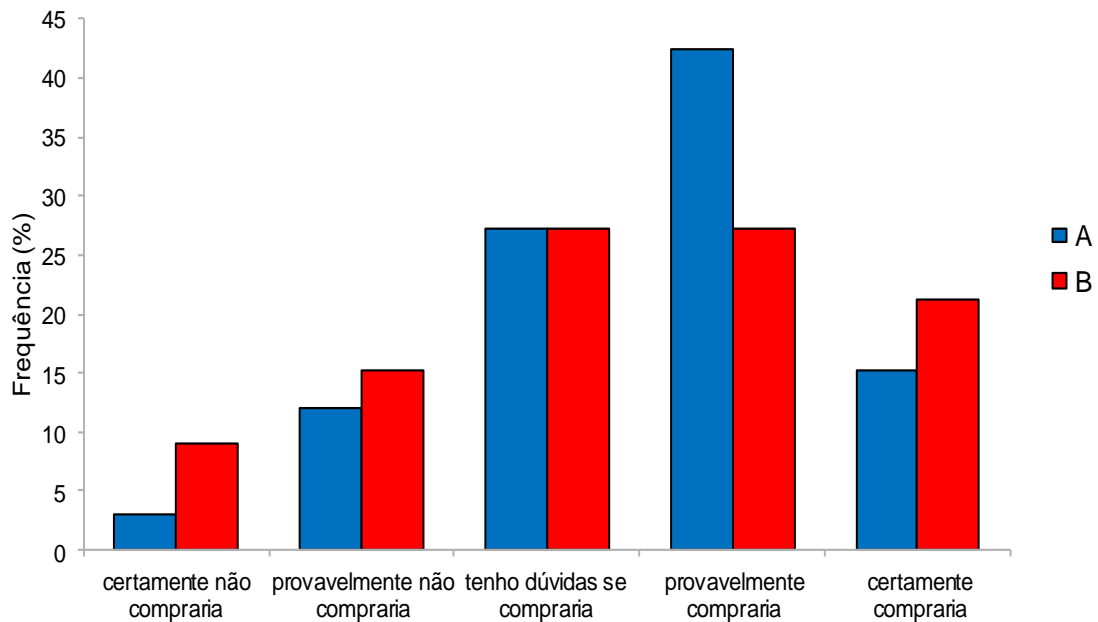


Figura 9 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por seis dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).

