**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO – PPG-ATU**

# CONSERVAÇAO PÓS-COLHEITA DO FRUTO DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DA ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO

**GLAUBER JACAÚNA XISTO**

**Manaus - AM**

**2020**

**GLAUBER JACAÚNA XISTO**

# CONSERVAÇAO PÓS-COLHEITA DO FRUTO DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DA ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

**Orientadora:** Dra. Jerusa de Souza Andrade

**Manaus, AM**

**2020**

## Folha de aprovação

A Banca Julgadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**TÍTULO:** "CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO"

**AUTOR:**

GLAUBER JACAÚNA XISTO

**BANCA JULGADORA:**

**FRANCISCA MARTA N. DE OLIVEIRA FREITAS, Dra.**
(Nilton Lins)
(Membro)

**ROSANA ANTUNES PALHETA, Dra.** (IFAM)
(Membro)

**SHIRLEY ALCOLUMBRE GONÇALVES OLIVEIRA, Dra.**
(UniNorte)
(Membro)

Manaus, 29 de outubro de 2015.

**Sinopse:**

Estudou-se o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento na conservação pós-colheita do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer).

**Palavras-chave:** Estocagem, Atmosfera modificada, período de prateleira, Tecnologia de alimentos.

**Dedico**

*Aos meus pais* ***Leonel de Jesus da Silva Xisto*** *e* ***Maria Suely Jacaúna Xisto*** *(in memoriam), que sempre estiveram ao meu lado apoiando-me e incentivando-me a realizar os meus sonhos.*

*Aos meus irmãos e toda minha família que de forma direta ou indireta facilitaram minha chegada até o fim deste mestrado.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Supremo Criador, obrigado por ter me concedido a vida, e o privilégio de poder ter galgado este mestrado, além de ter me concedido muitas bênçãos.

Aos meus pais Maria Suely Jacaúna Xisto (*in memoriam*) e Leonel de Jesus da Silva Xisto desde início da minha vida acadêmica que muito me incentivaram e não mediram esforços para que eu chegasse ao fim desta curta jornada.

À minha orientadora Dra. Jerusa de Souza Andrade pelos ensinamentos, confiança, amizade, bom relacionamento profissional, incentivo a prosseguir meus estudos e auxílio durante todas as etapas desse mestrado que servirão para a minha vida profissional.

Ao Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira, pelos valorosos conselhos no início deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos Augusto Meirelles, Rafael Silva Castro, Juliana Macêdo, Terezinha Corrêa P. Freire, Sra. Graça e pela ajuda e companheirismo no desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de laboratório, José Nilton Rodrigues Figueiredo, Michele de Souza, Mariane Souza Chaves, Klauberth Alberth, Milena Guerreiro, Nathália Siqueira Flor e Moacir C. Andrade Jr, pela contribuição, apoio e companheirismo.

A Raimundo Silva de Souza, Aparecida Bittencourt, Renata Silva, Sra. Maria Socorro Bezerra de Lima, José Ribamar B. Castro e demais funcionários da Coordenação de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos pelos momentos de companheirismo.

A todos os funcionários dos laboratórios de microbiologia do solo, temático de solos e plantas e os demais funcionários do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela colaboração na realização deste trabalho.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela oportunidade de participar do curso de Pós-Graduação em Agricultura no Tropico Úmido e fornecer a estrutura necessária para a condução deste trabalho.

A FAPEAM pela concessão da bolsa de estudo que proporcionou apoio fundamental para realização dessa e de outras pesquisas na Amazônia.

# Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL ..... 9
2. REVISÃO DE LITERATURA ..... 11
2.1.2 Palmeiras da família Arecaceae ..... 11
2.1.3 Informações gerais sobre o tucumã ..... 11
2.1.4 Comercialização e transporte ..... 14
2.1.5 Utilidades do tucumã ..... 15
2.1.6 Composição química ..... 16
2.1.7 Pós-colheita de frutos ..... 16
2.1.8 Contaminação dos alimentos ..... 17
2.1.9 Atmosfera modificada ..... 18
2.3.1 Utilização da embalagem ..... 19
2.3.2 Deterioração do fruto ..... 19
2.3.3 Tecnologias para o processamento do tucumã ..... 20
3. REFERÊNCIAS ..... 21
4. OBJETIVOS ..... 26
4.1 GERAL ..... 26
4.2 ESPECÍFICOS ..... 26
5 ARTIGO: Conservação pós-colheita do fruto de tucumã em função do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento ..... 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rendimento de casca do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem durante 12 dias de armazenamento.....31

Tabela 2. Rendimento de polpa do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem durante 12 dias de armazenamento.....33

Tabela 3. Carotenoide da polpa do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem, durante 12 dias de armazenamento.....34

Tabela 4. Acidez titulável total da polpa do tucumã de vez e maduro em função do tipo de embalagem, durante 12 dias de armazenamento.....36

# 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia compreende a floresta tropical com maior biodiversidade do mundo. Com dimensões tão grandes sendo fonte de vida e de renda para aproximadamente 200.000 famílias que coletam frutos nativos, cuja comercialização é atividade responsável por 10 % do total da renda advinda do extrativismo (IBAMA, 2006).

Dentre as espécies vegetais nativas exploradas da Amazônia, encontra-se o tucumanzeiro (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.), uma palmeira de grande potencial econômico devido suas diversas utilidades. Uma das principais formas de aproveitamento da árvore de tucumã é a obtenção dos frutos.

