


JULIANA DA SILVA DE ABREU MOREIRA



**DESIDRATAÇÃO DE POLPA DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)
EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DE AR FORÇADO**

RIO BRANCO

2009

JULIANA DA SILVA DE ABREU MOREIRA

**DESIDRATAÇÃO DE POLPA DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)
EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DE AR FORÇADO**

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.

RIO BRANCO

2009

© MOREIRA, J. S. A. 2009.

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Acre

M838d

MOREIRA, Juliana da Silva de Abreu. **Desidratação de polpa de cupuaçu (*theobroma grandiflorum*) em estufa com circulação de ar forçado.** 2009. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre 2009.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Maria Luzenira de Souza

1. Cupuaçu – estabilidade polpa, 2. Conservação – polpa cupuaçu, 3. Armazenamento – polpa cupuaçu, I. Título.

CDU 634.6 (811.2)

JULIANA DA SILVA DE ABREU MOREIRA

**DESIDRATAÇÃO DE POLPA DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)
EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DE AR FORÇADO**

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.

Aprovada em2009.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Luzenira de Souza

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre
Orientadora

Dr. Reginaldo Ferreira da Silva

Secretaria de Estado de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar
SEAPROF/Unidade de Tecnologia de Alimentos da UFAC
Membro

Prof. Dr. Fernando Escócio D. Viana de Faria

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre
Membro

Profa. Dra. Anelise Maria Regiane

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre
Suplente

RIO BRANCO
2009

DEDICATÓRIA

À Deus por me conceder a graça de existir e me permitir fazer este mestrado, ao meu esposo pelo apoio e compreensão, aos meus filhos pelo carinho, aos meus pais por terem se dedicados a mim. A estes dedico com amor essa conquista.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me concedeu a graça de alcançar essa vitória.

Ao meu esposo pelo carinho e incentivo.

À minha família que pela compreensão e apoio durante o Curso e por entenderem a ausência.

À Profa. Dra. Maria Luzenira de Souza pela orientação, auxílio, ensinamentos e paciência na realização deste trabalho.

A minha amiga Maria Lizete Aquino de Souza pela amizade e apoio nas atividades do curso e colaboração na dissertação.

Ao meu amigo Gilmar Ramom dos Santos pela amizade e colaboração na elaboração do trabalho.

Ao Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto em especial pelo apoio, amizade e colaboração na realização da análise estatística.

Ao Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra pelas orientações na análise estatística.

A Banca Examinadora pelas sugestões.

Aos funcionários da Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL pelo apoio na realização das análises.

RESUMO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) é um fruto típico da região norte do Brasil, com grande potencial econômico. Atualmente, é a polpa que mobiliza e sustenta a produção, industrialização e a comercialização deste fruto. O presente trabalho teve como objetivo aplicar o método de desidratação na polpa de cupuaçu com e sem a adição de sacarose visando sua conservação e estabilidade. O experimento foi conduzido na Unidade de Tecnologia de Alimentos da UFAC. Os frutos foram selecionados, lavados, sanitizados com água clorada, quebrados e despulpados para obtenção da polpa. Metade da polpa foi dividida em porções de mesma massa, as quais foram colocadas em bandejas e levadas à estufa com circulação de ar para desidratação a 60 °C por 46, 52 e 58 horas. A outra metade da polpa foi adicionada de açúcar a 10, 20, 30% para desidratação a 60 °C/46 horas. Posteriormente, ambos grupos de amostras foram utilizados para determinações de: pH, °Brix, umidade, acidez, vitamina C e atividade de água, análises de salmonela, coliformes termotolerantes, bactérias mesófilas, bolores e leveduras. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A polpa de cupuaçu *in natura* sem adição de sacarose, desidratada em estufa convencional apresentou estabilidade físico-química e microbiológica por um período de até 90 dias de armazenamento em temperatura ambiente de Rio Branco-Acre. A adição de sacarose na polpa mostrou efeito significativo para aw, umidade e °Brix. Porém, a adição de sacarose também manteve as características de qualidade físico-químicas e estabilidade microbiológica da polpa desidratada, durante a armazenagem por 90 dias, sob temperatura ambiente de 29 °C em Rio Branco.

Palavras-chave: Estabilidade. Desidratação. Sacarose.

ABSTRACT

The cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) is a typical fruit from north Brazil, with great economic potential. Currently, the pulp supports the production, manufacturing and marketing of this fruit. This study aimed to apply the method of dehydration the cupuaçu pulp whit and without added of sucrose for its conservation and stability. The experiment was conducted at the Unit of Food Technology of UFAC. The fruits were selected, washed, sanitized with chlorinated water, crushed and pulped to obtain the pulp. Half of the pulp was divided into portions of equal mass, placed in trays in the oven with air circulation for drying at 60 °C for 46, 52 and 58 hours. The other half of pulp (also divided in equal mass portions) was added of sugar: 10, 20, 30% for dehydration at 60 °C/46 hours. Subsequently, both groups of samples of the pulp were submitted to determination of: pH, °Brix, moisture, acidity, vitamin C and water activity, analysis of salmonella, thermotolerant coliforms, mesophilic bacteria, molds and yeasts. The results were submitted to ANOVA and Tukey test at 5% probability. The *in natura* cupuaçu pulp, dehydrated in conventional oven, showed physical-chemical and microbiological stability in quality, for a period of 90 days of storage in ambient temperature of Rio Branco. The addition of sucrose in the pulp showed a significant effect for aw, moisture and °Brix. The pulp added of sucrose and dehydrated also was kept the features of the physico-chemical and microbiological stability during storage for 90 days at room temperature of 29 °C in Rio Branco-Acre.

Key-words: Stability. Dehydration. Sucrose.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Velocidade relativa de reações e de crescimento de microorganismo em função da atividade da água.....	24
FIGURA 2 -	Fluxograma do processo de desidratação da polpa de cupuaçu em diferentes tempos de secagem.....	39
FIGURA 3 -	Relação °Brix, tempo de secagem e tempo de armazenamento.....	41
FIGURA 4 -	Interação entre acidez, tempo de secagem e tempo de armazenamento.....	42
FIGURA 5 -	Relação atividade água, acidez total e tempo de secagem.....	43
FIGURA 6 -	Relação umidade, tempo de secagem e tempo de armazenamento.....	44
FIGURA 7 -	Relação vitamina C, tempo de secagem e tempo de armazenamento.....	45
FIGURA 8 -	Relação atividade de água, vitamina C e tempo de armazenamento.....	46
FIGURA 9 -	Fluxograma do processamento de polpa de cupuaçu desidratada com adição de sacarose comercial.....	56
FIGURA 10 -	Interação pH, teor de açúcar e tempo de armazenamento.....	59
FIGURA 11 -	Relação teor de acidez total titulável, e sólidos solúveis.....	60
FIGURA 12 -	Relação teor de vitamina C, acidez total titulável e sólidos solúveis.....	61

FIGURA 13 - Gráfico da interação umidade, temperatura e tempo.....	62
FIGURA 14 - Relação de sólidos solúveis e acidez total titulável.....	63
FIGURA 15 - Interação aw, temperatura e tempo de armazenamento.....	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Composição da polpa de cupuaçu <i>in natura</i> conforme a Legislação.....	21
QUADRO 2- Atividade de água mínima para o desenvolvimento de alguns microorganismos.....	23
QUADRO 3- Tipos de secadores mais adequados à desidratação.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultado das análises microbiológicas da polpa de cupuaçu desidratada em diferentes tempos de sacagem.....	48
TABELA 2 - Resultado das análises microbiológicas da polpa de cupuaçu desidratada com adição de sacarose.....	67

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A-	Resultados médios dos parâmetros analisados da polpa de cupuaçu desidratada em diferentes tempos.....	82
APÊNDICE B-	Resultados médios dos parâmetros analisados da polpa de cupuaçu desidratada com adição de açúcar.....	81
APÊNDICE C-	Resumo da análise de variância das variáveis físico-químicas da desidratação da polpa de cupuaçu sem adição de açúcar.....	82
APÊNDICE D-	Resumo da análise de variância das variáveis físico-químicas para desidratação da polpa de cupuaçu adicionada de sacarose.....	83
APÊNDICE E-	Fotos da desidratação da polpa de cupuaçu.....	84

LISTA DE SIGLAS

ATT	Acidez total titulável
Aw	Atividade de água
SST	Sólidos solúveis totais
UTAL	Unidade de Tecnologia de Alimentos
NMP	Número mais provável
UFC	Unidade formadora de colônia
R ²	Coefficiente de determinação da regressão
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 HISTÓRICO DA CULTURA DO CUPUAÇU.....	16
2.1.2 Descrição botânica.....	17
2.1.3 Propagação.....	17
2.2 ORIGEM.....	18
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL.....	19
2.3.1 Beneficiamento.....	20
2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAPOLPA DO CUPUAÇU.....	20
2.5 DESIDRATAÇÃO.....	21
2.5.1 Tipos de Desidratação.....	25
2.5.2 Desidratação Osmótica.....	25
2.5.3 Desidratação por foam mat drying.....	26
2.5.4 Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção.....	26
2.5.5 Atomização (Spray-drying).....	27
REFERÊNCIAS	29
3 CAPITULO I - POLPA DE CUPUAÇU DESIDRATADA EM DIFERENTES TEMPOS EM ESTUFA CONVENCIONAL	34
3.1 RESUMO.....	35
3.2 INTRODUÇÃO.....	37
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.3.1 Matéria Prima.....	38
3.4 ENSAIO EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS.....	38
3.4.1 Preparo da matéria-prima.....	38
3.4.2 Análises microbiológicas.....	40
3.4.3 Análises físico-químicas.....	40
3.4.4 Delineamento experimental.....	40
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	41
3.5.1.1 Rendimento da polpa <i>in natura</i>	46

3.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	47
3.7 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
4 CAPITULO II – DESIDRATAÇÃO DE POLPA DE CUPUAÇU ADICIONADA DE SACAROSE	51
4.1 RESUMO.....	52
4.2 INTRODUÇÃO.....	54
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.3.1 Matéria Prima.....	55
4.4 ENSAIO EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS.....	56
4.4.1 Preparo da matéria-prima.....	56
4.4.2 Análises microbiológicas.....	57
4.4.3 Análises físico-químicas.....	57
4.4.4 Delineamento experimental.....	57
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	58
4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	65
4.7 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	70
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES.....	78

1 INTRODUÇÃO

O estado do Acre dispõe de um grande mercado de consumo de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Wildenow ex Sprengel Schumann)) da família Sterculiaceae. Essa espécie é cultivada principalmente nos municípios de Acrelândia, Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Xapuri e Brasiléia. No estado de Rondônia, as localidades de Vila Nova Califórnia e Vila Extrema há o Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado - RECA e a Associação dos Produtores Rurais Vencedora - ASPRUE, que cultivam 9.576 hectares (170 mil pés) desta espécie, consorciada com a pupunha e a castanha-do-brasil (EMBRAPA, 2004).

Considerando o intenso comércio do cupuaçu *in natura* nas feiras do estado do Acre, a produção artesanal de bombons, compotas, licores, geléias, creme, biscoitos e outros tipos de derivados provenientes da polpa, como sorvetes, picolés e néctares, necessário se faz uma oferta regular desse produto no mercado. Porém, a escassez do produto no período da entressafra, a perecibilidade dos frutos e da polpa e a forma de conservação sob congelamento são fatores que dificultam a oferta do produto de forma regular (VENTURIERI,1993). No despulpamento dos frutos do cupuaçuzeiro realiza-se a extração da polpa que envolve as sementes. Este processo é realizado de forma manual com a utilização de tesouras ou em despulpadora mecânica em aço inoxidável.

A conservação é uma etapa muito importante no processamento da polpa de cupuaçu, pois esta determina a viabilidade do aproveitamento da matéria-prima. O método mais utilizado para a conservação da polpa é o congelamento. Entretanto exige a disponibilidade de câmaras de congelamento com capacidade para congelar e armazenar grandes quantidades de polpas. Porém, o alto custo ou até mesmo a inexistência de energia elétrica para a conservação da polpa por congelamento, bem como, a dificuldade do escoamento da produção *in natura*, sinalizam para a busca de novas alternativas de conservação.

A desidratação é uma forma de conservação, pois reduz a disponibilidade de água dificultando o desenvolvimento de microrganismos e das reações bioquímicas deteriorativas. É um processo simples que permite a obtenção de produtos com maior vida de prateleira. Tem a vantagem de diminuir custos com transporte,

volumes para acondicionamento e armazenagem, colocando ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que pode ser disponibilizado fora da safra, como é o caso das frutas secas (PARK et al., 2002).

Existem vários agentes desidratantes, entre eles a sacarose é considerada a melhor substância osmótica, principalmente quando a desidratação é utilizada como pré-tratamento para a secagem. A presença de sacarose na superfície do material é um obstáculo ao contato com o oxigênio, resultando numa redução do escurecimento enzimático (AZOUBEL, 1999), obtendo-se produtos de melhor qualidade, melhor aparência e maior aceitabilidade.

Dessa forma, considerando a perecibilidade da polpa de cupuaçu e os custos de conservação por congelamento, este trabalho teve por objetivo estudar a sua desidratação com e sem adição de sacarose comercial e a estabilidade do produto final.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O cultivo de fruteiras nativas tem sido caracterizado como atividade de grande importância na exploração econômica da rica diversidade vegetal da Amazônia, onde as espécies para fins industriais têm apresentado maior potencial em função da abrangência de vários segmentos da cadeia produtiva (EMBRAPA, 2005). Dentre as frutas tropicais nativas da Amazônia, o cupuaçu é aquela que reúne as melhores condições de aproveitamento industrial (CHAAR, 1980).

Neste contexto, o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) Schum.), pelas características de seus frutos, que tem polpa com interessantes teores de acidez, grau brix e pectina, aroma ativo e agradável sabor, além das sementes conterem elevados teores de gordura e de teobromina, propícias para o fabrico de cosméticos e cupulate, se constitui em interessante alternativa de exploração agrícola na Amazônia (EMBRAPA, 2005).

2.1 HISTÓRICO DA CULTURA DO CUPUAÇU

O cupuaçuzeiro pertence ao gênero *Theobroma* e compõe a família Sterculiaceae que possui aproximadamente 50 gêneros e 750 espécies entre árvores, arbustos e raríssimas ervas, todas predominantemente tropicais (CORAL, 1992).

Theobroma grandiflorum (Wildenow ex Sprengel) Schumann é da mesma Família do cacauzeiro, Sterculiaceae, cujo nome comum é cupuaçu, pupu e pupuaçu no português e copasú, cupuasú e cacao blanco no espanhol. O nome cupuaçu provém da língua Tupi (kupu = que parece com cacau + uasu=grande) (GONDIM et al., 2001).