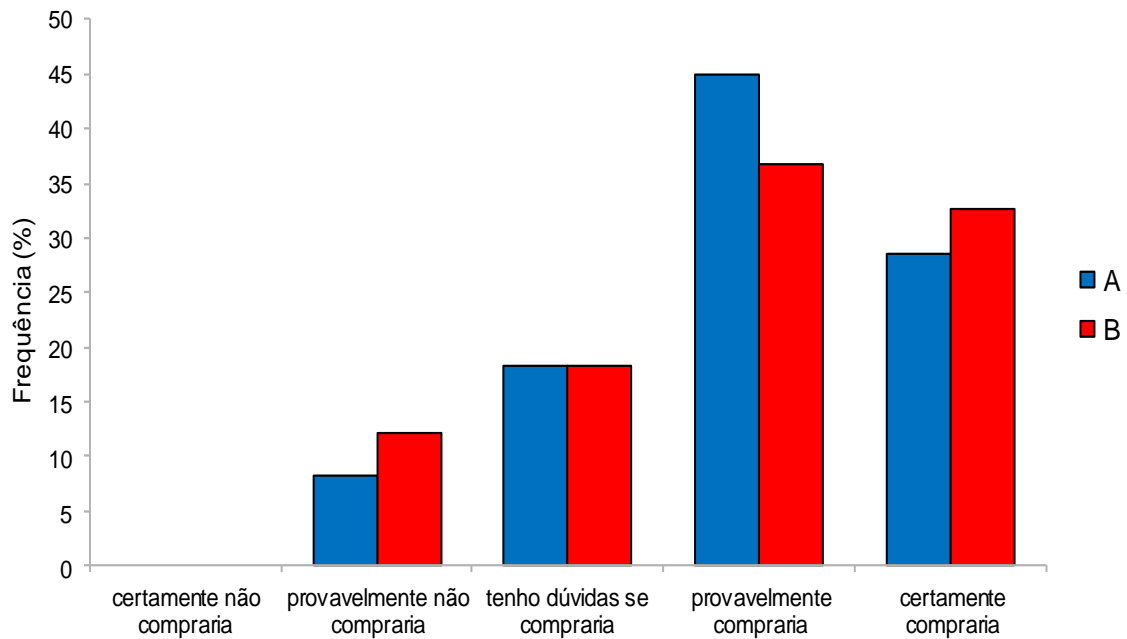


Figura 10 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por nove dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).

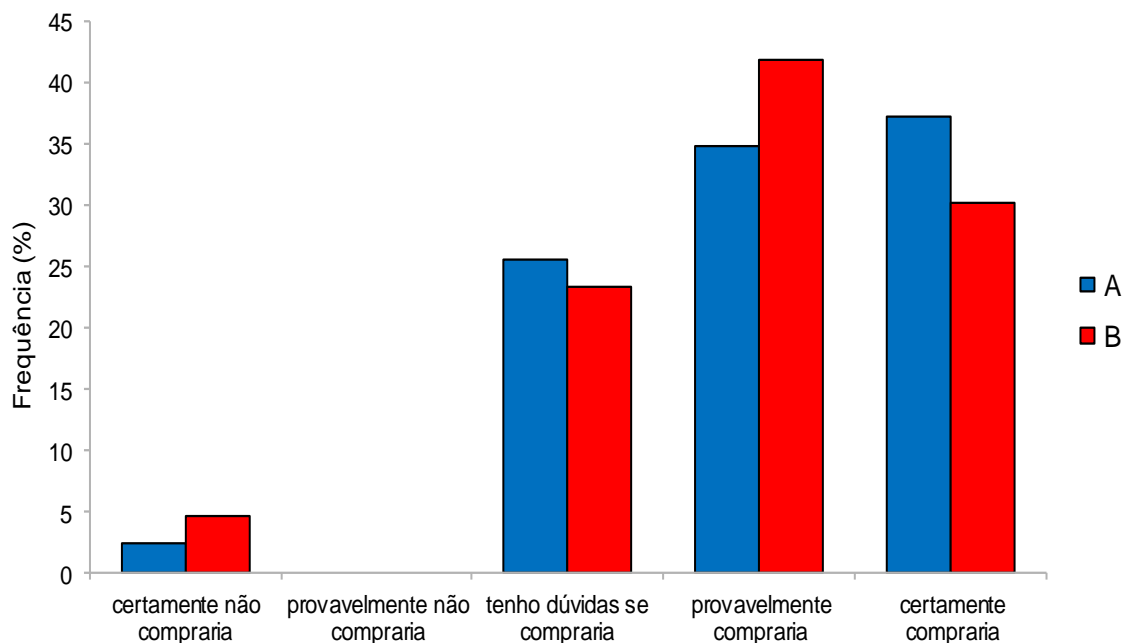


Figura 11 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por doze dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).