Os frutos têm participação crescente no agronegócio da região Norte, principalmente pela comercialização para consumo como fruto fresco e processamento da polpa, com boas características agroindustriais no preparo de picolés, sanduíches e sorvetes (Revilla, 2000).

Entretanto, o comércio da polpa de tucumã em Manaus-Amazonas ainda é realizado de modo informal, sendo o curto tempo de prateleira um dos principais problemas para a comercialização. Em trabalhos anteriores sobre pós-colheita de tucumã, observou-se a deterioração microbiológica e enzimática dos frutos (Flor, 2013).

Frutas e hortaliças minimamente processadas são alimentos preparados com a finalidade de oferecer a comodidade dos alimentos prontos para o consumo, entretanto, devem possuir o máximo de características do produto “in natura”. Para isso, são

lavados, sanitizados, descascados, cortados, embalados e mantidos em refrigeração por um período razoável de tempo (Alzamora et al., 2000).

As reações de oxidação, perda ou absorção de água durante o período de estocagem dos frutos minimamente processados (Reis *et al*., 2004), refletem no valor nutricional dos alimentos (Araújo, 2006). A determinação da composição centesimal e a estimativa do valor energético são ferramentas comumente usadas para determinar o valor nutricional dos alimentos (Gava, 2009). Outro fator a ser observado são as mudanças nas características sensoriais como aparência, cor, sabor e textura, os quais são os principais sinais da ocorrência de processos metabólicos ou catabólicos inerentes aos alimentos *in natura*. Em função do tempo pós-colheita e, principalmente, pós-processamento, os processos catabólicos passam a predominar, levando à senescência. As análises químicas, físico - químicas e principalmente sensoriais, são utilizadas para detectar a ocorrência de reações oxidativa ao longo da vida de prateleira em frutos e hortaliças (Chitarra; Chitarra, 2006).

Segundo Revilla (2000), Miranda *et al*. (2001) e Rabelo (2012), o tucumã é um fruto das palmeiras que tem grande aceitação pelos consumidores. O baixo rendimento da polpa, as dificuldades de despolpa e a expansão da disponibilidade de polpa em fatias, indicam que o tucumã é um fruto que necessita de estudos que possam contribuir para sua comercialização como fruto minimamente processado.

Para cumprir os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores e pela legislação (Souza, 2001), além do frescor e da qualidade sensorial, o tucumã minimamente processado tem que manter as características nutricionais do fruto *in natura*, ou seja, preservar aquelas substâncias responsáveis pelo valor nutricional.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento na conservação pós-colheita do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum G. Meyer*).

# 2. REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1 Palmeiras da família Arecaceae

As palmeiras são plantas monocotiledôneas da família Arecaceae (Palmae) na nomenclatura técnica. Representadas por cerca de 2.600 espécies reunidas em mais de 240 gêneros. São as plantas mais características da flora tropical e são elementos importantes na composição do paisagismo nacional sendo muitas destas de grande importância econômica pelos diferentes produtos que delas podem ser obtidos, sendo que os produtos destinados a alimentação humana ocupam o primeiro lugar (Lorenzi *et al.*, 2004).

No Brasil as palmeiras são bem representadas, podendo-se encontrar espécies nativas e exóticas (Lorenzi *et al.,* 1996). Segundo Valente e Almeida (2001) há uma estimativa de que cerca de 190 espécies e variedades de palmeira sejam encontradas na Amazônia. Os frutos da grande maioria são comestíveis, normalmente apresentam sabor característico, muito agradável, aspectos exóticos e alto valor alimentício e energético.

### 2.1.2 Informações gerais sobre o tucumã

O tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) é uma espécie nativa da América do Sul, sendo encontrado naturalmente nos Estados do Acre, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas, Roraima e parte do Pará (Henderson, 1995; Costa *et al*., 2005). Pertence ao gênero *Astrocaryum*, cujo centro de diversidade genética mais importante é a Amazônia (Lleras *et al*., 1983). O tucumã-do-amazonas é uma palmeira tropical encontrada em terra firme na Amazônia, com ocorrência circunscrita à Amazônia Ocidental e Central

brasileira e sendo comum em áreas que sofrem ação antrópica, como as capoeiras (FAO, 1987; Miranda *et al*., 2001).

Esta espécie é monóica e apresenta crescimento monopodial, estipe ereto e solitário (Cavalcante, 1996). Altura de 8 a 20 m podendo alcançar 25 m (Henderson, 1995; Lorenzi *et al*., 1996; Lorenzi *et al*., 2004). O estipe tem em média 12 a 40 cm de diâmetro, guarnecido com espinhos negros de até 15 cm de comprimento, finos, longos e pungentes. Apresenta folhas do tipo pinadas, com número de 5 a 15 e de até 10 cm de comprimento. Os frutos são drupas variando em sua forma de subglobosos, globosos a ovóides, com medidas variadas, sendo as mais comuns entre 4,5 a 6 cm de comprimento e 3,5 a 4,5 cm de diâmetro e pesam de 60 a 80 g com cálice e corola persistentes; o epicarpo liso e duro possui coloração verde-amarelada e mede 1,0 a 1,5 mm de espessura; o mesocarpo apresenta coloração amarelo-alaranjada, compacto, firme e oleaginoso com 7,0 a 8,0 mm de espessura e endocarpo pétreo, negro, consistente e lenhoso, medindo 2,0 a 5,0 mm de espessura. Em geral ocorre uma semente por fruto, mas pode apresentar duas (FAO, 1987; Kahn e Millán, 1992; Cavalcante, 1996; Mendonça, 1996; Miranda *et al*., 2001).