Segundo Alves et al. (2003) trata-se de uma espécie précolombiana que, possivelmente, foi disseminada de seu centro de origem para todos os estados da Região Norte, inicialmente, pela intensa movimentação das nações indígenas no interior da Amazônia (CLEMENT, 1999) e posteriormente, pelo estabelecimento de pequenos cultivos em toda a região. Atualmente pode ser encontrada em vários

estados brasileiros e também no exterior (CAVALCANTE, 1991). Apesar da Região Amazônica se constituir na única reserva de variabilidade genética do cupuaçuzeiro, as populações naturais encontram-se ameaçadas pela ação antrópica. Acredita-se que mais de 30.000 ha da cultura já tenham sido implantados na região, principalmente no estado do Pará, maior produtor nacional, com mais de 14.000 ha (HOMMA et al., 2001).

Ultimamente, o cupuaçuzeiro, graças ao sabor exótico da polpa do seu fruto, vem conquistando milhares de consumidores a cada ano (RODRIGUES et al., 1996).

2.1.2 Descrição botânica

Segundo Oliveira et al. (2007) a família Sterculiaceae composta por plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, com folhas dispostas alternadamente, com estípulas, flores pequenas ou vistosas, diclamídeas, cíclicas, hermafroditas, em geral pentâmeras, de simetria radial, androceu em dois verticilos, um deles estaminodial, com estames mais ou menos soldados pelos filetes, na base. Ovário súpero pentacarpelar, pentalocular, com muitos óvulos; às vezes o ovário e os estames estão localizados na extremidade de um longo androginóforo (helicteres). O gênero *Theobroma* abrange 22 espécies vegetais nativas da região Amazônica (JOLY, 2002).

2.1.3. Propagação

Segundo Gondim et al. (2001) Uma fase fundamental no cultivo de espécies frutíferas é a produção de mudas, que sendo de boa qualidade irá proporcionar a formação de um pomar de qualidade e produtivo, a propagação do cupuaçuzeiro pode ser da forma sexuada, por sementes ou assexuada (vegetativa).

O método de propagação mais utilizado é por meio de sementes, provenientes de matrizes sadias, vigorosas e que apresentem precocidade e alta

produção. Escolher os maiores frutos, sem manchas na casca e sem rachaduras e dentre estes as maiores sementes, rejeitando as pequenas, chochas ou danificadas. As sementes maiores e mais pesadas são as que formam mudas mais vigorosas. Em média tem-se em um quilograma de sementes de 140 a 200 sementes, sendo recomendável se preparar 20% acima da necessidade de plantio (SOUZA et al., 1999; CORAL, 2000) .

O método de propagação vegetativa do cupuaçuzeiro mais utilizado é a enxertia, sendo a mesma utilizada para induzir precocidade de produção e homogeneidade nas plantas, possibilitando a reprodução de material genético de qualidade superior e a formação de plantas com porte baixo, fator importante na prática do manejo da poda e na redução de perdas de frutos quebrados com a queda, em virtude dos frutos caírem espontaneamente, quando maduros (MÜLLER et al., 1997). O porta-enxerto utilizado é o próprio cupuaçuzeiro e neste aspecto deve-se ter o cuidado na escolha da planta matriz, uma vez que no cupuaçuzeiro ocorre a auto-incompatibilidade gamética, portanto, sendo recomendados enxertos de diferentes matrizes (SILVA, 1997).

2.2 ORIGEM

A produção de cupuaçu apresenta-se concentrada na região Amazônica e tem como principais produtores os estados do Pará, Amazonas, Roraima e Acre. O Pará é o grande destaque de produção, sendo que a maior parte é proveniente do extrativismo e semi-extrativismo, em virtude de ser área de dispersão natural. Entretanto, na atualidade, se tornou uma das fruteiras perenes mais cultivadas no estado paraense, tanto com recursos próprios, quanto através de recursos provenientes de programas de incentivos institucionais, sendo registrado seu cultivo racional a partir dos anos 80, com intensificação na década de 90 (RODRIGUES et al., 1996). Pode-se encontrar alguns indivíduos no estado da Bahia, nas cidades de Silva Jardim, Uruçuca e em vários sítios no sul desse estado (DUCKE, 1953; CUATRECASA, 1964).

Sendo uma cultura originária da região Amazônica, genuinamente paraense, se desenvolve bem em clima quente e úmido, que constitui o habitat da floresta

tropical, sem estação fria e com temperatura média do mês menos quente, acima de 18 °C (CORAL, 1992).

2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL

Segundo Bastos et al. (2002) relataram o crescimento da utilização industrial do cupuaçu é mais concentrado em Belém-PA, onde muitas indústrias produzem produtos de cupuaçu e os comercializam na Amazônia e exportam para o sul do Brasil e Europa. Os plantios de cupuaçu têm crescido em muitas áreas da Amazônia Brasileira devido ao aumento da demanda pela polpa, que vem sendo exportada, principalmente na forma congelada, para estados do Sudeste do Brasil e para países europeus.

A polpa de cupuaçu, industrialmente, é empregada no preparo de sorvetes, picolés e néctares. O consumo de cupuaçu em regiões não produtoras, se restringe, basicamente, ao néctar e ao sorvete, provavelmente devido a falta de conhecimentos sobre a fruta, e conseqüentemente sobre seus subprodutos, além da irregularidade de oferta do produto durante o ano (RODRIGUES et al., 1996).

Segundo Cohen (2005) o aumento da industrialização da polpa de cupuaçu, que já é comercializada em outras regiões do Brasil e no exterior, tem propiciado volume significativo de sementes, que correspondem a 20% do peso do fruto. Estas são ricas em gordura e, quando fermentadas, secas e torradas adequadamente, podem ser utilizadas na elaboração de produtos análogos aos oriundos das amendoas de cacau, utilizando as mesmas etapas de processamento, devendo-se ajustar os parâmetros dos processos envolvidos.

Devido a demanda do mercado para o comércio da polpa que tem crescido gradativamente, o cupuaçuzeiro passou do processo de extrativismo para a domesticação. Para o estado do Acre existe uma grande desuniformidade da produção ocasionando problemas na agroindústria e comercialização. Fatores como infestação de pragas e polpas com rendimentos e qualidades diferentes são responsáveis pela problemática. Mas é possível obter população com características agroindustriais desejáveis pelo melhoramento, já que o cupuaçuzeiro tem variabilidade em suas populações (GONDIM et al., 2001).

O mercado nacional para o cupuaçu encontra-se em plena expansão, sendo crescente a demanda e intensa a comercialização da polpa congelada para o Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Goiânia, Salvador, Fortaleza, São Luis, Imperatriz, Gurupi e Palmas (RODRIGUES et al.,1996).

2.3.1 Beneficiamento e produção de polpa

A alta perecibilidade, juntamente com a falta de condições adequadas de armazenagem durante os picos do processamento industrial contribuem para perdas pós-colheita (COSTA et al., 2003). Desse modo, há grande expectativa para o desenvolvimento de processos para preservação local (junto ao produtor) de frutas e hortaliças por métodos combinados (ALZAMORA et al., 1992).

Os frutos do cupuaçuzeiro são beneficiados pela extração da polpa que envolve as sementes, sendo este processo realizado manual ou mecanicamente. São utilizadas tesouras domésticas no processo manual, especialmente em indústrias caseiras, enquanto que mecanicamente o fruto é lavado e quebrado retirando a polpa com semente para em seguida serem colocados na máquina despulpadora na qual são separados (GONDIM et al., 2001).

No ano de 2004 a quantidade de polpa de cupuaçu comercializada no Acre foi de 220 toneladas. Porém, devido aos programas governamentais de organização da produção, vem aumentando a oferta do produto *in natura* (EMBRAPA, 2004).

Conforme Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar - SEPROF (2008) em 2007 o Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado -.RECA produziu 350 mil quilos de polpa de cupuaçu. O estado do Acre possui 421 hectares plantados de cupuaçu, com produção estimada de 14 frutos por árvore. Em geral, um hectare abriga 278 plantas.

2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DE CUPUAÇU

A polpa ou purê de cupuaçu é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), exceto semente, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais. Deverá apresentar as características de cor branca e branca amarelado, sabor levemente ácido e aroma próprio e, composição (Quadro 1), em conformidade com o que estabelece a Instrução Normativa n. 01 de 07 de janeiro de 2000, Anexo I, do Ministério da Agricultura e Abastecimento para Padrões de Identidade e Qualidade fixada para polpa de frutas (BRASIL, 2000).

QUADRO 1 - Composição da polpa de cupuaçu *in natura*

Componentes	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20° C	9,00	-
pH	2,60	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100 g)	1,50	-
Ácido ascórbico (mg/100 mg)	18,00	-
Açúcares totais naturais do cupuaçu (g/100 g)	6,00	-
Sólidos totais (g/100 g)	12,00	-

Fonte: (BRASIL, 2000).

2.5 DESIDRATAÇÃO

A desidratação é uma das técnicas mais antigas de preservação de alimentos utilizadas pelo homem. O processo é simples e consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. Uma de suas maiores vantagens é não necessitar de refrigeração durante o armazenamento e transporte (MELONI, 2003).

A desidratação além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o aprimoramento do alimento, tendo-se como consequência a oferta de um novo produto no mercado, o que usualmente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (SOARES, 2001).

Segundo Moraes e Rodrigues (2006) a secagem é uma técnica antiga de conservação de alimentos que consiste em remoção de água ou qualquer outro líquido do alimento na forma de vapor para o ar não saturado. Esta técnica vem sendo constantemente estudada e aperfeiçoada para obtenção de produtos com maior qualidade e menor tempo de processamento. Consiste na redução da disponibilidade de água para o desenvolvimento de microrganismos e para reações bioquímicas deteriorativas (ALMEIDA et al., 2005).

Para Gava (2002) a desidratação é a secagem pelo calor produzido artificialmente em condição de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controlados.

Segundo Dionello et al. (2007) o processo envolve custos e volumes menores de acondicionamento, armazenagem e transporte. Em alguns casos, a desidratação apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra, como é o caso das frutas secas (PARK et al., 2002).

Apesar dos aspectos positivos, a secagem pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, e a intensidade dessas alterações é dependente das condições utilizadas no processo de secagem e das características próprias de cada produto. O processo de desidratação deve preservar o sabor, o aroma e a cor originais, e devem, preferencialmente, estar isenta de aditivos químicos e apresentar textura semelhante ao do produto fresco (DIONELLO et al., 2007).

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e de conservados é a quantidade de água livre neles presente, fato que, para diversos pesquisadores deve ser resolvido mediante técnicas de desidratação, para cuja utilização da desidratação osmótica seguida da secagem convectiva, geralmente fornece um produto atrativo ao consumo minimizando, desta forma, os danos causados pelo calor à cor, à textura e ao sabor do alimento (EL-AQUAR, 2001; AZOUBEL, 2002).

Segundo Jardim (2008) a quantidade de água presente em um alimento pode se encontrar na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não-ligada ou disponível é denominada de atividade de água. Esse teor é designado como A_a ou A_w e é definido em termos de equilíbrio termodinâmico. É um número adimensional, resultado da pressão de vapor de água do produto pela pressão de

vapor da água pura, à mesma temperatura. Varia numericamente de 0 a 1 e é proporcional à umidade relativa de equilíbrio, cuja fórmula é:

$$A_w = \frac{P}{P_0}$$

P = pressão parcial de vapor da água no alimento

P₀ = pressão parcial de vapor da água pura

A *A_w* varia de 0 a 1 e os microrganismos apresentam: *A_w* mínima, ótima e máxima para crescimento. Em geral as bactérias são mais exigentes do que os bolores e leveduras, desenvolvendo-se apenas em meios com elevada *a_w* (Quadro 2).

Segundo Martin (2006) a desidratação de alimentos tem como finalidade reduzir a disponibilidade de água para um nível onde não exista perigo de crescimento microbiano.

Sabe-se que os microrganismos não podem crescer em sistemas de alimentos desidratados quando a atividade de água está abaixo de 0,6, mas outras reações enzimáticas ou não enzimáticas continuam atuando no processo de armazenagem. A atividade de água tem sido um parâmetro usual para determinar o ponto final da secagem visando reduzir a possibilidade de crescimento microbiológico (ANTONIO, 2002).

QUADRO 2 - Atividade de água mínima para o crescimento de alguns microrganismos.

Microorganismos	<i>A_w</i>
Bactérias	0,91
<i>Staphilococcus aureus</i>	0,85
Leveduras	0,88
Bolores	0,80
Bactérias halófilas	0,75
Bolores xerófilos	0,61
Leveduras osmotolerantes	0,60

Fonte: ICMFS (1980)

Segundo Bobio et al. (1992) nos alimentos ricos em água com valores da a_w acima de 0,90 poderão formar soluções diluídas com componentes de alimentos que servirão de substratos para os microorganismos poderem crescer mas, as reações químicas e enzimáticas podem ter sua velocidade diminuída pela baixa concentração de reagentes, os alimentos nessas condições sofrem facilmente contaminação microbiológica.

Bobio et al. (1992) enfatiza que na atividade de água entre 0,40 - 0,80 há possibilita reações químicas e enzimáticas rápidas, pois há um aumento das concentrações dos reagentes. A Figura 1 ilustra apresenta a velocidade de reações e de crescimento de microorganismos em função da atividade da água do alimento.

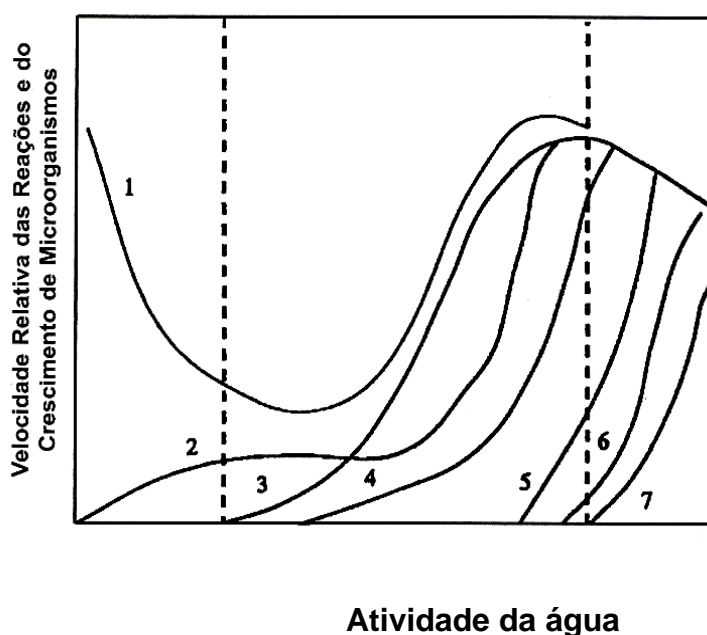


FIGURA 1 – Velocidade relativa de reações e de crescimento de microorganismo em função da atividade da água (BOBIO et al., 1992).

1. Oxidação de lipídios (rancificação);
2. Isotherma de adsorção de umidade;
3. Escurecimento não-enzimático;
4. Atividade enzimática;
5. Crescimento de fungos;
6. Crescimento de leveduras;
7. Crescimento de bactérias.