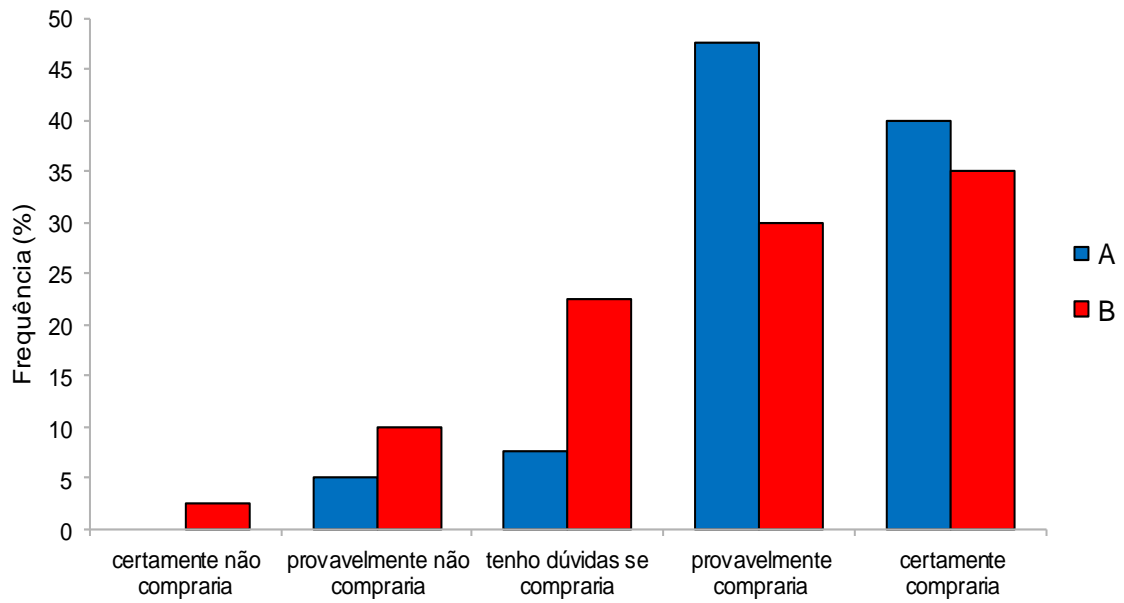


Figura 12 - Histograma da intenção de compra do néctar de cupuaçu de frutos armazenados em ambiente refrigerado a 10 °C por quinze dias sem pré-resfriamento (A) ou com pré-resfriamento (B).

5 CONCLUSÕES

- O pré-resfriamento em água a 10 °C é eficiente em diminuir o calor de campo dos frutos de cupuaçuzeiro;
- O pré-resfriamento de frutos de cupuaçuzeiro associado ao armazenamento refrigerado não tem efeito positivo na manutenção da qualidade física, físico-química e sensorial da polpa na pós-colheita do fruto;
- O pré-resfriamento dos frutos do cupuaçuzeiro propiciou maior luminosidade aos 15 dias de armazenamento na polpa do cupuaçu.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. P. **β caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, cajú e melão em utilização no melhoramento genético.** 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- AGUILA, J. S. del; HOFMAN, P.; CAMPBELL, T.; MARQUES, J. R.; AGUILA, L. S. H. del; KLUGE, R. A. Pré-resfriamento em água de lichia 'B3' mantida em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2373-2379, nov. 2009.
- AGUILA, J. S. del. **Conservação pós-colheita de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.).** 2009. 162 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ALVARÉS, V. de S. **Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsinha.** 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- ALVARÉS, V. de S.; NEGREIROS, J. R. da S.; RAMOS, P. A. S.; MAPELI, A. M.; FINGER, F. L. Pré-resfriamento e embalagem na conservação de folhas de salsa. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 107-111, abr./jun. 2010.
- AMAYA, D. B. R. A guide to carotenoid analysis in foods. **International Life Sciences Institute**, Washington, 2001. p. 64.
- ARAUJO, L. M. **Produção de alimentos funcionais formulados com xilitol a partir de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).** Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 160A, p. 268-282, 1937.
- BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA, M. S. M. F.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.
- BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, n. 2, p. 165-174, 2002.
- BOUDHRIOUA, N.; MICHON, C.; CUVELIER, G.; BONAZZI, C. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. **Journal of food Engineering**, v. 55, p. 115-121, 2002.