Devido ao fato destas palmeiras ocorrerem nos ecossistemas de floresta de terra firme da Amazônia Central e Ocidental e estarem freqüentemente associadas à ambientes degradados e de vegetação secundária (capoeiras), savanas, pastagens e roçados, são excepcionalmente tolerantes a solos pobres e degradados (FAO, 1987).

### 2.1.3 Importância econômica

Segundo Costa (2000), o tucumanzeiro é uma palmeira que apresenta potencial para ser integrado em sistemas agroflorestais e é uma espécie que prospera, principalmente, em áreas desmatadas, podendo ser utilizado na recuperação dos solos degradados.

Os frutos de tucumã apresentam franca expansão para comercialização regional, mas, segundo Lopes (2009), para ampliar e atender melhor esse mercado seria necessário informações sistematizadas sobre avaliação de genótipos de tucumã para o melhoramento das populações naturais (*in situ)* elevando a qualidade dos frutos dessas populações, além da realização de plantios comerciais com genótipos selecionados. O ideal seria o plantio de variedades que produzem frutos com bastante polpa, sabor adocicado, médio a alto conteúdo oleaginoso e menor quantidade de fibras insolúveis aglomeradas em forma de feixes.

Os frutos inteiros ou a polpa em forma de fatias são comercializados nas feiras, mercados, padarias e nas principais ruas do centro de Manaus - AM. Deste modo, a comercialização dos frutos, da polpa e de seus derivados representa uma atividade significativa e crescente no âmbito regional (Ferreira e Gentil, 2002).

No trabalho realizado por Didonet (2012), com relação ao mercado de tucumã, observou-se que em 9 meses do ano (dezembro a agosto) foram indicados pelos comerciantes entre 7 a 10 procedências, abastecendo o mercado a cada mês. Os municípios mais importantes nesse período foram Itacoatiara, Rio Preto da Eva, Autazes, Barreirinha e Careiro-Castanho. A quantidade de frutos que entrou mensalmente no mercado de Manaus se manteve estável em torno de 34,5 (±4,6) t, com destaque para agosto (42,8 t), mês com maior quantidade de tucumã comercializado. Nesse período o preço da saca variou de 26% em torno da média de R$ 72,48 (±16,77) no período, principalmente devido a um aumento no mês de junho (R$ 108,33), entretanto os feirantes mantiveram os preços da revenda dos frutos e do kg da polpa mais estáveis, com variação dos preços no varejo de apenas 4% e 6% em torno das médias de R$ 3,55 (±0,15) e R$ 28,84 (± 1,69) respectivamente nesse período.

Entre agosto e outubro, meses com o máximo e o mínimo ofertado, houve uma variação positiva do preço da saca (109%), dúzia do fruto (91%) e produto beneficiado (42%). A limitação da quantidade ofertada, considerando uma demanda pelo tucumã no mínimo constante, provavelmente provocou o aumento do preço nos meses de escassez.

Em novembro, embora tenha sido registrado um aumento no número de procedências indicadas (7) com relação aos meses anteriores, a quantidade de frutos comercializados (26,0 t) foi ainda inferior a média anual (30,4 t), somente maior em relação a outubro (13,6 t) e abril (23,0 t) (Didonet, 2012).

Entretanto já houve em novembro uma redução nos preços, equivalentes a um kg de polpa, da saca (R$ 7,30) e da dúzia (R$ 21,20), se aproximando da média anual (R$ 7,90 e R$ 20,65 respectivamente). Já com relação ao preço médio da polpa, em novembro (R$ 36,50/kg) esse se manteve acima da média anual (R$ 32,10/kg). Desta forma, foi observada nesse mês a maior agregação de valor pelo despolpamento dos frutos, visível pela diferença de 72%, entre os preços do kg de polpa beneficiada e não beneficiada (Didonet, 2012).

### 2.1.4 Comercialização e transporte

Em Manaus, os frutos do tucumazeiro procedem do extrativismo, sendo o mercado local abastecido por frutos provenientes de várias localidades do estado do Amazonas, inclusive do estado do Pará. O tucumã tem período de safra, o qual apresenta variação em função da localização na região Amazônica. Assim, Manaus é abastecida por frutos durante o ano todo.

O transporte do tucumã é realizado em embalagens do tipo sacas de fibra de 50 kg que chegam a suportar até 600 frutos e estas sacas são armazenadas em porões de barcos, onde são deslocados por atravessadores da local de colheita até o ponto de

comercialização nas feiras da capital. Os frutos maduros são utilizados imediatamente para a obtenção da polpa e os demais são armazenados em local abafado para completar o amadurecimento. Deste modo, os frutos são comercializados de acordo com as estratégias adotadas pelos próprios vendedores. No entanto, esses comerciantes têm enfrentado dificuldades em armazenar a polpa *in natura*durante um razoável período de tempo para comercialização.

### 2.1.5 Utilidades do tucumã

Tanto da polpa como da semente do tucumã podem ser extraídos diferentes tipos de óleos comestíveis, ricos em pró-vitamina A (Marinho e Castro, 2007), que tanto podem ser utilizados na indústria alimentícia e de cosméticos como na fabricação de ração animal (Mendonça, 1996).