2.5.1 Tipos de Desidratação

Segundo Grabert (2001) vários processos de secagem têm sido desenvolvidos e testados visando melhorar o aproveitamento das condições disponíveis, tanto para matéria prima como para a fonte de energia empregada na secagem.

A secagem solar, apesar de econômica, tem muitos inconvenientes, dos quais se destaca a forte dependência das condições climáticas, a necessidade de muita mão-de-obra e ainda de espaço disponível para a secagem. Por outro lado, as condições em que se efetua a secagem não são as mais favoráveis à obtenção de produtos com boas condições de higiene já que os frutos ficam expostos a todo o tipo de poeiras e insetos (MARTINS, 1988).

2.5.2 Desidratação osmótica

A desidratação osmótica é uma técnica que consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais, levando à dois fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (ANDRADE et al., 2003; SOUZA NETO et al., 2005).

A estrutura complexa da parede celular dos alimentos age como uma membrana semipermeável, a qual não é completamente seletiva, resultando em dois fluxos de transferência de massa em contra-corrente: a água que flui para fora do alimento em solução e simultaneamente há transferência de soluto da solução para o alimento. Esse processo tem sido usado em combinação com outras técnicas, como por exemplo, a secagem, com o objetivo de incrementar a qualidade e estabilidade do produto final (SERENO et al. 2001; SHIGEMATSU et al., 2005).

2.5.3 Desidratação por foam mat drying

A desidratação por foam mat drying consiste em um processo de conservação, onde o material líquido ou semilíquido é transformado numa espuma estável, através de batidura e incorporação de ar ou outro gás, que é submetido à secagem com ar aquecido, até o ponto em que impeça o crescimento de microrganismos, reações químicas e/ou enzimáticas. É um método relativamente simples e barato, que tem a finalidade de manter a espuma estável durante o processo (SOARES, 2001).

Dentre as vantagens deste método, destacam-se as menores temperaturas de desidrataação e o menor tempo de secagem, devido à maior área de superfície exposta ao ar e à velocidade de secagem, acelerando o processo de remoção de água e a obtenção de um produto poroso e de fácil reidratação. Esta técnica é aplicada em muitos alimentos sensíveis ao calor, como os sucos de frutas (KARIM et al., 1999).

2.5.4 Desidratação por imersão-impregnação seguida de secagem por convecção

Segundo Queiroz et al. (2007) a desidrataação por imersão-impregnação (DII), tem sido utilizada como pré-tratamento que melhora algumas propriedades nutricionais, sensoriais e funcionais do produto seco.

O sabor de uma fruta desidratada por imersão-impregnação, em soluções de açúcares, é mais suave e mais doce que o da fruta in natura, em razão da absorção de açúcar e da difusão de parte das substâncias de baixo peso molecular da fruta para a solução osmótica, juntamente com água (LENART, 1996). Além disso, a desidrataação por imersãoimpregnação melhora a textura e a estabilidade dos pigmentos durante a secagem e o armazenamento de frutas (KROKIDA et al., 2000; RIVA et al., 2005).

Para Dionello et al. (2006) é possível observar também a existência de um mecanismo de transferência de massa, que consiste na perda de alguns sólidos naturais da fruta, como açúcares, minerais, entre outros nutrientes, para a solução concentrada, embora pouco significativa em termos quantitativos, a perda de solutos

pela fruta pode ser importante para as qualidades sensoriais (aroma, sabor, cor e textura) e nutricionais (minerais e vitaminas) do produto.

De acordo com Dionello et al. (2006) e Raoult-Wack et al. (1994) na otimização do processo de desidratação osmótica da goiaba a maximização da perda de água provoca o aumento na incorporação de sólidos; em contrapartida, a minimização da incorporação de sólidos conduz baixos valores de perda de água. A solução concentrada utilizada no processo de desidratação osmótica pode afetar fortemente as características físicas, químicas e biológicas, além de alterar o sabor da goiaba, devido à incorporação de sólidos no decorrer do processo.

2.5.5 Atomização (Spray-drying)

Através de um sistema centrífugo ou de alta pressão, o líquido é atomizado, entrando em contato imediatamente, já em forma de gotículas, com um fluxo de ar quente, que promove a evaporação instantânea da água do material a ser desidratado, o que permite manter baixa a temperatura dos componentes sólidos da alimentação, em que a rapidez da evaporação da água é fundamental para conservar às características, principalmente dos componentes sensíveis a altas temperaturas, da matéria-prima de alimentação (RIBEIRO, 1999).

De acordo com Azeredo (2004) a principal característica do processo spray-drying é o tempo de permanência do produto no secador, de 5 a 100 segundos, o que é bom para produtos termossensíveis. Segundo Daíuto (2002) e Ribeiro (2009) a secagem por atomização ou “spray drying” é um dos processos mais adequados para desidratação de alimentos líquidos ou pastosos termossensíveis, devido ao rápido contato do alimento com temperaturas inferiores a 100 °C.

Oliveira (2007) descreve que a qualidade dos produtos em pó reconstituídos depende das características da alimentação (concentração da alimentação, tipo e concentração de aditivos, temperatura de alimentação) e das condições operacionais da secagem (temperatura de entrada/saída do ar de secagem, vazão do ar, vazão da alimentação, velocidade de atomização ou pressão do bico atomizador), além do tipo de secador (dimensões, sistema de resfriamento, etc). De modo geral os tipos de secadores mais adequados para desidratação de alimentos

na forma líquida, pastosa e sólida ou em pedaços segundo (MELONI, 2002) estão apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 – Tipos de secadores mais adequados à desidratação.

Tipo de secador	Tipo de alimento
Secadores por convecção de ar	
Cabine	Pedaços
Esteira contínuo	Pedaços
Leito fluidizado	Pedaços pequenos e granulados
Atomização ou pulverização	Líquidos, purês
Secadores de cilindro rotativo	
Atmosférico	Purês, líquidos
Vácuo	Purês, líquidos
Secadores a vácuo	
Vácuo	Pedaços, purês, líquidos
Vácuo contínuo	Purês, líquidos
Liofilização	Pedaços, líquidos

Fonte: MELONI (2002).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. de A. C.; RIBEIRO, C. de F. A.; TOBINAGA, S.; GOMES, J. P. Otimização do processo de secagem osmótica na obtenção de produtos secos da manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 9, n. 4, p. 576-584, 2005.

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos**. Piracicaba, 2003. 146 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2003.

ANDRADE, S. A. C. de.; METRI, J. C.; BARROS NETO, B. de.; GUERRA, N. B. Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 276-281, 2003.

ANTONIO, G. C. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (*Musa cavendish*) e de mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. 2002. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). UNICAMP, SP, 2002.

AZEREDO, H. M. C. de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

AZOUBEL, P. M. **Influência de pré-tratamento na obtenção de produtos secos de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2002. 154 f. Teses (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2002.

AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. Mathematical modelling of the osmotic dehydration of cherry tomato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 20, n. 2, p. 228-232, 2000.

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, SP, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de Alimentos**. Editora Varela, 2ª Edição, 1992.

BRASIL, Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 1**, de 07 de janeiro de 2000.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Edições CEJUP/CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279 p

CHAAR, J.M. **Composição do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) e conservação de seu néctar por meios físicos e químicos**. Rio de Janeiro, 1980, 78p. Tese Mestrado - Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro.

COHEN, K. O.; JACKIX, M. N. H. Estudo do liquor de cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 25, n. 1, p. 182-190, 2005.

CORAL, R. P. S. **O cupuaçu: boa opção para investimento**. Belém: Sagri, 1992.

CORAL, R.P. das S. P **Cupuaçu: do plantio a colheita**. SAGRI: Belém, 2000, 55p

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

CLEMENT, C. R. 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources: I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, New York, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

CUATRECASAS, J. Cacao and its allied. A taxonomic of the genus *Theobroma*. **Contributions U. S. of the Natural Herbarium**, v.35, n.6, p.379-614, 1964.

DAÍUTO. E. R.; CEREDA. M. P. **Amido como suporte na desidratação por atomização e em microencapsulado**. In: Cereda, M. P. (Ed.). Cultura de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargil, p. 450-452, 2002.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O.; QUEIROZ, V. A. V. Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 27, n. 4, p. 701-709, 2007.

EL-AQUAR, A. A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. 2001, 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2001.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 284 p.

GLABERT, M.; FILHO, N. P.; FÁVARO, S. P.; MUSIS, C. R. de. Avaliação da qualidade sensorial de banana passa obtida em secador de frutas por convecção natural. **Revista Brasileira de Armazenagem**. Viçosa, MG, v. 26, p.10-15, 2001.

GONDIM, T. M. de S.; THOMAZINI, M. S.; CAVALCANTE, M. de J. B.; SOUZA, J. M. L. de. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos Técnicos, 67).

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. de A.; MENEZES, A. J. E. A. Extrativismo e plantio racional de cupuaçuzeiros no Sudeste Paraense: a transição inevitável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, SOCIOLOGIA RURAL, 39, Recife, 2001. **Anais....** Brasília, SOBER, 2001. CD-ROM.

ICMFS - **The international commission on microbiological specifications for foods. Microorganisms in foods 5**. Microbiological Specifications of foods Pathogens. Blacki Academic & Professional, London 1995. 512p. Disponível em: <http://www1.capes.gov.br/estudos/dados/2004/41001010/025/2004_025_410.pdf>. Acesso: 03 fev. 2008.

JARDIM, D. C. P. **Atividade de Água: Considerações Técnicas e Práticas**. FRUTHOTEC – ITAL. Disponível em:< <http://www.tecnovip.com/tendencias.asp>>. Acesso: 22 set. 2008.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002

LENART, A.; PIOTROWSKI, D. Drying characteristics of osmotically dehydrated fruits coated with semipermeable edible films. **Drying Technology**, v.19, p.849-877, 2001

KARIM, A. A.; CHEE-WAI, C. Characteristic of foam prepared from starfruit (L.) puree by using methyl cellulose. **Food Hydrocolloids**, v. 13, n. 2, p.203- 210, 1999

KROKIDA, M.K.; KIRANOUDIS, C.T.; MAROULIS, Z.B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying related properties of apple. **Drying Technology**, v.18, p.1251-1267, 2000.

MARTINS, M. A. G. N. - **Alguns Aspectos da Secagem de Frutos Através da Energia Solar**, IN: COLÓQUIO A HORTIFRUTICULTURA ALGARVIA - QUE FUTURO?, Universidade do Algarve. 1988.

MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) variedade Tommy Atkins desidratada**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2006.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87 p.

MORAES, S. O.; RODRIGUES, V. C. **Secagem de alimentos**. Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2006. 5 p.

OLIVEIRA, A. R. G. de. Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*Passiflora edullis*) e abacaxi (*Ananas comosus*) desidratados. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, CE, v. 38, n. 3, p. 251-256, 2007.

PARK, K. J.; VOHNIKOVA, Z.; BROD, F. P. R. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). **Journal of Food Engineering**. Oxford, v. 51, n. 3, p. 193-199, 2002.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B. de. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, 2007.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**. Cambridge, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

RIBEIRO, M. S. **Caracterização da polpa de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) obtida por atomização**. 1999. 77 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1999.

RODRIGUES, D. M.; GUIMARÃES, L. A.; SANTOS, T. M.; FRAHAN, B. H. **Comercialização do cupuaçu no Estado do Pará, Brasil**. Belém, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará/Université Catholique de Louvain, 1996. 30p.

SEPROF. Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. Gerência da modernização e industrialização da castanha-do-brasil. Relatório Técnico. 2008.

SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESAÑA, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, p. 103-114, 2001.

SHIGEMATSU, E.; EIK, N.; M. KIMURA, M.; MAURO, M. A. Influência de pré-influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 25, n. 3, p. 536-545, 2005.

SOARES, E. C. Desidratação da polpa de acerola (*malpighia emarginata* d.c.) Pelo processo "foam-mat. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21 n. 2 Campinas maio/agosto. 2001.

SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

SOUZA, A. das G.C. de ; SILVA, S.E.L. da. Produção de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng Schum.)). EMBRAPA-CPAA: Manaus, 1999, 19p. (EMBRAPA-CPAA. **Circular Técnica**, 1)).

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n. 49, p. 247-256, 2001.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu**: a espécie, sua cultura, usos, e processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

3 CAPITULO I**POLPA DE CUPUAÇU DESIDRATADA EM DIFERENTES TEMPOS EM
ESTUFA CONVENCIONAL**

3.1 RESUMO

O estado do Acre dispõe de um grande mercado consumidor da polpa de cupuaçu, mas necessita da oferta regular desse produto no mercado. A escassez do produto no período da entre safra, a alta perecibilidade dos frutos e a forma de conservação sob congelamento são fatores que dificultam oferta desse produto. A desidratação é uma forma de conservação, pois reduz a disponibilidade de água dificultando o desenvolvimento de microorganismos e das reações químicas deteriorativas. O objetivo deste trabalho foi desidratar polpa de cupuaçu e avaliar a estabilidade de sua *shelf-life*. O experimento foi conduzido na Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, Brasil. Os frutos de cupuaçu foram selecionados, lavados, sanitizados com água clorada a 100 mg.L^{-1} , quebrados e despulpados manualmente com uma tesoura de aço inox devidamente sanitizada. A polpa foi dividida em amostras de massa igual. Em seguida, foram colocadas em bandejas de aço inoxidável e submetidas ao processo de desidratação em estufa com circulação de ar a temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 46, 52 e 58 horas. Depois disso, foram retiradas da estufa, resfriadas, pesadas e embaladas em sacos de polietileno transparentes, fechados e identificados. Foram realizadas as determinações de acidez total titulável, pH sólidos solúveis totais (Brix), umidade em estufa a $105 \text{ }^\circ\text{C}$; vitamina C e atividade de água (A_w) e análises microbiológicas, todas em triplicatas. Os resultados mostraram efeito significativo de interação entre tempo de desidratação e armazenamento para as variáveis °Brix e vitamina C. A umidade e o pH mantiveram-se estáveis durante todo período de armazenamento, enquanto a vitamina C diminuiu com tempo de desidratação e armazenamento. A polpa de cupuaçu *in natura* desidratada em estufa convencional apresentou estabilidade físico-química e microbiológica por um período de até 90 dias de armazenamento em temperatura ambiente de Rio Branco-Acre.

Palavras-chave: Vida de prateleira. Desidratação. Qualidade.