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; WACLAWOVSKY, A. J. Pré-resfriamento e tratamento pós-colheita de pêssegos cv. 'chiripá' frigoconservados, **Revista Brasileira de Agrociência**, Santa Maria, v. 6 n. 1, p. 27-29. jan./abr. 2000.

BRACKMANN, A.; STEFEENS, C. A.; MELLO, A. M. de. Efeito do pré-resfriamento e temperatura de armazenamento na qualidade de ameixas, cvs. Pluma 7 e reubennel. **Revista Brasileira de Agrociência**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p.18-21, jan./abr. 2001.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; GIEHL, R. F. H.; EISERMANN, A. C. Pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos 'Chiripá'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2354-2360, nov. 2009.

BRACKMANN, A.; ANESE, R. de O.; GIEHL, R. F. H.; WEBER, A.; EISERMANN, A. C.; SESTARI, I. Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 672-676, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 10 de jan. de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para fixação dos padrões de Identidade e Qualidade Gerais para o Suco Tropical e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Ed. nº 174, de 9 de set. de 2003.

BRAZILIAN FRUIT. **A fruticultura**. 2010. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org>>. Acesso em: 30 out. 2011.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

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

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. de T.; Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, dez. 2010.

CARVALHO, J. E. U. de; MULLER, C. H.; ALVES, R. M.; NAZARÉ, R. F. de. **Cupuaçuzeiro**. Belém: Embrapa, 2004. (Comunicado Técnico, 115).

CARVALHO, A. V.; PEZOA GARCÍA, N. H.; FARFÁN, J. A. Proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 986-993, out./dez. 2008.

CENCI, S. A. **Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar**. In: NASCIMENTO NETO, F. do (Org.). *Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, cap. 3 p. 65-80.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 535 p.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; NEVES FILHO, L. C.; MORETTI, C. L. **Importância do resfriamento para frutas e hortaliças no Brasil**. In: CORTEZ, L. A. B. (Ed.) *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Embrapa Hortaliças. p. 18-35, 2002a.

CORTEZ, L. A. B.; VIGNEAULT, C.; CASTRO, L. R. **Método de resfriamento rápido por água gelada**. In: CORTEZ, L. A. B. (Ed.) *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Embrapa Hortaliças. p. 274-281, 2002b.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. de S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. B. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.)Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-215, ago. 2003.

COSTA, T. da S. A.; WONDRACEK, D. C.; LOPES, R. M.; VEIRA, R. F.; FERREIRA, R. F. Composição de carotenoides em canistel (*Pouteria campechiana* (kunth) baehni). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 903-906, 2010.

COUTINHO, E. F. **Conservação pós-colheita de cupuaçu em ambiente e sob refrigeração associada com atmosfera modificada**. 2001. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

CUNHA JUNIOR, L. C.; DURIGAN, M. F. B; MATTIUZ, B. Conservação de pêssego 'Aurora-1' armazenados sob refrigeração, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, jun. 2010.

DELWICHE, M. J.; BAUMGARDNER, R. A. Ground color measurements of Peach. **Journal of American Society Horticulture Science**, v. 108, n. 6, p. 1012-1016, 1983.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 38, n. 3, p. 350-356, 1956.

FELIPE, A. M. P. F. **Estudo da interação produto embalagem em folha-de-flandres aplicada à polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2008.

FERREIRA, G. M. **Estudo das propriedades reológicas do sistema polpa de cupuaçu - biopolímeros**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

FRAIFE FILHO, G. de A. Caracterização, Avaliação e variabilidade genética de acessos de cupuaçuzeiro no sul da Bahia. 2002. 76 f. Dissertação de (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2002.

FURTADO, M. T. **Barras mistas de frutas desidratadas: formulação, qualidade e aceitabilidade**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2011.

GALLO NETTO, C. Linha de pesquisa multidisciplinar avalia embalagem para doce e polpa de cupuaçu. **Jornal da UNICAMP**, Campinas, n. 434, 29 jun. a 12 jul. 2009.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpa de frutas nativas e determinação de teores de flavonoides e vitamina C**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 1-4 p. (Comunicado técnico, 127).