Existem outras utilidades que beneficiam as populações interioranas, por exemplo as folhas, que, quando devidamente processadas, são obtidas fibras finas e resistentes usadas na confecção de cordas para arco, fabricação de redes de pescar e de dormir, sacolas e paneiros; o estipe duro, flexível e resistente é utilizado para construções rurais e cercas; e o endocarpo é largamente usado no artesanato e na indústria de biojóias (Cavalcante, 1996; Miranda *et al*., 2001)

### 2.1.6 Fenologia e produtividade

O período de floração estende-se de julho a janeiro, o da frutificação é de fevereiro a agosto, com pico em abril. Porém, há sempre indivíduos que produzem fora do período. A coleta dos frutos inicia-se seis a sete meses depois da antese. As árvores produzem de dois a sete cachos por ano que carregam 240 frutos em média. Durante o período de janeiro a abril chega a 260 frutos por cacho e diminui para 156 frutos em julho e agosto (Kahn e Moussa, 1994). O tucumã é de difícil germinação e de crescimento lento (Lorenzi*et al.*, 2004).

### 2.1.7 Composição química

A polpa dos frutos de tucumã apresenta um alto valor nutritivo, principalmente devido ao seu alto teor em lipídios, fibras e carboidratos. Yuyama et al. (2008) avaliaram a composição química do fruto *in natura* e encontraram, em média, 48,46% de umidade, 3,51% de proteínas, 32,29% de lipídios, 0,32% de acidez, 1,26% de cinzas e 14,48% de carboidratos.

De acordo com Marinho e Castro (2007), o tucumã é uma fonte excepcional de carotenóides com atividades de pró-vitamina A, apresentando β-caroteno (92,0 μg/g), α-caroteno (2,5 μg/g) e γ-caroteno (2,1 μg/g).

Segundo Yuyama *et al*. (2008), em se tratando de recomendações, 100g de polpa fresca de tucumã suprem 95,2% das necessidades diárias de vitamina A de um homem adulto, e 46,67g de polpa (aproximadamente 3 frutos) suprem 100% da necessidade diária de uma criança de quatro a seis anos.

### 2.1.8 Pós-colheita de frutos

A qualidade de frutos e hortaliças envolve atributos como aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor e aroma, valor nutricional e segurança do alimento, os quais são decisivos enquanto critérios de compra por parte do consumidor (Cenci, 2006).

Esta qualidade está relacionada a fatores envolvidos nas fases pré-colheita e pós-colheita, ou seja, na cadeia produtiva. Dentre eles, destacam-se os problemas de manuseio, como danos mecânicos e exposição dos produtos em temperaturas elevadas prejudiciais a sua conservação, o uso indiscriminado de agrotóxicos, as contaminações microbiológicas dos produtos provenientes principalmente de fontes de contaminação no cultivo e da falta de higiene e sanitização no manuseio e processamento (Cenci, 2006).

### 2.1.9 Contaminação dos alimentos

Produtos com altos níveis constitutivos de compostos fenólicos, como alcachofra e batata, escurecem facilmente quando o tecido injuriado é exposto ao oxigênio presente no ar atmosférico (Laurila *et al*., 1998). Além disso, existe a probabilidade de contaminação do fruto injuriado por microrganismos patogênicos que se proliferam no tecido vegetal lesionado, contribuindo rapidamente para a deterioração deste fruto.

Dentre os microrganismos mais comuns encontrados estão às bactérias, os fungos e as leveduras. Dentre as bactérias patogênicas, citam-se as do gênero *Salmonella* e *Clostridium*. Em geral, 50 a 90% da população microbiana de frutas e hortaliças são bactérias do gênero *Pseudomonas* (IFPA, 2001).

A Resolução RDC N012, de 2 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (Brasil, 2001), estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos. Estes alimentos podem ser designados como: "frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto", cuja tolerância máxima para amostra indicativa é de $5 \times 10^2$ $NMP.g^{-1}$ ou $UFC.g^{-1}$ de coliformes a 45 ºC/g e ausência de *Salmonella* sp. em 25g.

Os processadores devem estar atentos com a higiene e demais processos de sanitização. Estudos demonstram que a carga microbiológica que as matérias-primas vegetais possuem no momento da colheita está acima de 10 UFC (Unidade Formadora de Colônia) por grama de matéria fresca.

Reduções significativas da população microbiana em frutas e hortaliças minimamente processadas podem ser obtidas com compostos sanitizantes. O cloro é o agente sanitizante mais empregado. Estudos têm mostrado que concentrações de cloro de 0,005 e 0,02% podem inativar células vegetativas de bactérias e fungos (Simons e Sanguansri, 1997).

### 2.2.1 Atmosfera modificada

A embalagem em atmosfera modificada (EAM) consiste na substituição do ar, no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigênio ($O_2$), dióxido de carbono ($CO_2$) e nitrogênio ($N_2$) ao redor do produto. O aumento do prazo comercial deste método de conservação de alimentos deve-se ao efeito inibitório do $CO_2$ sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do $O_2$ do interior da embalagem (Mantilla, et al. 2010).