ABSTRACT

The state of Acre has a large consumer market of cupuaçu pulp. However the supply of this product in the market is not regular. The scarcity of the product in the post harvest period, the high perishability, of the fruit, and the freezing conservation mode are factors that hinder supply of such products. Dehydration is a form of conservation because it reduces the quantity of water of the pulp hindering the development of microorganisms and chemical deteriorative reactions. In order to realize this study, the cupuaçu *in natura* pulp was dehydrated to evaluate the stability of its shelf-life. The experiment was conducted at the Unit of Food Technology - UTAL Federal University of Acre in Rio Branco, Brazil. The fruits were selected, washed, sanitized with chlorinated water to 100 mg.L⁻¹, crushed and manually pulped with a pair of stainless steel scissors properly sanitized. The pulp was divided into portions of equal mass. They were then placed in trays of stainless steel and submitted to dehydration in an oven with air circulating at a temperature of 60 °C for 46, 52 and 58 hours. Later, they were removed from the oven, cooled, weighed and packed in polythene transparent bags, sealed and identified. They were analyzed for total acidity, pH, total soluble solids (Brix), moisture in an oven at 105 °C, vitamin C and water activity (aw) and microbiological analysis. All samples were performed in triplicate. The results showed a significant interaction between time of drying and storage for the variables of Brix and vitamin C. Moisture and pH were stable throughout the storage period, while vitamin C decreased with time of dehydration and storage. The *in natura* cupuaçu pulp, dehydrated in conventional oven, showed physical-chemical and microbiological stability in quality, for a period of 90 days of storage in ambient temperature of Rio Branco Acre.

Key-words: Shelf-life. Dehydrated. Quality.

3.2 INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Schum) é uma das 22 espécies do gênero *Theobroma*, do qual o cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é a espécie economicamente mais importante. Segundo Maia (2008) o cupuaçu é uma espécie nativa da Amazônia e suas populações naturais apresentam ampla variabilidade genética, qualidade que lhes confere segurança para garantir sua sobrevivência frente às mudanças nas condições ambientais de clima, solo, pragas e doenças, por exemplo.

Apesar da Região Amazônica se constituir na única reserva de variabilidade genética do cupuaçuzeiro, as populações naturais encontram-se ameaçadas pela ação antrópica. Acredita-se que mais de 30.000 ha da cultura já tenham sido implantados na região, principalmente no estado do Pará, maior produtor nacional, com mais de 14.000 ha (HOMMA et al., 2001). O cupuaçu é uma fruta muito apreciada e procurada por seu sabor exótico, porém é fruta de alta perecibilidade e que atualmente depende da cadeia do frio para a sua conservação, pois, até agora esta é a técnica mais aplicada para a conservação da polpa do cupuaçu.

Segundo Oliveira (2005) a secagem ou desidratação dos alimentos tem a finalidade de conservá-los por muito mais tempo, isso acontece por que a desidratação tem como propósito fundamental abaixar a disponibilidade de água para um nível onde não exista perigo de crescimento microbiano.

A desidratação concentra o sabor e mantém o valor nutritivo dos produtos, além de facilitar o transporte, manipulação e o preparo. A aplicação dessa tecnologia para a conservação da polpa de cupuaçu proporcionará maior vida de prateleira a um custo mais baixo ao produto. Neste contexto, este trabalho objetivou desidratar a polpa de cupuaçu *in natura* por secagem convencional e avaliar a estabilidade de armazenamento por um período de 90 dias.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco - AC, Brasil. Os frutos de cupuaçu utilizados foram coletados no Pólo Wilson Pinheiro na estrada transacreana no município de Rio Branco.

Rio Branco é um município brasileiro, capital do estado do Acre, localizado na região Norte do Brasil. O município localiza-se na microrregião de Rio Branco, mesorregião do Vale do Acre. Atualmente o município é o maior do estado do Acre com 305.954 habitantes.

3.3.1 Matéria Prima

No período de abril e maio de 2008, os frutos de cupuaçu foram coletados do chão, totalmente maduros apresentando coloração da casca marrom, isentos de rachadura ou podridões. Após a colheita, no dia seguinte os frutos foram transportados em sacos de rafia para a unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL da Universidade Federal do Acre e submetidos aos tratamentos.

3.4 ENSAIO EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS

3.4.1 Preparo da matéria-prima

No laboratório da UTAL, os frutos foram selecionados, lavados, sanitizados com água clorada a 100 mg.L^{-1} , quebrados e separados polpa com sementes da cascas. Em seguida a polpa foi separada da semente manualmente com uma tesoura de aço inox devidamente sanitizada. A polpa obtida foi dividida em amostras de 300 g, em seguida foram colocadas em bandejas de aço inoxidável e submetida

ao processamento de desidratação em estufa da marca Fanem com circulação de ar a uma temperatura de 60 °C por um período de por 46, 52 e 58 horas.

Após os tratamentos, os ensaios foram retirados da estufa, resfriados, pesados e embalados em sacos de polietileno transparentes, fechados e identificados, para serem submetidos às análises microbiológicas e caracterização físico-química, todas realizadas em triplicatas.

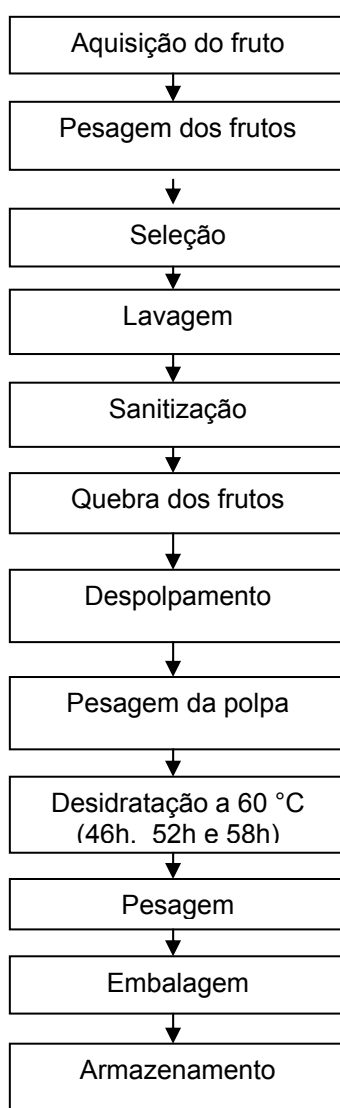


FIGURA 2 - Fluxograma do processo de preparo e desidratação da polpa de cupuaçu a 60 °C em estufa em diferentes tempos.

3.4.2 Análises microbiológicas

Foram realizadas determinações microbiológicas do número mais provável de bactérias do grupo coliformes termotolerantes a 45 °C, contagem de bolores e leveduras, bactérias mesófilas e pesquisa de Salmonelas, utilizando-se a metodologia recomendada por (SILVA et al., 2007).

3.4.3 Análises físico-químicas

De acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), foram realizadas as determinações de acidez total titulável: por titulometria com solução de NaOH 0,1N, expressa em (%) de ácido cítrico; pH por leitura direta em pH-METRO digital marca Tecnal modelo TEC – 3MP; SS em °Brix, por leitura direta em refratômetro da marca ABBE; umidade em estufa a 105 °C até peso constante; vitamina C, por titulação com iodeto e iodato (0,1N) e atividade de água em equipamento da marca Decagon, modelo Pawkit via leitura direta.

3.4.4 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa Assistat para o ajuste linear, cálculo das médias, coeficientes de variação e de correlação. Os dados foram submetidos a análise de Variância (ANOVA), para verificar a ocorrência de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) e as comparações múltiplas entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey. Para avaliar a interação nas variáveis para as análises de superfície de resposta utilizou-se o programa Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

°Brix

A Figura 3 apresenta a interação entre as variáveis °Brix, tempo de secagem e tempo de armazenamento. A desidratação da polpa de cupuaçu em diferentes tempos de secagem convencional apresentou interação significativa entre as variáveis, tempo de desidratação e armazenamento para o parâmetro °Brix.

A concentração de sólidos solúveis aumentou de forma linear com o tempo de secagem e diminuiu linearmente durante o armazenamento. Os resultados obtidos para o °Brix da polpa de cupuaçu com 46h de desidratação no tempo 0 (zero) e 90 dias de armazenamento foram de 29,08, e 28,09 °Brix respectivamente. A polpa desidratada por 52h apresentou os valores de sólidos solúveis de 30,11 no tempo zero de armazenamento e 29,23 no final do período de armazenamento (90 dias). Para a desidratação de 58h no início do armazenamento foi 31,058 e no final do armazenamento 30,067.

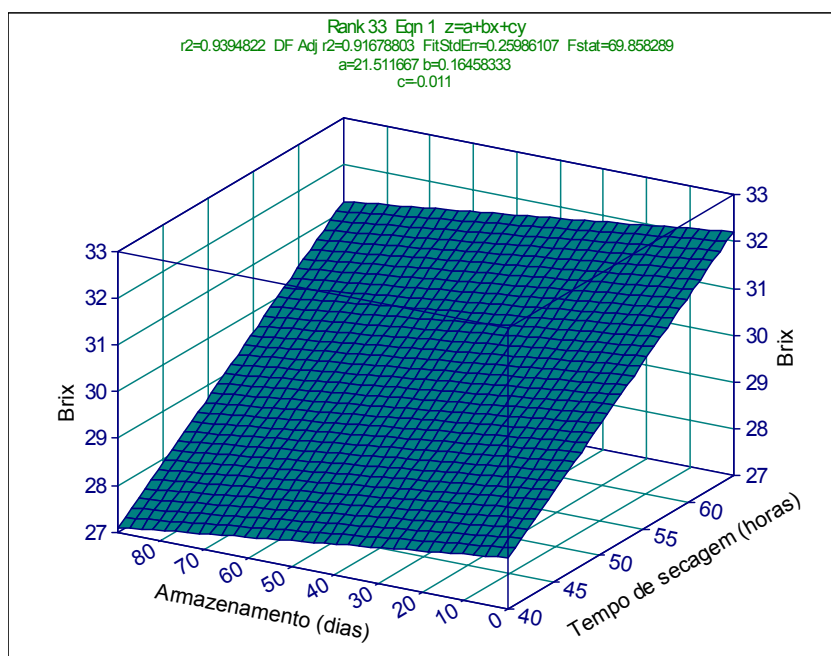


FIGURA 3 – Resultados e interação do °Brix, tempo de secagem e tempo de armazenamento da polpa de cupuaçu desidratada

pH

Os resultados dos valores de pH no início e no final do armazenamento foram respectivamente: T1 – 46 horas: pH 3,60-3,59; T2 - 52 horas: pH 3,63-3,61; T3 - 58 horas: pH 3,61-3,49, conforme apresentado na Tabela 1.

Não houve efeito isolado e interação dos fatores (Apêndice A). Isso se explica pelo efeito tampão que algumas frutas têm em permitir que ocorra variações na acidez titulável, sem que o pH sofra alterações consideráveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Acidez total titulável

Os resultados das análises de acidez total titulável em % ácido cítrico obtidos na polpa desidratada de cupuaçu em diferentes tempos de secagem no início e no final do armazenamento foram: T1 – 46 horas 1,8 – 1,92% ATT; T2 - 52 horas: 1,89 – 2,2% ATT; T3 - 58 horas: 2,1 – 2,5% ATT. Observou-se um aumento linear da acidez durante o tempo de desidratação e o tempo de armazenamento conforme Figura 4. Isto pode ser justificado pela evaporação da água e concentração dos demais componentes da polpa. No início e no final do período de armazenamento, a acidez tende a crescer linearmente.

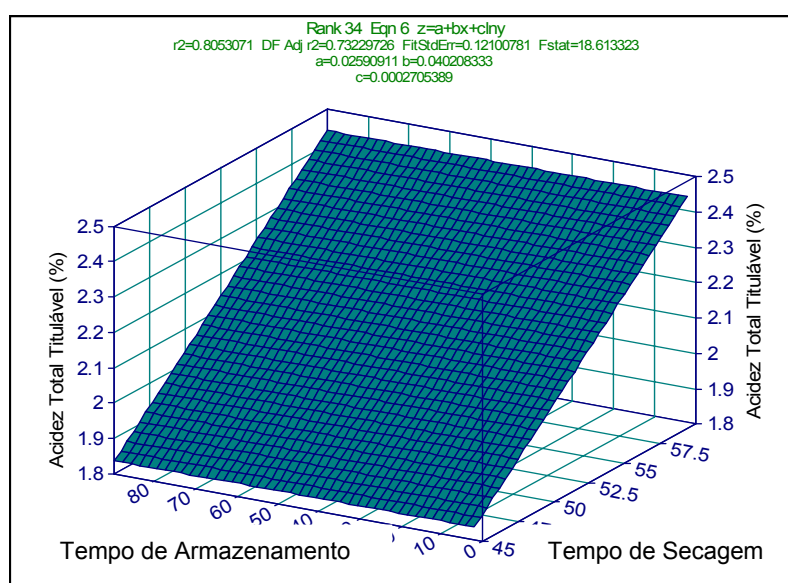


FIGURA 4 – Resultados e Interação entre acidez, tempo de secagem e tempo de armazenamento da polpa de cupuaçu desidratada.

Atividade de Água (Aw)

Os resultados das análises de atividades de água (Aw) para o início e o final do período de armazenamento foram: T1 – 46 horas: Aw 0,68-0,69; T2 - 52 horas: Aw 0,67-0,68; T3 - 58 horas: Aw 0,62-0,63. Observa-se uma redução linear na atividade de água à medida que o tempo de desidratação aumenta. A aw diminui em 0,00475 unidades percentuais para cada hora de secagem. A faixa de atividade de água tanto para tempo de desidratação como para o tempo de armazenamento está dentro da melhor faixa para conservação de alimentos (Figura 5).

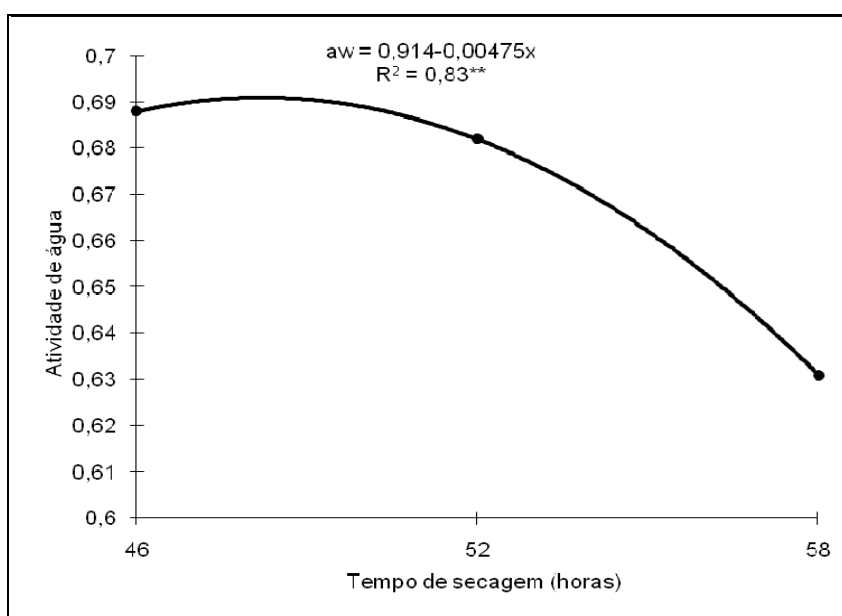


FIGURA 5 – Resultados e relação atividade água e tempo de secagem da polpa de cupuaçu desidratada.