GONNET, J. F. A colorimetric look at the RHS Chart: perspectives for an instrumental determination of colour codes. **Journal of Horticultural Science**. v. 70, n. 2, p. 191-206, 1995.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, Princeton, vol. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969.

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

HUNTERLAB. **Applications note**. v. 13, 2001. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em: 20.11.2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 2005, v. 1, 533 p.

KALBASI-ASHTARI, A. Effects of post-harvest pre-cooling processes and cyclical heat treatment on the physico-chemical properties of "red haven peaches" and "shahmavch pears" during cold storage. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**, Florida, v. 6, jul. 2004.

KLUCH, H. D. W.; MELLO, A. M. de; FREITAS, S. T.; BRACKMANN, A. Efeito do pré-resfriamento e condições de armazenamento sobre a qualidade físico-química e lanosidade de pêssegos cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 269-272, jul. 2003.

LANNES, S. C. S. Cupuassu - A new confectionery fat from Amazonia. **Inform-AOCS**, v. 14, n. 1, p. 40-41, 2003.

LIMA, H. C. de, **Conservação pós-colheita do cupuaçu [(*Theobroma grandiflorum*) Willdenow ex. Sprengel Schumann] em condições ambiente e sob refrigeração**. 1993. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1993.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. de; VIEIRA, A. H.; QUISEN, R. C. **Nutrientes e biomassa em sistemas agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, em solo de baixa fertilidade**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2001. 7 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1), Porto Velho, 2001.

LOUZADA, M. I. de F.; SESTARI, I; HELDWEIN, A. B.; BRACKMANN, A. Pré-resfriamento de maçã (*Malus domestica* Borkh.), cv. fuji, em função da temperatura e velocidade do ar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 555-556, dez. 2003.

MANN, H. B.; WHITNEY, D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 18, n. 1, Mar. 1947, p. 50-60.

MARTINS, V. B. **Perfil sensorial de suco tropical de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) com valor calórico reduzido**. 2008. 141 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MATOS, C. B. **Caracterização física, química, físico-química de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng.) Schum.) com diferentes formatos**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus - BA, 2007.

McGUIRE R. G. Reporting of objective colour measurement. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MEDLICOTT, A. P.; SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. J.; BLACKBOURNE, H. R.; THOMPSON, A. K. Measurement of colour changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and visual assessments. **Tropical Agriculture**, v. 69, n. 2, p. 161-166, 1992.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354 p.

MELEIRO, C. H. A.; AMAYA, D. B. R. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 17, p. 385-396, 2004.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2006. 225 p.

MODESTA, R. C. D.; GONÇALVES, E. B.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A. L. S. e; FERREIRA, C. S. Desenvolvimento do perfil sensorial/instrumental de suco de maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 345-352, 2005.

NASCENTE, A. S; ROSA NETO, C. **O agronegócio da fruticultura na Amazônia**: um estudo exploratório. Porto Velho, Embrapa Rondônia, 2005 Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/Pesquisa/Artigos/frut_amaz.htm>. Acesso em: 06 jul. 2010.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

PUGLIESE, A. G. **Compostos fenólicos do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e do cupulate**: composição e possíveis benefícios. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, G. M. **Contribuição da vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos no potencial antioxidante de produtos comerciais de açaí e cupuaçu**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIRERO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, Santa Maria, jun. 2010.

SEAGRI. Secretaria de agricultura, irrigação e reforma agrária. 2006. Disponível em: <<http://www.bahia.ba.gov.br/seagri/cupuaçu.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2010.

SEIBERT, E.; CASALI, M. E.; LEÃO, M. L. de; PEZZI, E.; BRANDELLI, A.; BENDER, R. J. Efeito do hidrorresfriamento na qualidade de pêssegos chimarrita e chiripa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 333-338, ago. 2007.