O principal objetivo da atmosfera modificada aplicada às frutas e vegetais é minimizar a taxa de respiração desses produtos. Isso inclui a supressão da produção do gás etileno, responsável pela aceleração do amadurecimento, deterioração e aceleração da senescência em frutas e vegetais. A redução dos níveis de $O_2$ e o aumento do $CO_2$ na atmosfera em volta de produtos frescos apresentam vários efeitos positivos, pois abrandam a respiração e promovem a retenção de clorofila e outros pigmentos. Além disso, como nos outros produtos, níveis elevados de $CO_2$ reduzem a taxa de crescimento microbiano (Floros; Matsos, 2005).

Neste sentido, o armazenamento de frutos e hortaliças pode ser realizado em atmosfera modificada passiva ou ativa, dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem.

A atmosfera modificada passiva é proporcionada quando o alimento é colocado dentro de uma embalagem selada, mas com permeabilidade a gases, favorecendo consumo de $O_2$ e produção de $CO_2$ por meio da respiração (Zagory e Kader, 1988). Nestas condições não há controle rigoroso sobre a atmosfera alcançada dentro da embalagem, ou seja, para se atingir e manter a composição da atmosfera dentro dos limites desejados, a permeabilidade do filme deve permitir a entrada de $O_2$ a uma taxa compensada pela respiração do fruto ou hortaliça. A saída do $CO_2$, também deve

permitir um equilíbrio com a quantidade $CO_2$ produzida pela respiração, havendo elevação inicial seguida por manutenção dos níveis de $CO_2$ (Lana e Finger, 2000).

Na atmosfera modificada ativa é criado vácuo parcial seguido pela injeção de mistura gases desejada dentro da embalagem. Esta mistura pode conter níveis adequados de $CO_2$, $O_2$ ou nitrogênio para se produzir o efeito desejável no interior da embalagem.

### 2.2.2 Utilização da embalagem

A estratégia da embalagem sob atmosfera modificada é retardar o crescimento dos microrganismos patogênicos e deteriorantes presentes, a partir da diminuição da concentração de $O_2$ e da aplicação de níveis elevados de $CO_2$, que possui efeito inibidor do crescimento bacteriano. A modificação da atmosfera no interior da embalagem é determinada pela interação de três processos: respiração do produto, difusão do gás através do produto e permeabilidade do filme aos gases (Mantilla *et al*., 2010).

### 2.2.3 Deterioração do fruto

A respeito das regras fisiológicas de frutos e vegetais, já está estabelecido que sua deterioração, mudança no sabor, na textura e no valor nutricional são ocasionados também por enzimas do grupo das oxidoredutases (Lee *et al.*, 1984; Sciancalepore e Alviti, 1985; Robinson, 1987). Neste grupo participam as enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), presentes em um grande grupo de frutos e vegetais (Vamos-Vigyazo, 1981). Essas enzimas são responsáveis pelo escurecimento em frutos, vegetais e seus produtos processados, por isso o controle das atividades destas enzimas é de grande importância durante a transformação dessas matérias-primas para a obtenção de produtos processados (Clemente e Pastore, 1998).

Nos vegetais, a POD induz a mudanças negativas de sabor durante a estocagem. É uma enzima resistente ao calor e sua inativação tem sido freqüentemente usada como

índice da efetividade do branqueamento, tratamento térmico aplicado em alimentos para inibir a ação das enzimas. A perda da sua atividade enzimática num produto branqueado indica uma perda correspondente da atividade para outras enzimas de deterioração (Eskin, 1990).

Em uma pesquisa realizada sobre a conservação da polpa (em fatias) de tucumã, durante 20 dias e sob refrigeração, Flor (2013) observou que a polpa de tucumã não branqueada teve maior atividade enzimática do 5° ao 15° dia de estocagem, favorecendo o escurecimento da mesma. Por outro lado, o branqueamento ocasionou uma diminuição da atividade de peroxidase entre 5 e 10 dias de estocagem, alcançando até 7,3 U. $g^{-1}$. $min^{-1}$, seguido de um aumento da atividade chegando a 34,57 U. $g^{-1}$. $min^{-1}$; medidas da coloração mostraram que não ocorreu o escurecimento da polpa.

### 2.2.4 Tecnologias para o processamento do tucumã

Apesar do elevado consumo da polpa *in natura* como recheio de sanduíches, o número de pesquisas realizadas com tucumã é muito baixo e a maioria tem enfoque tecnológico. Flor (2013) desenvolveu uma formulação de pasta de tucumã e também, avaliou a qualidade da polpa armazenada sob-refrigeração. Teixeira (2009) utilizou o óleo do tucumã na elaboração de um molho para salada e avaliou a composição química e a aceitabilidade do produto. A combinação da polpa de tucumã com gordura hidrogenada foi utilizada por Picanço (2000) para obter uma pasta, cuja qualidade foi avaliada mediante análises físico-químicas e sensoriais. Já Yuyama *et al*. (2008) avaliaram a vida-de-prateleira do tucumã desidratado e pulverizado.

Contudo, não existem pesquisas acerca do amadurecimento e da conservação pós-colheita do fruto de tucumã do Amazonas. Neste contexto e diante da sua importância para a região, justificou-se o desenvolvimento de pesquisas para avaliar o

comportamento do fruto durante o período pós-colheita, colaborando para o incremento de informações relacionadas à cadeia produtiva deste fruto.

## 3. REFERÊNCIAS

Alzamora, S. M.; Tapia, M. S.; Lopez-Malo, A. 2000. *Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications*. Maryland: An Aspen Publication, 360 p.