Umidade

Na Figura 6 observa-se uma diminuição linear do teor de umidade a medida que aumenta o tempo de desidratação (Figura 6). O tempo de armazenamento não resultou em aumento significativo de umidade, mantendo-se estável no decorrer do período de 90 dias de armazenamento. Após um período de 46h de desidratação o tempo de 0 dia 90 dias a umidade da polpa apresentou 26,2% e 27,36% respectivamente. Para a polpa desidratada com tempo de 52h no início do

armazenamento foi 26,2% e 26,66% ao final do armazenamento. Para a desidratação com tempo de 58h no início do armazenamento foi 24,8% e no final do armazenamento foi 25,33%.

Isto significa que a medida que aumentou o tempo de secagem reduziu a umidade, colaborando para a maior estabilidade do produto e maior vida de prateleira.

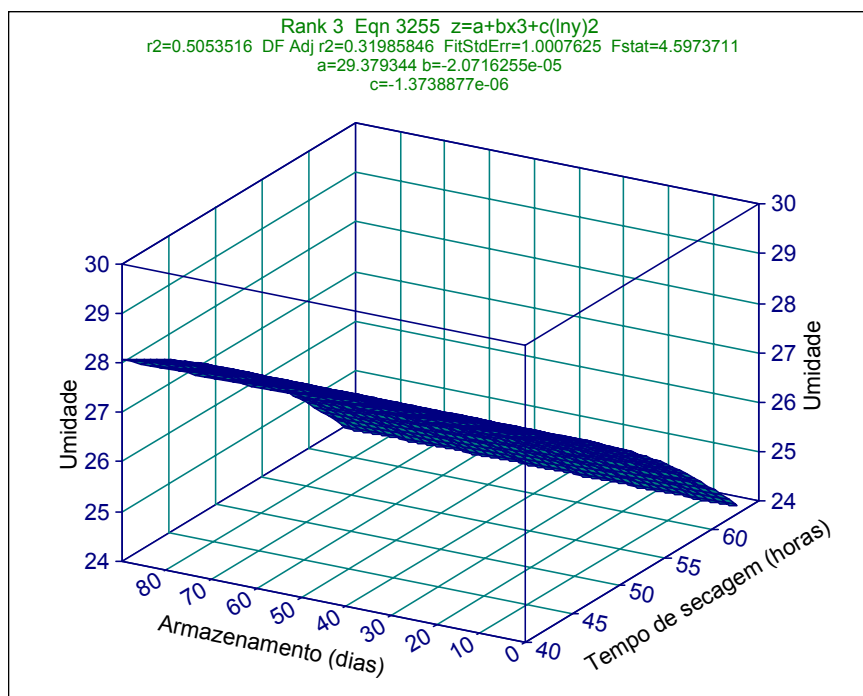


FIGURA 6 – Resultados e relação umidade, tempo de secagem e tempo de armazenamento da polpa de cupuaçu desidratada.

Vitamina C

Os valores médios de vitamina C encontrados na polpa de cupuaçu desidratada apresentaram comportamento diferenciado no início e no final do armazenamento. Os tratamentos desidratados com 46, 52, 58 horas de secagem apresentaram os seguintes teores de vitamina C: T1 – 46 horas: vitamina C 51,29 - 31,21 mg.100 g⁻¹. T2 - 52 horas: vitamina C 46,75 - 29,51 mg.100⁻¹. T3 - 58 horas: vitamina C 46,75 -

28,40 mg.100 g⁻¹, respectivamente no início e no final do armazenamento. O teor de vitamina C foi influenciado significativamente pela interação das variáveis tempo de desidratação, levando a uma redução linear deste constituinte químico. A perda da Vitamina C para cada dia de armazenamento apresentou um valor percentual linear de 0,1993 unidade de percentual, possivelmente, pelo fato das amostras terem ficado expostas por maior período a fatores ambientais como o oxigênio do ar que contribui para redução do ácido ascórbico. Porém, mesmo tendo sido observado a influência das variáveis temperatura de secagem e período de armazenamento, a polpa desidratada por maior tempo ainda manteve teores de 28,40 mg.100⁻¹ de vitamina C, o que justifica a aplicação deste método.

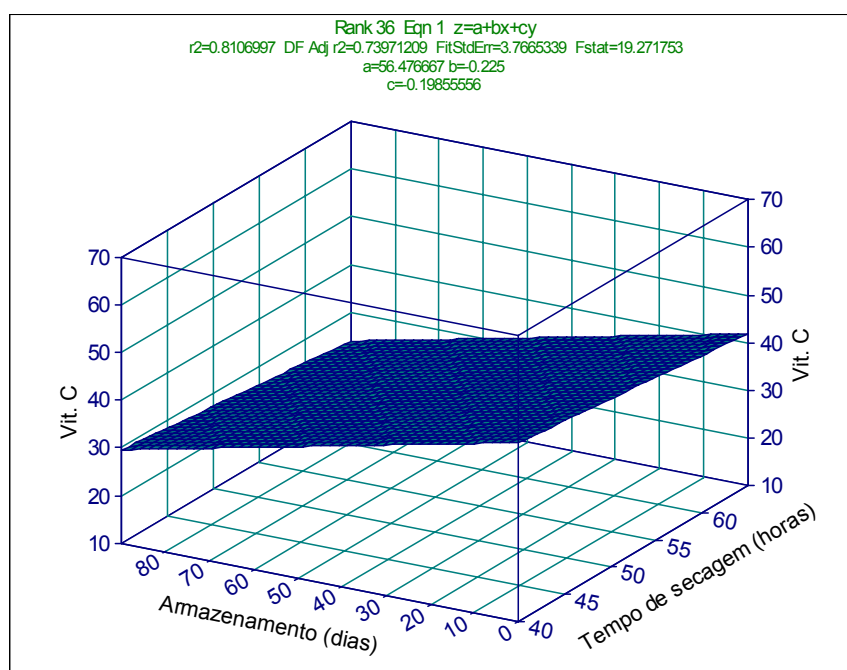


FIGURA 7 – Resultados e relação de vitamina C, tempo de secagem e tempo de armazenamento da polpa de cupuaçu desidratada.

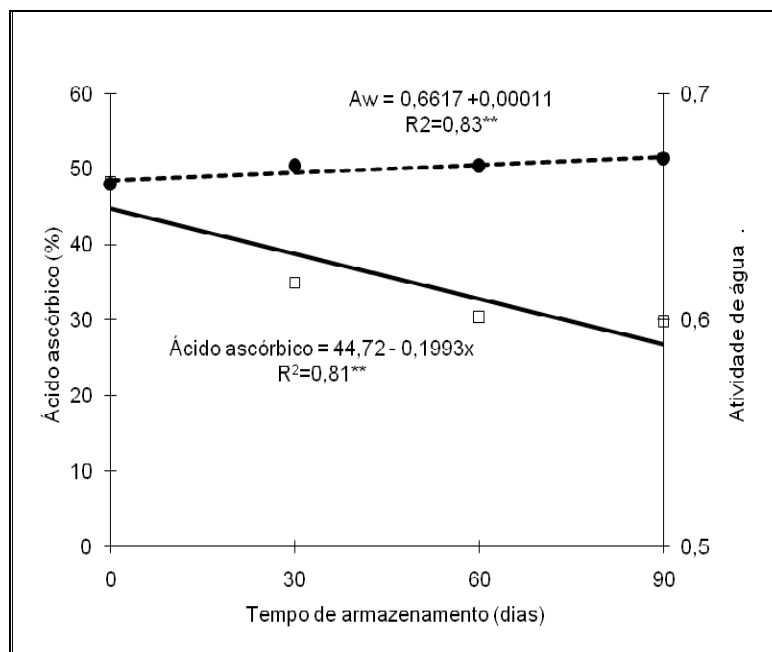


FIGURA 8 – Relação atividade de água, vitamina C e tempo de armazenamento da polpa de cupuaçu desidratada.

Na Figura 8, verifica-se que a vitamina C teve tendência de redução do tempo zero aos 90 dias de armazenagem. O R^2 coeficiente de determinação da regressão foi de 0,81 significando um modelo bom, valido para fins preditivos, com diferença $p \leq 0,01$.

A atividade de água teve tendência inversa ao da vitamina C. Aumentou do tempo zero aos 90 dias de armazenagem, porém não se afastando do valor 0,6, considerado um valor recomendado e seguro para manter a estabilidade do alimento.

3.5.1.1 Rendimento da polpa fresca

Os frutos analisados apresentaram peso médio de 1130 g ($cv = 0,223$), comprimento 18,90 cm ($cv = 0,142$ cm) e diâmetro de 11,5 cm ($cv = 8,26$ cm). O rendimento de polpa fresca foi de 44,3%, os resultados obtidos foram maiores que os encontrados por Matos (2007) 35,9% a 39,8% e por Hernandez e Garcia (2000) 36,4%. As sementes corresponderam a 18,5% e a casca 37,2%.

3.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

De acordo com os resultados das análises microbiológicas realizadas na polpa de cupuaçu desidratada (Tabela 1), observa-se que o número de coliformes termotolerantes a 45 °C foi $<0,3$, bolores e levedura foram de $<5 \times 10^{-1}$ e bactérias mesófilas $<5 \times 10^{-1}$. Esses resultados indicam que as condições higiênico-sanitárias do processamento da polpa de cupuaçu foram realizadas em conformidade com as boas práticas de fabricação.

Comparando os resultados obtidos com os padrões vigentes estabelecidos pela RDC n. 12 de 2001 da ANVISA/MS (BRASIL, 2001) para frutas secas e desidratadas, pode-se inferir que os mesmos atendem aos padrões vigentes, estando, portanto a polpa de cupuaçu desidratada em condições recomendáveis e seguras ao consumo.

A manutenção da polpa, ao longo do período de vida de prateleira, indica que as condições de embalagem e de armazenamento não favorecem o crescimento microbiano, já que no intervalo de tempo de 90 dias, não foram detectadas alterações que fossem capazes de tornar o meio ideal ao crescimento de microorganismos.

TABELA 1 - Resultados das análises microbiológicas da polpa de cupuaçu desidratada em diferentes tempos

Variáveis analisadas	Tratamentos (horas de desidratação em horas)											
	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h
	Tempo de Armazenamento (dias)											
	0 dias			30 dias			60 dias			90 dias		
Salmonellas em 25 g	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Bolores e leveduras (UFC/g)	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹
Bactérias mesófilas (UFC/g)	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹	< 5x 10 ⁻¹

Ausência de salmonella em 25 gramas; UFC – unidade formadora de colônia; NMP - Número mais provável

3.7 CONCLUSÃO

A A polpa de cupuaçu *in natura* desidratada em estufa convencional apresentou estabilidade físico-química e microbiológica por um período de até 90 dias de armazenamento em temperatura ambiente de Rio Branco-Acre.

REFERÊNCIAS

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

HERNÁNDEZ, M. S., GARCÍA, J. A. B. **Manejo poscosecha e transformación de frutales nativos promisorio em la Amazônia colombiana. Arazá, Copoazú, Maraco, Cocana**. SINCHI – Santafé de Bogotá: Instituto amazônico de investigaciones científicas, 2000. 63 p.

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. A.; MENEZES, A. J. E. A. Extrativismo e plantio racional de cupuaçuzeiros no sudeste paraense: a transição inevitável. Belém: **Embrapa-CPATU**, 2001. 23 p.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed., São Paulo:IAL, 1985. 533 p. v.1.

JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. California, 1991. 280p

MAIA, M. C. C. **A domesticação e o melhoramento do cupuaçu**. Embrapa Acre. 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/103546.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

MATOS, C. B. **Caracterização física, química e físico-química de cupuaçus (Teobroma grandiflorum (Willd. Ex. Spreng.) Schum.) com diferentes formatos**. 2007. Dissertação (Mestrado), Ilhéus. 2007.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

OLIVEIRA, J. L. de.; TARGINO, D. A. **Desidratação de frutas com secador solar de baixo custo**. I Encontro de Extensão - PROBEX, II Mostra Universitária de Ciência, Cultura e Arte - MUCA. Universidade Federal de Campina Grande 2005. Disponível em: <http://www.agais.com/sa0106_processamento_de_alimentos.pdf>. Acesso em: 5 maio 2009.

4 CAPITULO II**DESIDRATAÇÃO DE POLPA DE CUPUAÇU ADICIONADA DE
SACAROSE**

4.1 RESUMO

A conservação da polpa do cupuaçu é muito importante no processamento, pois viabiliza o aproveitamento da matéria-prima, bem como a oferta regular do produto na época da entre safra. O objetivo deste trabalho foi desidratar a polpa de cupuaçu com sacarose comercial seguida da desidratação convencional e avaliar a sua vida de prateleira. Foram formulados experimentos de polpa de cupuaçu com adição de sacarose comercial nas porcentagens de 0, 10, 20 e 30%, desidratadas em estufa com circulação de ar a 60 °C/46 horas, resfriadas, embaladas em filme de polietileno de baixa densidade e avaliados, quanto às características físico-químicas e microbiológicas, todos em triplicatas. Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias e a análise de superfície de resposta pelo programa Tabe Curve. A adição de sacarose na polpa de cupuaçu mostrou efeito significativo para A_w , umidade e °Brix, porém manteve as características de qualidade físico-químicas e estabilidade microbiológica durante a armazenagem sob temperatura ambiente por 90 dias.

Palavras-chave: Sacarose. Desidratação. Qualidade.

ABSTRACT

The conservation the cupuaçu pulp is a very important step in the processing of this product, because it makes viable the consuming of this product and its supply in the post harvest period. This survey aimed to dehydrate the cupuaçu pulp by add sucrose followed by conventional drying and to evaluate its shelf -life. Experiments were made with cupuaçu pulp added of commercial sucrose in the percentages of 0, 10, 20 and 30%, dehydrated in an oven with air circulation at 60 °C/46 hours, cooled, wrapped in polyethylene film of low density and analyzed concerning the physico-chemical and microbiological characteristics. All experiments in triplicate. The experimental results were analyzed by ANOVA and Tukey test at 5% probability for mean comparison and analysis of the response surface by tabe curve software. The addition of sucrose in the pulp showed a significant effect for a_w , moisture and Brix however maintained the physico-chemical and microbiological quality and stability characteristics during storage at ambient temperature for 90 days.

Key-words: Sucrose. Drying. Quality.

4.2 INTRODUÇÃO

Na atualidade, a demanda por produtos naturais à base de frutas tem crescido rapidamente, não apenas como produtos acabados, mas também como ingredientes a serem incluídos em alimentos mais elaborados, como sorvetes, cereais, laticínios, produtos de confeitaria e panificação. Sendo Assim, o tratamento osmótico tem se apresentado como uma ferramenta tecnológica importante para viabilizar o desenvolvimento de novos produtos derivados de frutas, com maior valor agregado e com propriedades funcionais (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001).

A desidratação osmótica consiste na difusão da água do alimento para a solução e, a difusão do soluto da solução osmótica para o alimento. Este processo é utilizado como tratamento preliminar para outras técnicas de desidratação e visa melhorar a qualidade do produto final, como a estabilidade na cor, maior retenção de vitaminas, melhor qualidade na textura, redução do custo de energia e possibilita a formulação de novos produtos (SOUSA et al., 2003; SOUZA NETO et al., 2004; ALVES et al., 2005).