SEAPROF. Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. **Gerência da modernização e industrialização da castanha-do-brasil**. Relatório Técnico, Rio Branco, AC, 2008.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, dec. 1965.

SOUZA, A. G. C. de; BERNI, R. F.; SOUZA, M. G. de; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. da; TAVARES, A. M.; ANDRADE, J. S.; BRITO, M. A. M. de; SOARES, M. S. C. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**, Manaus: Embrapa Ocidental, 2007.

SOUZA, V. C. **Efeito da liofilização e desidratação em leite de espuma sobre a qualidade do pó de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

STUDENT. The probable error of mean. **Biometrika**. v. 6, n. 1, Mar. 1908. p. 1-25.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprovados**, Madrid, Paz Montalvo, p. 428, 1967.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; LEAL, P.; FO, L. N. Avaliação preliminar dos custos de resfriamento de laranja *in natura*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 86-90, abr. 2002.

TERUEL, B.; KIECKBUSCH, T.; CORTEZ, L. Parâmetros de resfriamento de frutas e hortaliças de diferentes dimensões em um sistema com água fria. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 655-658, nov./dez. 2004.

TODA FRUTA. **Características, valores nutricionais e medicinais das frutas**. 2007. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 30 jul. 2010.

VIANA, A. D. **Propriedades termofísicas e comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em diferentes concentrações e temperaturas**. 2010. f. 107. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2010.

VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L. A. Método de resfriamento rápido com gelo. In: CORTEZ, L. A.; HONORIO, S.; MORETTI, C. L. (Ed). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2002, cap. 13, p. 283-309.

VIVIANE, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 467-470, dez. 2007.

WITHERSPOON, J. M.; JACKSON, J. F. Analysis of fresh and dried apricot. In: LINSKENS, H. F.; JACKSON, J. F. **Fruit analysis: modern methods of plant analysis**, v. 18, p. 111-130, 1996.

APÊNDICES

Apêndice A - Ficha de avaliação sensorial

Nome: _____		Idade: _____		
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F		Data: ___/___/___		
I. Você está recebendo uma amostra codificada de néctar de cupuaçu. Avalie usando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação à aparência, aroma, sabor e impressão global				
Escala	Código da amostra: _____			
	Aparência	Sabor	Aroma	Impressão global
9 - gostei extremamente				
8 - gostei muito				
7 - gostei moderadamente				
6 - gostei ligeiramente				
5 - nem gostei nem desgostei				
4 - desgostei ligeiramente				
3 - desgostei moderadamente				
2 - desgostei muito				
1 - desgostei extremamente				
II. Agora, usando a escala abaixo, indique sua opinião com um x em relação à intenção de compra desse produto caso ele estivesse disponível no mercado				
certamente compraria				
provavelmente compraria				
tenho dúvidas se compraria				
provavelmente não compraria				
certamente não compraria				

Apêndice B - Análise de variância da perda de massa (PM) avaliado no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios
		PM
Tempo (T)	7	147,302**
Erro 1	24	1,126
Condição (C)	1	9,317 ^{ns}
C*T	7	0,888 ^{ns}
Erro 2	24	5,073
Total	63	-
CV 1 (%)	11,71	2,44
CV 2 (%)	24,85	2,23

ApêndiceC - Análise de variância da cor considerando luminosidade (L), ângulo (H) e cromaticidade (C) avaliada no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		L	C	H
Tempo (T)	5	3,244 ^{ns}	28,242 ^{ns}	3,737 ^{ns}
Erro 1	18	4,207	13,297	6,326
Condição (C)	1	0,004 ^{ns}	0,665 ^{ns}	4,201 ^{ns}
C*T	5	11,067*	30,196 ^{ns}	11,188 ^{ns}
Erro 2	18	3,952	14,620	4,436
Total	47	-	-	-
CV 1 (%)	-	2,35	15,77	2,59
CV 2 (%)	-	2,28	16,53	2,17