Araújo,J,M,A.2006.Química de alimentos: teoria e pratica. Viçosa. Ed: UFV, 478 p

Arnon, D. I. 1949.Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxydase in Beta vulgaris. Plant Physiology, v. 24, n. 1, p. 1-15.

Cavalcante, P.B. 1996. *Frutas Comestíveis da Amazônia*. 6ª ed. CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. 279p.

Censi, S.A. 2006. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). Recomendações básicas para aplicação das boa práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67 - 80.

Chitarra,A.B.; Chitarra,M.I.F. 2006. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*.Editora de UFLA.292 p.

Clemente, E. 1998.*Purification and termostability of isoperoxidase from oranges.*Phytochemistry, Kidlington/Oxon, v. 49, p. 29-36.

Clemente, E.; Pastore, G. M. 1998. *Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology*.Ciênc.Tecnol.Aliment., Campinas, v. 32, n. 2 p. 167- 171.

Cliffe, S.; Fawer, M. S.; Maier, G.; Takada, K.; Ritter, G. 1994. Enzyme assays for the phenolic content of natural juices. *Journal Agricultural Food Chemistry*, v. 42, p. 1824-1828.

Costa, J.R.; Leeuwen, J.V.; Costa, J.A. 2005. *Tucumã-do-amazonas.* In: Medina, G.; Shanley, P. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Belém. 304p.

Costa, J.R.D. 2000. *O tucumã (Astrocaryum aculeatum Meyer): uma espécie de potencial agroflorestal para a terra firme do Estado do Amazonas-Brasil*. In: III

Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Embrapa, Manaus. Resumos expandidos, p.232-234.

Didonet, A.A. 2012. O mercado de um produto florestal não madeireiro e o resíduo sólido gerado pela sua comercialização: o caso do tucumã (Astrocaryum aculeatum G. Mey.) nas feiras de Manaus. Dissertação de mestrado: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, 67 p.

Eskin, N. A. M. *Biochemistry of Foods*. 2a edição. Academic Press, Canadá Serie, p. 506-507, 1990.

F.A.O. 1987. *Especies florestale sproductoras de frutas y outros alimentos*. Rome, (Ejemplos de America Latina), 44/3). 241p.

Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2002. *Beneficiamento, pré-tratamento e germinação de sementes de tucumã (Astrocaryum aculeatum Meyer-Arecaceae*). In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Belém, Resumo expandido.

Flor, N.S. 2013. *Conservação da polpa e elaboração da pasta de tucumã (Astrocaryum aculeatum G. Mey)*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus-AM, 46p.

Floros, J. D.; Matsos, K. I. Introduction on modified atmosphere packaging. In: HAN, J. H. Innovations in food packaging. 2005. Disponívelem: <http://books.google.com.br/books>. Acesso em: 20 de agosto de 2013.

Fujita, S.; Saari, N., Maegawa, M.; Tetsuka, T.; Hayashi, N.; Tono, T. 1995. *Purification and properties of polyphenol oxidase from cabbage (Brassica oleracea L.).*Agric. FoodChem**.** v.43, p. 1138-1142.

Gava, A.J.;Silva,C,;Frias,J.R.G.2009.Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações São Paulo: Nobel, 511p.

Henderson, A. 1995.*The palms of the Amazon*. New York: Oxford University Press. 362p.

IBAMA. 2006. *O neoextrativismo ou agroextrativismo*. Brasília. (http://www.ibama.gov.br/resex/textos/h12.htm). Acessado em 15/08/2011.

ICMSF. 2002. *Microorganisms in Foods*7: *Microbiological Testing in Food Safety Management*. New York: Plenum, 388 p.

IFPA, 2001.*Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry*. 4th ed. Washington, DC, EUA, 213p.

Kahn, F.; Millán, B. 1992. *Astrocaryum* (Palmae). *In*: Amazonia a preliminary treatment. Bull. Inst. Fr. ÉtudesAndines. 21 (2): 459-531.

Kahn, F.; Moussa, F. 1994. *Uma palmeira bem manauara.* Cendotec (São Paulo), ano 6:14-16.

Lana, M.M.; Finger, F.L. 2000. Atmosfera modificada e controlada: Aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 34 p. (comunicação para transferência de tecnologia).

Laurila, E.; Kervinen, R.; Ahvenainen, R. 1998. *The inhibition of enzymatic browning in minimaly processed vegetables and fruits.* Post-harvest News and Information, Amsterdam, v 9, n 4, p. 53-66.

Lee, C.Y.; Pennesi, A.P.; Dickson, M. H. 1984.*Characterization of cauliflower peroxidase isoenzyme*.J.Agr.AndFoodChem., Washington, v. 32, n. 1, p. 18-21.

Lleras, E.; Giacometti, D. C.; Coradin, L. 1983.*Áreas críticas de distribución de palmas en lãs Americas para colecta, evaluación y conservación.* Pp. 67-101. In: Informe de lareunión de consulta sobre palmeraspoco utilizadas de America Tropical. FAO, Turrialba.

Locarno, M.; Fochi, C. G.; Paiva, P. D. O. 2011. Influência da adubação silicatada no teor de clorofila em folhas de roseira. Ciênc. Agrotec., v. 35, n. 2, p. 287-290.

Lopes, M.T.G. 2009. *Domesticação e Melhoramento do tucumã-do-amazonas In*: Domesticação e Melhoramento: espécies amazônicas, Borem, A. *et al.* Ed.UniversidadeFederal de Viçosa/UFV, Minas Gerais, 468p.Utilizada a 431-432p.

Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Costa, J.T.M.; Cerqueira, L.S.C.; Ferreira, E. 2004. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Plantarum, Nova Odessa, p. 15-16; p. 44.

Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Medeiros-Costa, J.T.; Cerqueira, L.S.C.; Bher, N. 1996. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Plantarum, Nova Odessa, p.28-42.

Mahan, L. K.; Stump, S. E. 2005.*Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 11 ed. São Paulo: Roca, 1242 p.

Mantilla, S. P. S, Mano, S. B, Vital, H. de C., Franco, R. M. 2010. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448.

Marinho, H.A.; Castro, J.S. 2007. *Carotenóides e Valor de Pró-Vitamina A em Frutos da Região Amazônica: Pajurá, Piquiá, Tucumã e Umari*. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br>. Acesso em: 15/08/2011.

Melo, E. de A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. L. A. G de. Araújo, C. R. de. 2008. *Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas*. Alim. Nutr., Araraquara, v.19, n.1, p. 67-72, jan./mar. 2008

Mendonça, M.S. 1996. *Aspectos morfológicos das sementes de algumas espécies de palmeiras (Arecaceae= Palmae) da Amazônia*. Tese Professor Titular da Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 68p.

Miranda, I.P. de A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos e Palmeiras da Amazônia*. MCT/INPA, Manaus. 120p.

Picanço, N.S.; Chaar, J.M.; Brandão, C.L.F.; Ribeiro, J.C.A. 1996. Aproveitamento industrial da polpa de tucumã. Livros de Resumos do XV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Poço de Caldas – MG, Brasil

Pichionni, G.A.; Watada, A.E.; Roy, S.; Whitaker, B.D.; Wergin, W.P. 1994.*Membrane lipid metabolism, cell permeability, and ultrastructural changes in lightly processed carrots.*JournalofFood Science, v 59, p. 597-601.

Rabelo, A 2012. Frutos nativos da Amazônia comercializados nas feiras de Manaus-AM. Manaus-AM, Brazil: INPA, 388P.

Reis, C.M.F.; Vilas BOAS, E.V. de B.; Boari, C.A.; Píccoli, R.H. 2004. *Qualidade e vida de prateleira de banana prata minimamente processada*. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 3, p. 702-708.

Revilla, J. 2000. *Plantas da Amazônia: oportunidade econômica e sustentável*. 1ª ed. Programa de desenvolvimento empresarial e tecnológico, Manaus, AM. 405p.

Robinson, D. S. 1987. *Food Biochemistry and Nutritional Value.*Logman Scientific and Technical: Essex, 320 p.

Saltveit, M. E. 1997. P*hysical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables.* In: Tomás-Barberan, F. A.; Robins, R. J. (Ed.), Phytochemistry of fruit and vegetables**.** London: Oxford University Press,p. 205-220.

Sciancalepore, V.; Alviti, F. S. 1985.*Preliminary study on multipleform of peroxidase from Malavasiagrapes*.Lebesmittel – Wissenschaft and Technologie, Zurich, v. 18, n. 2, p. 174-177.

Simons, L.K.; Sanguansri, P. 1997. *Advances in the washing of minimaly processed vegetables*.Food Australia, v 49, n 2, p. 75-80.

Southgate, D. A. T. 1996. *Determination of food carbohydrates*. London: Ed. Applied Science Publishers LTD., 232 p.

Souza, R. A. 2001. *Mercado para produtos minimamente processados*. Informações Econômicas, São Paulo, v. 31, n. 3.

Teixeira, S. M. L. *Avaliação sensorial de molho para salada sabor tucumã*. Resumos da 61ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Valente, R.M.; Almeida, S.S. 2001.*As Palmeiras de Caxiuanã: informações Botânicas e utilização por Comunidades ribeirinhas*. Belém: Ed. da UFPA.

Vamos-Vigyazo, L. 1981.*Polyfhenoloxidase andperoxidase in fruitsandvegetables*.CRCCrit Ver. Food Science Nutrition.Boca Raton/USA, v. 49, p. 127.

Vanetti, M.C.D. 2004. *Segurança microbiológica em produtos minimamente processados*. In: Encontro Nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças. Viçosa- MG. Palestras, resumos e oficinas... Viçosa.UFV, p.30-32.

Wettasinghe, M.; Shahidi, F. 1999.Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. J. Agric. Food Chem., v.47, p.1801-1812

Yuyama, L.K.O.; Maeda, R.N.; Pantoja, L.; Aguiar, J.P.L.; Marinho, H.A. 2008. *Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (Astrocaryum aculeatum* Meyer*) desidratado e pulverizado*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 28, n. 2, p. 408-412.

Zagory, D.; Kader, A.A. Modifiedatmospherepackagingoffresfproduce.Food Technology, v. 42, n.9,p.70-77, 1988.

Zhuang, H.; Hildebrand, D.F.; Barth, M.M. 1997.*Temperature influenced lipid peroxidation and deterioration in broccoli buds during postharvest storage*. PostharvestBiologyandTechonology, v 10, p. 49-58.

Brecht, J. K.;Ritenour, M. A.; Haard, N. F. e Chism, G. W. 2010. Fisiologia pós - colheita de tecidos vegetais comestíveis. *In*: Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. Química de alimentos de Fennema. Tradução Adriano Brandelli [et al.]. 4. ed.: Artmed, Porto Alegre, RS. p. 760 – 809.-

# 4. OBJETIVOS

## 4.1 GERAL

- ✓ Avaliar o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento na conservação pós-colheita do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer).