O tratamento osmótico, em certas condições, pode favorecer a retenção dos pigmentos da fruta, evitar o escurecimento enzimático e fornecer produtos mais atraentes em termos de aparência para o consumo (KROKIDA et al., 2000). Segundo Tonon et al. (2006) a secagem convencional é um processo que normalmente envolve o uso de temperaturas elevadas que podem provocar a degradação e a oxidação de alguns nutrientes.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) é uma das plantas frutíferas de maior importância para a Amazônia, principalmente devido a sua participação na composição dos sistemas de produção, cultivados e extrativos, além da grande aceitação e consumo da polpa de seus frutos (ROCHA NETO; FIGUERÊDO; SOUZA, 1997).

Segundo Cohen (2005) o cupuaçu é um dos mais importantes frutos tipicamente amazônicos. Seu valor econômico encontra-se na polpa, que é consumida na forma de suco, néctar, iogurte, sorvete, creme, licor, torta, geléia, compota, biscoito, sorvete, e outros doces, os quais, na sua maioria, são processados de forma artesanal, em pequena escala de produção.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi elaborar formulações de polpa de cupuaçu adicionada de sacarose comercial, em diferentes porcentagens, desidratar em estufa e estudar sua vida de prateleira, através das características físico-químicas e microbiológicas.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco-AC, Brasil. Os frutos de cupuaçu utilizados foram coletados no Pólo Wilson Pinheiro na estrada transacreana no município de Rio Branco.

4.3.1 Matéria-Prima

No período de abril e maio de 2008, os frutos de cupuaçu foram coletados do chão, totalmente maduros apresentando coloração da casca marrom, isentos de rachadura ou podridões. Após a colheita, no dia seguinte os frutos foram transportados em sacos de ráfia para a UTAL.

4.4 ENSAIO EXPERIMENTAL DOS TRATAMENTOS

4.4.1 Preparo da matéria-prima

Os frutos de cupuaçu foram selecionados, lavados, sanitizados com água clorada a 100 mg.L^{-1} , quebrados e separados polpa com sementes e cascas, despulpados manualmente com auxílio de uma tesoura de aço inox devidamente sanitizada. A polpa foi dividida em partes de massa igual de 300 g cada, para a

adição da sacarose nas porcentagens definidas de 10, 20, 30% em relação a massa da polpa de cupuaçu, depois foram homogeneizadas com uma espátula em aço inox. Em seguida a polpa foi distribuída em bandejas de aço inoxidável e levadas à estufa de secagem da marca Fanem com circulação de ar para desidratação a uma temperatura de 60 °C por 46 horas. Após 46 horas, foram retiradas da estufa, resfriadas a temperatura ambiente, pesadas e embaladas em sacos de polietileno transparentes, fechados e identificados, para serem submetidas às análises microbiológicas e caracterização físico-química, todas realizadas em triplicatas.

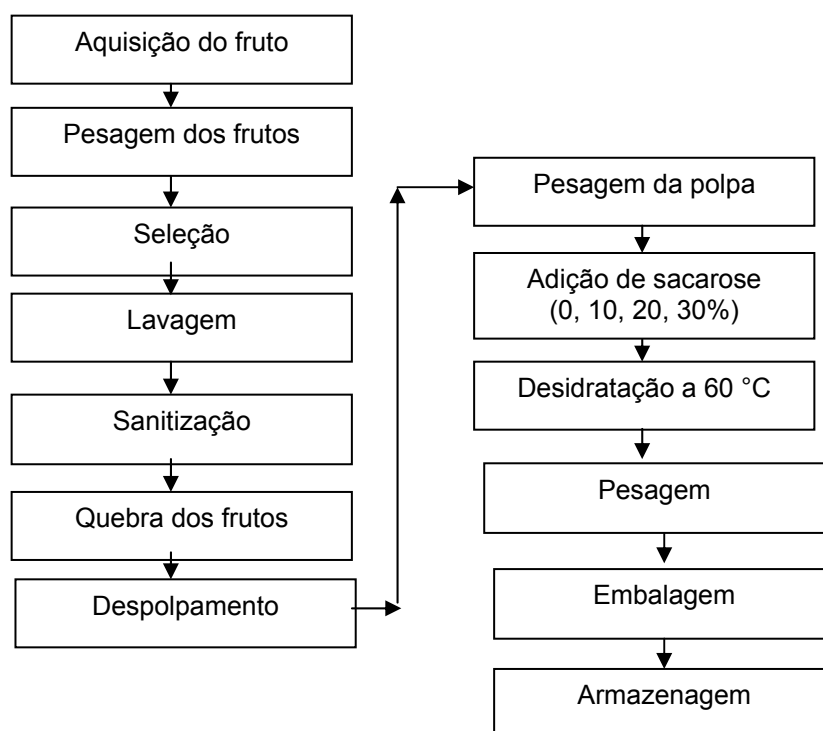


FIGURA 9 - Fluxograma do processamento de polpa de cupuaçu adicionada de sacarose comercial desidratada em estufa a 60 °C.

4.4.2 Análises microbiológicas

Foram realizadas determinações microbiológicas do número mais provável de bactérias do grupo coliformes termotolerantes a 45 °C, contagem de bolores e leveduras, bactérias mesófilas e pesquisa de Salmonelas, utilizando-se a metodologia recomendada por (SILVA, 2007).

4.4.4 Análises físico-químicas

De acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985) foram realizadas as determinações de acidez total titulável: por titulometria com solução de NaOH 0,1N, expressa em ácido cítrico; pH por leitura direta em pH metro digital da marca Tecnal modelo TEC 3 - MP; sólidos solúveis em °Brix, por leitura direta em refratômetro ABBE, umidade em estufa a 105 °C até peso constante; vitamina C, por titulação com iodeto e iodato de potássio 0,1N e atividade de água (Aw) em equipamento da marca Decagon, modelo Pawkit via leitura direta.

4.4.5 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados obtidos nas análises físico-químicas foram analisados pelo programa Assistat para o ajuste linear, cálculo das médias, coeficientes de variação e de correlação. A avaliação estatística foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA), para verificar a ocorrência de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) e as comparações múltiplas entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey. Para avaliar a interação nas variáveis na análise de superfície de resposta utilizou-se o programa Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento da desidratação da polpa de cupuaçu com adição de açúcar (sacarose comercial) houve interação entre os fatores % de açúcar e armazenamento, para as variáveis pH, atividade água e umidade. Houve efeito isolado do teor de açúcar para as variáveis acidez total titulável e °Brix e efeito isolado do fator armazenamento para as variáveis, acidez total titulável e °Brix (Apêndice B).

4.5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das análises de caracterização físico-química da polpa de cupuaçu desidratada adicionada de sacarose comercial está apresentado no apêndice B.

Observou-se que na desidratação da polpa de cupuaçu adicionada de sacarose comercial houve interação entre os fatores % de sacarose (açúcar) e armazenamento para as variáveis pH, atividade água e umidade. Porém houve efeitos isolados dos teores de sacarose para as variáveis acidez total titulável e °Brix. Houve também efeito isolado do fator armazenamento para as variáveis acidez total titulável e Brix. Observa-se o efeito significativo pelo teste Tukey a ($p \leq 0,05$) quanto a adição de açúcar na polpa para a a_w , umidade, acidez total titulável e Brix. As demais variáveis observadas, pH e vitamina C não diferem estatisticamente entre si. O tempo de armazenamento só não apresentou influência significativa na atividade de água, porém nas demais variáveis se observou diferença significativa. (Apêndice D).

pH

As diferentes concentrações de açúcar (sacarose) não alteram o valor dos resultados da análise de pH (Apêndice B). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o poder tampão de algumas frutas permite que ocorram grandes variações na acidez

titulável sem que o pH sofra alterações consideráveis.

Observou-se que o pH para 0% de sacarose no início do armazenamento foi 3,6 permanecendo até os 90 dias de armazenamento com o valor 3,6. Para a concentração de 10% de sacarose o pH foi 3,5 no início do armazenamento e 3,6 no final do armazenamento. Com a concentração de 20% de sacarose no início do armazenamento o pH foi 3,5 e aos 90 dias foi 3,6. Na concentração de 30% de sacarose o pH foi 3,57 no início do armazenamento e 3,6 no final do armazenamento (Figura 10).

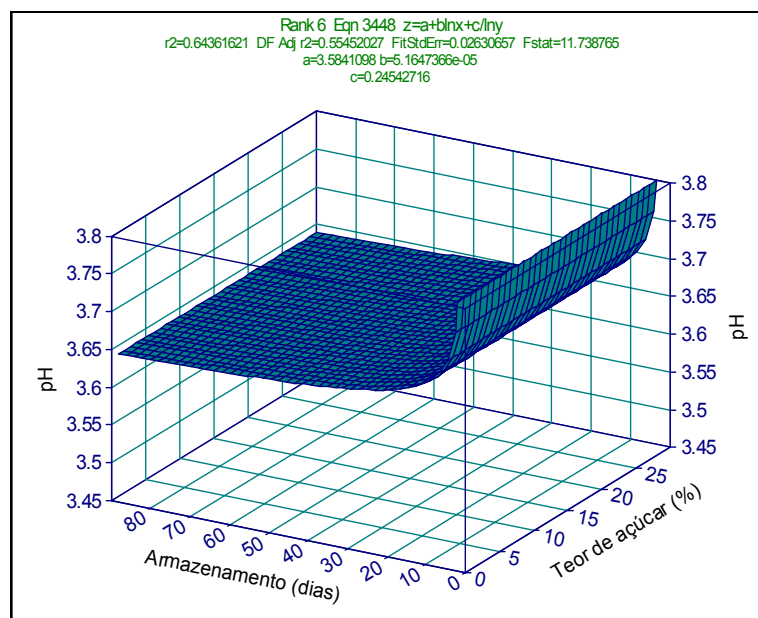


FIGURA 10 – Resultados e Interação pH, teor de açúcar e tempo de armazenamento na polpa de cupuaçu com sacarose desidratada.

Acidez total titulável

A Figura 11 mostra a relação do teor de acidez total titulável e sólidos solúveis. Os resultados das análises de ATT expressa em ácido cítrico no início e final do armazenamento, foram respectivamente: T0 - 0% de sacarose: ATT 1,8 - 2,1%; T1-10% de sacarose: ATT 0,91 - 0,95%; T2 – 20% de sacarose: ATT 0,81 – 0,90% e T3 - 30% sacarose: ATT 0,72 – 0,83%.

Observa-se nos tratamentos que as concentrações de sacarose tiveram efeito sobre o teor de acidez, em que o maior teor de acidez 2,1 foi identificado na polpa desidratada com concentração de 0% de açúcar. Isto era esperado porque na medida em que foi reduzida a umidade houve concentração dos constituintes, neste caso sem adição de sacarose. A relação entre o teor de acidez e o Brix aumentou linearmente com a concentração de açúcar (sacarose), este que corroborou para o aumento do teor de Brix e uma diminuição linear no teor de acidez. Durante o armazenamento a acidez aumentou gradativamente 0,0144 percentual de unidade para cada dia de armazenamento (Figura 11).

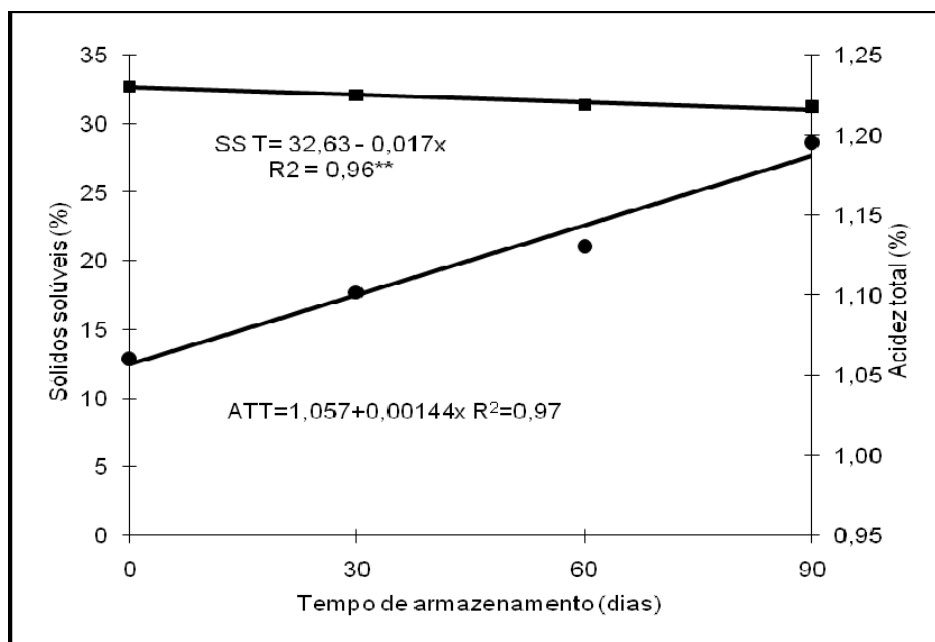


FIGURA 11 – Relação do teor de acidez total titulável e sólidos solúveis na polpa de cupuaçu com sacarose desidratada.

Vitamina C.

A relação teor de vitamina C, acidez total titulável e sólidos solúveis está apresentado na Figura 12. A vitamina C apresentou os seguintes teores no início e no final do armazenamento: T0-Testemunha - 0% de açúcar: 51,29 - 31,21 mg.100 g⁻¹; T1-10%; 46,94 - 34,28 mg.100 g⁻¹. T2 - 20% açúcar: 52,77 - 30,30 mg.100 g⁻¹. T3-30% açúcar: 52,44 - 30,91 mg.100 g⁻¹. A concentração de sacarose não afetou os teores médios de Vitamina C. Entretanto, ao longo do período de armazenamento o

teor de vitamina C diminuiu 0,1993 unidade percentual para cada dia de armazenamento. Outra relação observada com o teor de vitamina C que se identifica um aumento na concentração de 10% de açúcar e depois ocorreu uma redução apresentando uma curva não ajustada.

Comparando o valor do ácido ascórbico encontrado nos tratamentos da polpa de cupuaçu desidratada (Apêndice B), com o trabalho realizado por Soares et al, (2001) com acerola desidratada pelo método Foam-Mat, observa-se que o teor de vitamina C 6011mg/100 no pó liofilizado, foi inferior ao encontrado na polpa de cupuaçu desidratada do presente estudo.