Apêndice D - Análise de variância de sólidos solúveis (SS), acidez total (AT) e ratio (SS/AT) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		SS	AT	SS/AT ⁽¹⁾
Tempo (T)	5	1,390 ^{ns}	0,586 ^{ns}	0,106 ^{ns}
Erro 1	18	2,606	0,308	0,056
Condição (C)	1	5,267 ^{ns}	0,000 ^{ns(2)}	0,051 ^{ns}
C*T	5	4,326 ^{ns}	0,152 ^{ns}	0,070 ^{ns}
Erro 2	18	3,813	0,214	0,107
Total	47	-	-	-
CV 1 (%)	-	13,58	21,12	11,01
CV 2 (%)	-	16,42	7,61	15,23

⁽¹⁾ Dados originais transformados em raiz(x) para atender os pressupostos da análise de variância.

⁽²⁾ Valor menor que 0,001.

Apêndice E - Análise de variância de (Car), açúcares solúveis totais (AST), redutores (AR) e não redutores (ANR) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Car ⁽¹⁾	AST	AR ⁽²⁾	ANR
Tempo (T)	5	0,010**	0,599 ^{ns}	0,443 ^{ns}	0,916 ^{ns}
Erro 1	18	0,000 ^{ns(3)}	2,788	0,458	2,427
Condição (C)	1	0,006 ^{ns}	3,065 ^{ns}	0,110 ^{ns}	2,746 ^{ns}
C*T	5	0,006 ^{ns}	4,767 ^{ns}	0,247 ^{ns}	4,117 ^{ns}
Erro 2	18	0,004	2,366	0,211	2,374
Total	47	-	-	-	-
CV 1 (%)	-	3,74	34,71	22,41	35,91
CV 2 (%)	-	7,80	31,97	15,21	34,80

⁽¹⁾ Dados originais transformados em raiz quinta(x) para atender os pressupostos da análise de variância.

⁽²⁾ Dados originais transformados em $\log(x)+2/\text{raiz}(x)$ para atender os pressupostos da análise de variância.

⁽³⁾ Valor menor que 0,001.

Apêndice F - Desdobramento do tempo para as variáveis perda de massa (PM) e carotenoides (Car) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL ⁽¹⁾	GL ⁽²⁾	Quadrados médios	
			PM	Car
Tempo (T)	7	5	147,302**	0,010**
Regressão linear	1	1	1028,337**	0,000 ^{ns(3)}
Regressão quadrática	1	1	1,859 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Regressão cúbica	1	1	0,384 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Desvios de regressão	4	2	0,134 ^{ns}	0,019**
Erro 1	24	18	1,126	0,000 ⁽¹⁾
Condição (C)	1	1	9,317 ^{ns}	0,005 ^{ns}
C*T	7	5	0,888 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Erro 2	24	18	5,073	0,004
Total	63	47	-	-
CV 1 (%)	-	-	13,05	3,74
CV 2 (%)	-	-	17,01	7,80

⁽¹⁾ Referentes à variável perda de massa.

⁽²⁾ Referentes à variável carotenoides.

⁽³⁾ Valor menor que 0,001.

Apêndice G - Desdobramento da análise de variância da interação entre condição (C) e tempo (T) de armazenamento da variável cor com referência à luminosidade (L) avaliados no experimento em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios
		L
CdtT	-	-
CdtT ₁	1	25,920*
CdtT ₂	1	2,761 ^{ns}
CdtT ₃	1	0,08 ^{ns}
CdtT ₄	1	0,300 ^{ns}
CdtT ₅	1	1,950 ^{ns}
CdtT ₆	1	24,325*
TdtC	-	-
TdtC ₁	5	3,947 ^{ns}
TdtC ₂	5	10,363 ^{ns}