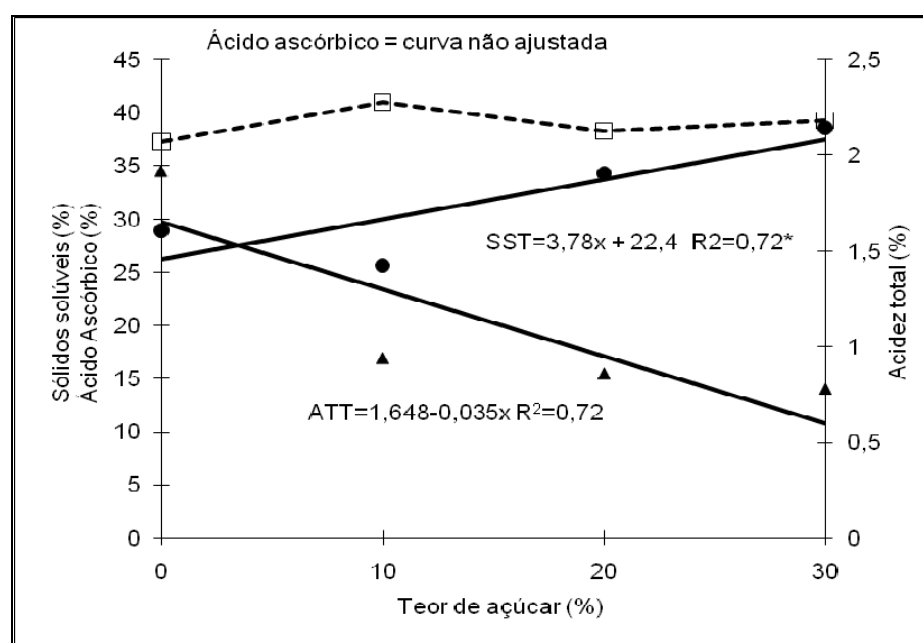


FIGURA 12 - Relação teor de vitamina C, acidez total titulável, e sólidos solúveis.

Para March et al. (2000) o teor de vitamina C das frutas é um parâmetro nutricional de grande importância. Contudo, não se verifica exigências relacionadas ao mesmo no caso de frutas destinadas à industrialização. Embora a vitamina C presente naturalmente na fruta seja relevante sob o ponto de vista nutricional, não é considerada um parâmetro tecnológico obrigatório neste tipo de produto.

Umidade

A umidade da polpa diminuiu com a adição de açúcar, principalmente durante os estágios iniciais do armazenamento (Figura 13). Essa diminuição foi significativa para aumentar o período de conservação do produto, pois produtos com baixa umidade têm maior vida de prateleira, já que isso é um obstáculo para o desenvolvimento de microorganismo e reações oxidativas.

Os resultados de umidade para polpa de cupuaçu tratada com as concentrações de 0% de açúcar no início e no final do armazenamento foi de 26,2% e 26,8%. Para a concentração de 10% no zero dia de armazenamento a umidade foi 23,7 e no final de armazenamento foi 31,32%. Com concentração de 20% de sacarose foi 26,0% no início do armazenamento e 26,2% no final do armazenamento. Para com a concentração de 30% foi de 18,3% no 0 (zero) dia de armazenamento e 21,8% no final do armazenamento (Figura 13).

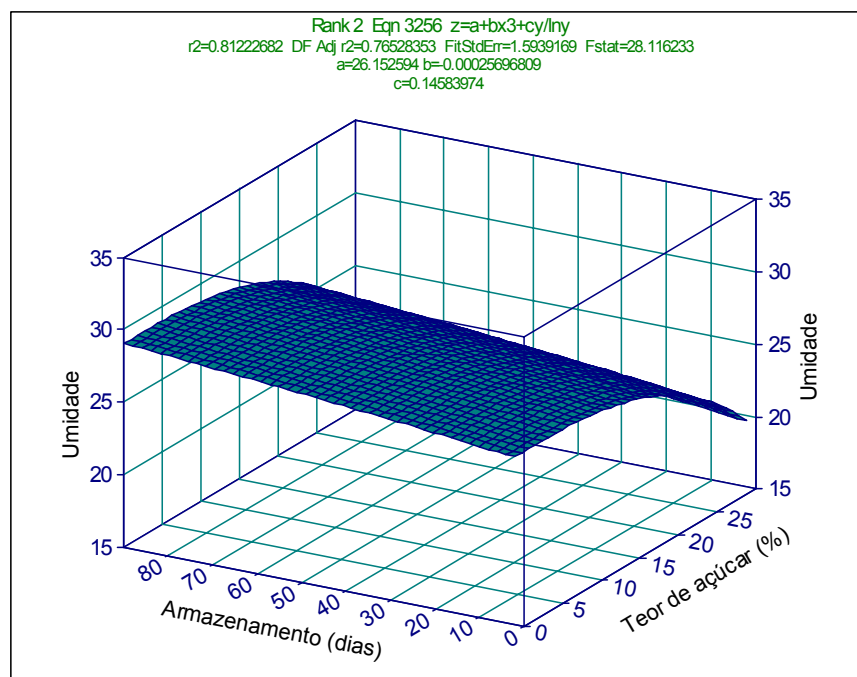


FIGURA 13– Gráfico da interação umidade, tempo de armazenamento e % de açúcar adicionado na polpa de cupuaçu desidratada.

Segundo Shigematsu et al. (1995), no começo da desidratação osmótica há transferência por osmose da água da fruta para a solução causada pela diferença de suas pressões osmóticas. A sacarose, sendo grande molécula pode não se difundir

facilmente através da membrana celular. Assim, a aproximação do equilíbrio é obtida primariamente pela perda de água dos tecidos do fruto.

Brix

Os resultados do teor de °Brix para o início e o final do armazenamento foram: T0-Testemunha - 0% de açúcar: °Brix 29,0 - 28,43; T1-10% açúcar: °Brix 26,83 - 24,90. T2 - 20% açúcar: °Brix 35,0 - 33,50; T3-30% açúcar: °Brix 39,50 - 37,83. As concentrações de sacarose influenciaram o teor do °Brix dos tratamentos, acarretando o aumento linear em relação à concentração de sacarose. No fator tempo de armazenamento observa-se uma relação entre sólidos solúveis e o teor de acidez, identificando-se a diminuição do teor de sólidos solúveis o que contribui para aumentar o teor de acidez durante o decorrer do tempo (Figura 14). Identificou-se o maior teor de °Brix no tratamento com concentração de 30% de açúcar (Apêndice B).

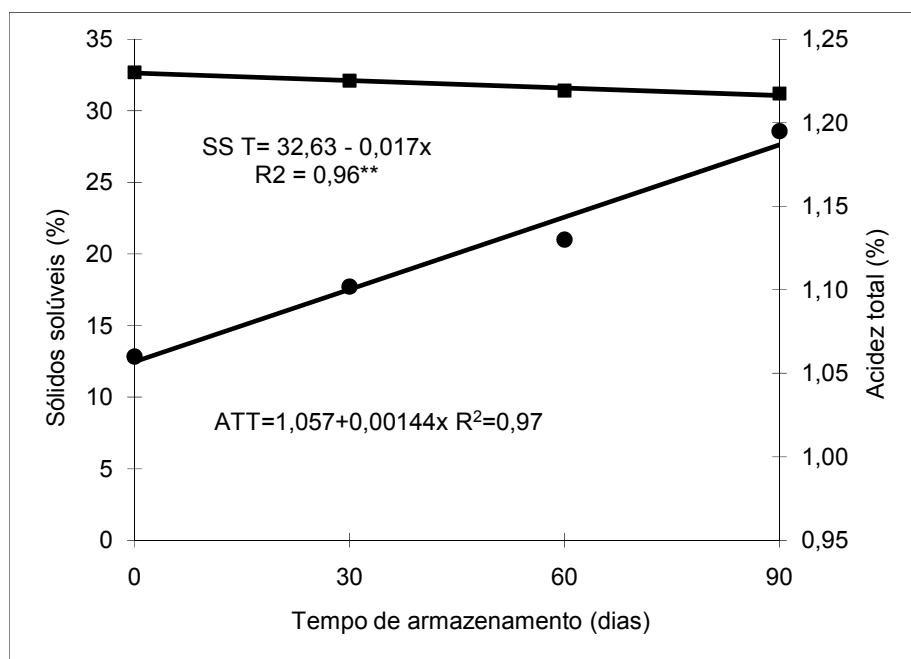


FIGURA 14 – Relação de sólidos solúveis e acidez total titulável na polpa de cupuaçu com açúcar desidratada.

A relação de sólidos solúveis e acidez total titulável é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada

de açúcares ou da acidez, pois dá uma idéia do equilíbrio entre esses dois componentes e indica a doçura dos alimentos, assim, quanto maior for esta relação maior será a sensação de doçura no paladar (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Atividade de Água (A_w)

As concentrações de sacarose (açúcar) adicionadas alteraram os valores da atividade de água de forma quadrática, com valor máximo da atividade de água entre 15 e 20% de açúcar e atingiu seu valor mínimo com a concentração de 30% de açúcar. Esse comportamento foi semelhante em todos os períodos de armazenamento (Figura 15). Os resultados a a_w foram para 0% de sacarose no 0 (zero) dia de armazenamento a a_w foi de 0,68 e aos 90 dias foi de 0,69, para a concentração de 10% no 0 dia de armazenamento foi de 0,72 e aos 90 dias foi de 0,73. Para a concentração de 20% no 0 (zero) dia de armazenamento foi de 0,72 e aos 90 dias foi de 0,72, com a concentração de 30% no início do armazenamento a a_w foi de 0,64 e aos 90 dias foi de 0,64, não havendo assim alterações no armazenamento.

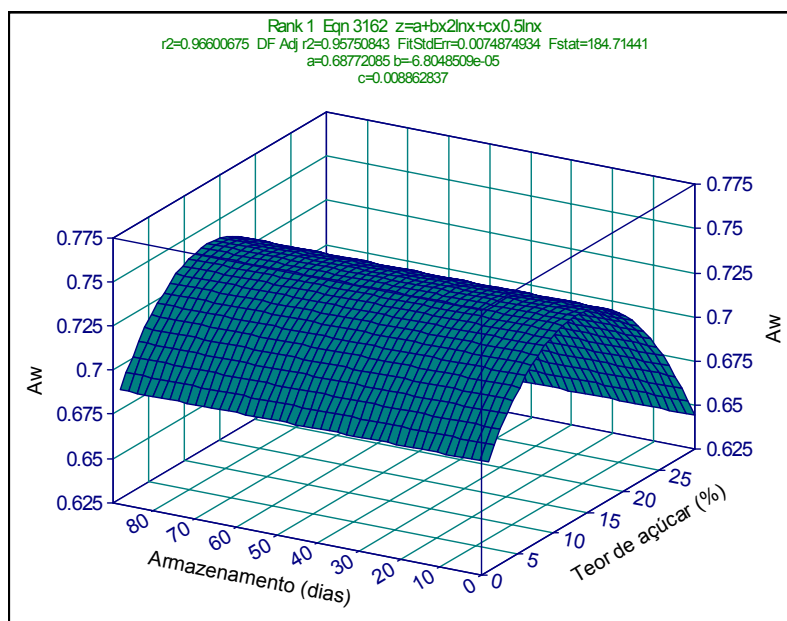


FIGURA 15 - Interação A_w , temperatura e tempo de armazenamento na polpa de cupuaçu com açúcar desidratada.

A a_w do produto aumenta com a diminuição da temperatura. Por outro lado,

para temperatura fixa a atividade de água diminui com o tempo de secagem. Tal fato está relacionado com a perda de água durante o processo de secagem. Para temperaturas mais elevadas a taxa de evaporação de água é maior, influenciando o teor de umidade e conseqüentemente a atividade de água do produto.

A metodologia aplicada na desidratação de polpa de cupuaçu corrobora com a metodologia usada no trabalho realizado por Sousa (2003) com Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa a 65° C por 2 horas, em que se verificou que os valores de umidade e A_w no final da osmose foram respectivamente de 55,46% e 0,94, quando se empregou o xarope de 65° Brix sem vácuo e 32,04% e 0,892 com o xarope de 65° Brix com utilização de vácuo. Constatou-se haver durante a osmose uma influência da pressão exercida pelo sistema sobre a redução da umidade e A_w , sendo esta aumentada com a utilização do vácuo. Observou-se que a atividade de água desejada ou seja, A_w menor que 0,75, foi atingida mais rapidamente nos produtos tratados previamente com osmose a vácuo do que os produtos tratados sem utilização de vácuo, sendo de 8 horas para o tratamento sem vácuo e de 6 horas para o tratamento com vácuo.

4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados das análises microbiológicas das polpas de cupuaçu com açúcar desidratada estão apresentados na TABELA 2.

A quantificação de microorganismos encontrados nas polpas desidratadas para coliformes termotolerantes a 45 °C foram $< 0,3$ e para bolores e levedura $< 5 \times 10^{-1}$ e a ufc de bactérias mesófilas $< 5 \times 10^{-1}$. Esses resultados indicam que as boas práticas de fabricação e condições higiênico-sanitárias do processamento da polpa de cupuaçu foram adequadas.

Comparando os resultados obtidos com os padrões vigentes estabelecidos para frutas secas e desidratadas, pode-se dizer que os mesmos atendem aos padrões vigentes, estando, portanto a polpa de cupuaçu desidrata tanto com adição de açúcar em condições adequadas e recomendáveis de consumo.

A manutenção das características iniciais, ao longo do período de 90 dias de estocagem, indica que as condições de embalagem e de armazenamento não

favorecem o crescimento microbiano sob temperatura media de 29 °C de Rio Branco–Acre.

TABELA 2 – Resultado das análises microbiológicas da polpa de cupuaçu com sacarose desidratada

Determinações	Tratamentos (% açúcar - sacarose comercial) na polpa															
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
	Tempo de Armazenamento															
	0 dias				30 dias				60 dias				90 dias			
Salmonella Em 25 g	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
Coliformes fecais (NMP)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Bolores e leveduras (UFC/g)	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹
Bactérias mesófilas (UFC/g)	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹	<5x10 ⁻¹

Aus – ausência em 25 gramas; NMP – número mais provável; UFC – unidade formadora de colônia por grama

4.7 CONCLUSÕES

A polpa de cupuaçu com sacarose comercial (açúcar) desidratada em estufa convencional mantém as características físico-químicas e a estabilidade microbiológica durante a armazenagem sob temperatura ambiente de Rio Branco-Ac por 90 dias;

A desidratação se apresenta como uma alternativa ao processo de conservação de polpa de cupuacau durante o período de entre safra.

REFERÊNCIAS

- COHEN, K. O; JACKIX, M. N. H. Estudo do liquor de cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 25,n.1, 2005
- JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. California, 1991. 280p
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed., São Paulo: Varela, 2007, 536 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533 p
- KROKIDA, M.K.; KIRANOUDIS, C.T.; MAROULIS, Z.B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying related properties of apple. **Drying Technology**, v.18, p.1251-1267, 2000
- TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D.. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência. Tecnologia. Alimentos**. Campinas, SP, v. 26, n. 3, p. 715-723, 2006.
- TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. High-quality fruit and vegetable products using combined processes. In: FITO, P. (Ed) **Osmotic dehydration e vacuum impregnation**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 2001. cap. 1. p. 3-9.
- TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**. Oxford, n. 49, p. 247-256, 2001.
- SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.
- SOARES, E. C. Desidratação da polpa de acerola (malpighia emarginata d.c.) Pelo processo "foam-mat. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21 n. 2 Campinas maio/agosto. 2001.
- SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência Agrotecnologia**., Lavras, MG, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

5 CONCLUSÕES GERAIS

A polpa de cupuaçu *in natura* desidratada em estufa convencional apresentou estabilidade físico-química e microbiológica por um período de até 90 dias de armazenamento em temperatura ambiente de Rio Branco-Acre.

A polpa de cupuaçu com sacarose comercial (açúcar) desidratada em estufa convencional também mantém as características físico-químicas e a estabilidade microbiológica durante a armazenagem sob temperatura ambiente de Rio Branco-Ac por 90 dias;

A desidratação se apresenta como uma alternativa ao processo de conservação de polpa de cupuacau durante o período de entre safra.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. de A. C.; RIBEIRO, C. de F. A.; TOBINAGA, S.; GOMES, J. P. Otimização do processo de secagem osmótica na obtenção de produtos secos da manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 9, n. 4, p. 576-584, 2005.

ALVES, R. M.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética de indivíduos e progênes de cupuaçuzeiro no estado do Pará e estimativas de parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 30, n. 3, p. 696-701, 2008.

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos**. Piracicaba, 2003. 146 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2003.

ALVES, R. M.; CRUZ, E. D. **Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. Recomendações Técnicas.

ALZAMORA, S. M.; ARGAIZ, A., WELTI, J. Fruit preservation by combined factors. **Food Research International**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 159-165, 1992.

ANDRADE, S. A. C. de; METRI, J. C.; BARROS NETO, B. de; GUERRA, N. B. Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 276-281, 2003.

AZEREDO, H. M. C. de; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada a tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 20, n. 1, p. 74-82, 2000.

AZEREDO, H. M. C. de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. Mathematical modelling of the osmotic dehydration of cherry tomato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 20, n. 2, p. 228-232, 2000.

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, SP, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Pigmentos naturais. In: BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. (Ed.) **Introdução à química de alimentos**. 2. Ed. São Paulo: Varela. Cap. 6, p.191-223, 1995.

BUENO, N. Alguns aspectos recentes da nutrição do cupuaçuzeiro. In: Seminário Internacional Sobre Pimenta-do-Reino e Cupuaçu. 1997, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 440 p.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. **Culturas de frutos tropicais: Árvore do cupuaçu, cultivo, benefícios e utilização do fruto**. EMBRAPA, CPATU, Belém, 1984.

CALZAVARA, B. B. G. **Cupuaçuzeiro**. Belém. EMBRAPA/CPATU, 1987. 5 p (Recomendações básicas).

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, P. I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba, PR, v. 22, n. 1, p. 121-132, 2004.

CHAAR, J.M. **Composição do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) e conservação de seu néctar por meios físicos e químicos**. Rio de Janeiro, 1980, 78p. Tese Mestrado - Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro.

COHEN, K. O.; JACKIX, M. N. H. Estudo do liquor de cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 25, n. 1, p. 182-190, 2005.

CORAL, R. P. S. **O cupuaçu**: boa opção para investimento. Belém: Sagri, 1992.

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

DAÍUTO, E. R.; CEREDA, M. P. **Amido como suporte na desidratação por atomização e em microencapsulado**. In: Cereda, M. P. (Ed.). Cultura de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargil, p. 450-452, 2002.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O.; QUEIROZ, V. A. V. Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 27, n. 4, p. 701-709, 2007.

EL-AQUAR, A. A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2001.

EL-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem da cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 23, n. 1, p. 69-75, 2003.

EMBRAPA/CTAA. **Curso de processamento de frutas e hortaliça**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro, 1995.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 284 p.

GLABERT, M.; FILHO, N. P.; FÁVARO, S. P.; MUSIS, C. R. de. Avaliação da qualidade sensorial de banana passa obtida em secador de frutas por convecção natural. **Revista Brasileira de Armazenagem**. Viçosa, MG, v. 26, p.10-15, 2001.

GONDIM, T. M. de S.; THOMAZINI, M. S.; CAVALCANTE, M. de J. B.; SOUZA, J. M. L. de. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos Técnicos, 67).

HERNÁNDEZ, M. S.; GARCÍA, J. A. B. **Manejo poscosecha e transformación de frutales nativos promisorio em la Amazônia colombiana. Arazá, Copoazú, Maraco, Cocana**. SINCHI – Santafé de Bogotá: Instituto amazônico de investigaciones científicas, 2000. 63 p.

HOMMA, A. K. O. **Cupuaçu: potencialidade e mercado, algumas especulações**. In: I Workshop sobre as culturas de cupuaçu e pupunha na Amazônia, 1., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa - CPAA, 1996, p. 85-95. (Embrapa-CPAA. Documentos 6).

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. A.; MENEZES, A. J. E. A. Extrativismo e plantio racional de cupuaçuzeiros no sudeste paraense: a transição inevitável. Belém: Embrapa-CPATU, 2001. 23 p.

ICMFS - **The international commission on microbiological specifications for foods. Microorganisms in foods 5**. Microbiological Specifications of foods Pathogens. Blacki Academic & Professional, London 1995. 512p. Disponível em: <http://www1.capes.gov.br/estudos/dados/2004/41001010/025/2004_025_41001010_021P7_Disc_Ofe.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533p

JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. California, 1991. 280p

JARDIM, D. C. P. **Atividade de água: Considerações Técnicas e Práticas**. FRUTHOTEC – ITAL. Disponível em:<<http://www.tecnovip.com/tendencias.asp>>. Acesso em: 22 set. 2008.

MAIA, M. C. C. **A domesticação e o melhoramento do cupuaçu**. Embrapa Acre. 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/103546.htm>>. Acesso em: 22 abr 2009.

MATOS, C. B.; SOUZA, C. N.; FARIA, J. C.; OLIVEIRA, S. J. R. de.; SANTOS, L. P. de.; SACRAMENTO, C. K. do. Caracterização física, química e físico-química de cupuaçus (*Teobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng.) Schum.) com diferentes formatos. **Revista Ciência Agrária**. Belém, PA, n. 50, p. 35-45, 2008.

MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) variedade Tommy Atkins desidratada**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2006.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87 p.

MORAES, S. O.; RODRIGUES, V. C. **Secagem de Alimentos**. Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2006. 5 p.

OLIVEIRA, M. L. S. **Contribuição ao aproveitamento industrial do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.)** 1981. 80 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 1981.

OLIVEIRA, J. L. de.; TARGINO, D. A. **Desidratação de frutas com secador solar de baixo custo**. I Encontro de Extensão - PROBEX, II Mostra Universitária de Ciência, Cultura e Arte - MUCA. Universidade Federal de Campina Grande 2005. Disponível em: <http://www.agais.com/sa0106_processamento_de_alimentos.pdf>. Acesso em: 05 maio 2009.

OLIVEIRA, A. R. G. de. Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*Passiflora edullis*) e abacaxi (*Ananas comosus*) desidratados. **Revista Ciência Agrônômica**. Fortaleza, CE, v. 38, n. 3, p. 251-256, 2007.

PARK, K. J.; VOHNIKOVA, Z.; BROD, F. P. R. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). **Journal of Food Engineering**. Oxford, v. 51, n. 3, p. 193-199, 2002.

QUEIROZ, M. B. **Estudo dos parâmetros de torração de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. 1999. 109 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. Campinas, SP, 1999.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B. de. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, 2007.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**. Cambridge, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

RIBEIRO, M. S. **Caracterização da polpa de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) obtida por atomização**. 1999. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1999.

RODRIGUES, D. M.; GUIMARÃES, L. A.; SANTOS, T. M.; FRAHAN, B. H. **Comercialização do cupuaçu no Estado do Pará, Brasil**. Belém, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará / Université Catholique de Louvain, 1996.

SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESAÑA, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 49, n.1, p. 103-114, 2001.

SHIGEMATSU, E.; EIK, N.; M. KIMURA, M.; MAURO, M. A. Influência de pré-influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 25, n. 3, p. 536-545, 2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed., São Paulo: Editora Varela, 2007, 536 p.

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

SOUSA, P. H. M. de.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. de S. de.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. de. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 23 supl. p. 126-130, 2003.

SOUSA, P. H. M. de.; NASSU, R. T.; SOUZA FILHO, M. de S. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA NETO, M. A. de. **Obtenção de banana desidratada osmoticamente seguida de secagem em estufa**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 3 p.

SOUSA, P. H. M. de. **Desidratação osmótica de banana com e sem vácuo com complemento de secagem em estufa de circulação de ar**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2002.

SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA, A. C. R. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP, v. 25, p. 414-416, 2003.

SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D.. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência. Tecnologia. Alimentos**. Campinas, SP, v. 26, n. 3, p. 715-723, 2006.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n. 49, p. 247-256, 2001.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. High-quality fruit and vegetable products using combined processes. In: FITO, P. (Ed) **Osmotic dehydration e vacuum impregnation**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 2001. cap. 1, p. 3-9.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 247-253, 2001.

VENTURIERI, G. A.; MENDONÇA, M. L. **Cupuaçu sem semente**: histórico e aparecimento da cultivar. Informativo Sociedade Brasileira de Fruticultura. 4(4):12-13, 1985.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu**: a espécie, sua cultura, usos, e processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultados médios dos parâmetros analisados da polpa de cupuaçu desidratada em diferentes tempos de secagem convencional

Variáveis analisadas	Tratamentos (tempo em horas de desidratação)											
	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h	46 h	52 h	58 h
	Tempo de armazenamento (dias)											
	0 dias			30 dias			60 dias			90 dias		
pH	3,60	3,630	3,61	3,61	3,57	3,58	3,56	3,61	3,56	3,59	3,61	3,49
(°Brix)	29,0a	30,1a	31,5 ^a	28,5b	29,4b	30,6b	28,4b	29,23c	30,13 c	28,4b	29,23c	30,13c
Umidade %	26,1b	26,2a	24,8ab	29,3a	26,4a	23,9b	25,8b	26,68a	25,3ab	26,8b	26,66a	26,08a
ATT (% ácido cítrico)	1,8	1,89	2,1	1,87	1,92	2,3	1,88	1,97	2,5	1,92	2,2	2,5
Vitamina C	51,29	46,75	46,28	51,29	35,14	34,84	31,93	30,11	28,85	31,21	29,51	28,40
Aw	0,68	0,67	0,62	0,68	0,68	0,63	0,68	0,68	0,63	0,69	0,68	0,63

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey
 ATT – acidez total titulável, SST – sólidos solúveis totais; AW - atividade de água

APÊNDICE B – Resultados médios dos parâmetros analisados da polpa de cupuaçu com adição de sacarose desidratada

Variável	Tratamentos % de açúcar (sacarose comercial)															
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
Analisada	Tempo de armazenamento em dias (dias)															
	0 dias				30 dias				60 dias				90 dias			
pH	3,6a	3,5c	3,5c	3,5c	3,6a	3,6a	3,6a	3,6b	3,5b	3,6b	3,6b	3,6 ^a	3,5a	3,6b	3,6b	3,6a
(°Brix)	29,0	26,83	35,53	39,50	29,50	25,43	34,4	38,8	28,4	25,2	33,8	38,2	28,43	24,9	33,5	37,8
Umidade	26,1b	23,7d	26,0a	18,3b	29,3a	26,5c	26,3a	20,3 ^a	25,8b	29,1b	26,6a	21,9a	26,8b	31,32a	26,2a	21,8a
ATT																
(% ácido cítrico)	1,8	0,91	0,81	0,72	1,85	0,96	0,84	0,76	1,91	0,95	0,87	0,79	2,1	0,95	0,9	0,83
Vitamina C	51,29	46,94	52,76	52,44	34,80	42,27	34,8	40,2	31,9	40,6	35,1	33,6	31,2	34,28	30,3	30,9
Aw	0,68a	0,72b	0,71b	0,64a	0,68a	0,75a	0,7a	0,63 ^a	0,68a	0,73b	0,72a	0,64a	0,69a	0,73b	0,72a	0,64a

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey
 ATT – acidez total titulável, SST – sólidos solúveis totais; AW - atividade de água.

APENDICE C – Resumo da análise de variância das variáveis físico-químicas da polpa de cupuaçu *in natura* desidratada em diferentes tempos de secagem convencional

QM							
Fonte de Variação	G.L	pH	ATT	Vitamina C	Umidade	SST °BRIX	AW
Trat-a	2	0,006NS	59.938**	23,375NS	12,976**	0,005	0,0116**
Resíduo-a	6	0,005	1,765	15,836	1,200	0,0083	0,00008
Parcelas	8						
Trat-b	3	0,004ns	26,175**	658,887**	1,572ns	1,809*	0,00020**
Int. Ta x Tb	6	0,003 ns	1,346ns	4,286ns	4,116**	0,121**	0,00001ns
Resíduo-b	18	0,0048	2,823	16,819	0,586	0,00500	0,00002
Total	35						
Média		3,58	2,070	14,818	35,763	0,666	26,214
C.V % (a)		2,06	0,308	8,966	11,127	1,346	4,179
C.V % (b)		1,94	0,239	11,338	11,467	0,629	2,921

(1) ^{ns} - não significativo, * - significativo a 5 %, ** - significativo a 1 %.

(2) GL – grau de liberdade, QM – quadrado médio, ATT – acidez total titulável, SST – Sólidos solúveis totais; AW - atividade de água.

APENDICE D – Resumo da análise de variância das variáveis físico-químicas da polpa de cupuaçu desidratada adicionada de sacarose

QM							
Fonte de Variação	G.L	pH	ATT	VITAMINA C	UMIDADE	SST °BRIX	AW
Trat-a	3	0,0041**	136,5**	30,38**	127,1**	398,3**	0,021**
Resíduo-a	8	0,0002	0,98	8,03	0,42	0,17	0,00005
Parcelas	11						
Trat-b	3	0,012**	2,92ns	833,24**	20,1**	5,72**	0,00023*
Int. TaxTb	9	0,002**	1,12ns	28,8ns	9,3**	0,40ns	0,00017**
Resíduo-b	24	0,00008	1,74	26,82	0,52	0,18	0,0005
Total	47						
Média		3,621	1,234	38,984	25,432	31,841	0,698
C.V % (a)		0,398	10,472	7,270	2,539	1,310	1,053
C.V %(b)		0,243	13,966	13,283	2,836	1,317	1,026

(1) ^{ns} - não significativo, * - significativo a 5 %, ** - significativo a 1 %.

(2) GL – grau de liberdade, QM – quadrado médio, ATT – acidez total titulável, SST – sólidos solúveis totais; AW - atividade de água

APÊNDICE E – Fotos da desidratação da polpa de cupuaçu



Pesagem do fruto cupuaçu



Desidratação da polpa de cupuaçu
adicionada de sacarose



Desidratação da polpa de cupuaçu
adicionada de sacarose



Polpa de cupuaçu desidratada
adicionada de sacarose



Polpa de cupuaçu desidratada
adicionada de sacarose



Polpa de cupuaçu desidratada e
embalada