## 4.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento nas características físico-químicas da polpa do tucumã.

- ✓ Estimar o tempo de conservação pós-colheita do fruto de tucumã em função do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento.

# Conservação pós-colheita do fruto de tucumã em função do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento

*Glauber Jacaúna Xisto [1, 2]*, Jerusa de Souza Andrade[3], Augusto Meirelles [3], Maisa[2], .....[2], Oscarina de Souza Batalha*[4]

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento na conservação pós-colheita do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 × 3 (estádios de maturação e atmosfera de armazenamento), com quatro repetições. Os tratamentos foram caracterizados pelo tipo de estádio de maturação do tucumã, e os tipos de atmosfera de estocagem (ambiente ou modificada). Os dados foram submetidos à análise de variâncias, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados do presente estudo mostram que as embalagens de Polipropileno e Filme PVC podem ter proporcionado à formação de um microambiente que diminuiu a transpiração, e consequentemente evitou a rápida desidratação da casca e da polpa dos frutos tucumãs. O estádio de maturação "de vez" apresentaram maiores quantidades de carotenoides em embalagem de Filme PVC no oitavo dia, exceto o estádio "maduro" que apresentou valores de significativos de carotenoides no décimo segundo dia em embalagem de Malha. A acidez titulável total dos frutos de tucumã foi influenciada tanto pelas embalagens quanto pelo estádio de maturação "de vez" e "maduro". As embalagens de Polipropileno e Filme PVC são interessantes para manter

---

[1] Este trabalho é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

[2] Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
[3] Professor Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
[4] Zootecnista e Mestra em Agricultura no Trópico Úmido: oscarinabatalha@gmail.com
*Autor para correspondência:

a conservação de casca, polpa, carotenoides, acidez e umidade dos frutos de tucumã “de vez” e “maduro” dentro do período de doze dias.

**Palavras-chave:** atmosfera modificada, conservação pós-colheita, embalagens.

**ABSTRACT**

The objective was to evaluate the effect of the maturation stage and the storage atmosphere on post-harvest conservation of the tucumã fruit (Astrocaryum aculeatum). The experimental design used was completely randomized in a 2 × 3 factorial scheme (maturation stages and storage atmosphere), with four replications. The treatments were characterized by the type of tucumã maturation stage, and the types of storage atmosphere (ambient or modified). The data were subjected to analysis of variances, and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. The results of the present study show that the Polypropylene and PVC film packaging may have provided the formation of a microenvironment that decreased perspiration, and consequently avoided the rapid dehydration of the skin and pulp of the tucumã fruits. The maturation stage “once and for all” presented higher amounts of carotenoids in PVC film packaging on the eighth day, except for the “mature” stage which presented significant values for carotenoids on the twelfth day in mesh packaging. The total titratable acidity of the tucumã fruits was influenced both by the packaging and by the stage of maturation "de vez" and "ripe". The Polypropylene and PVC film packaging are interesting to maintain the conservation of peel, pulp, carotenoids, acidity and moisture of the tucumã fruits "once" and "ripe" within the period of twelve days.

**Key words:** Modified atmosphere, post-harvest conservation, packaging

**INTRODUÇÃO**

A Amazônia compreende a floresta tropical com maior biodiversidade do mundo, onde as espécies frutíferas possuem grande potencial econômico no mercado.

Dentre as espécies comercializadas, encontra-se o tucumã, é um fruto oriundo da palmeira *Astrocaryum aculeatum*, caracteriza-se como pouco ácido, com baixos teores de açúcar, alto teor de β-caroteno, alto valor energético e alto teor de pró-vitamina A, caroteno 51.000 unidades internacional, (Azevedo et al., 2017; Vieira et al., 2017), além do seu formato elipsoide, de polpa fibrosa, consistência pastosa e odor característico, representa uma importante atividade econômica regional (Santos et al., 2018).

O tucumã comercializado em Manaus é procedente de vinte municípios do estado do Amazonas e um do Pará, no qual estima-se que cada vendedor recebe e vende em média 1.138 kg, o que significa um aumento de 168% em cinco anos, com uma média de 22% ao ano de crescimento do consumo de tucumã (Kieling et al., 2019). Sua comercialização é feita de forma *in natura*, em dúzia ou cento, ou processado pelos comerciantes locais, sendo sua polpa vendida por peso (Azevedo et al., 2017).

A polpa alaranjada do tucumã é consumida *in natura* em diversos pratos da culinária local como sanduíches, tapiocas, pães, cremes e sorvetes (Kieling et al., 2019). No entanto, na cidade de Manaus, é possível verificar a polpa de tucumã sendo armazenada de maneira inadequada, o que contribui para a proliferação de microrganismos e o desenvolvimento de doenças transmitidas por alimentos (Azevedo et al., 2017).

Deste modo, o emprego de tecnologias que visam à qualidade durante a vida útil pós-colheita se faz necessário para a comercialização de frutos. Com isso a estratégia de embalagem sob atmosfera modificada é retardar a rápida deterioração do produto, pois a modificação da atmosfera ao redor dos frutos através da aplicação de barreiras artificiais, como plásticos, proporciona uma microatmosfera, com umidade relativa maior que a externa (Oliveira et al., 2014).

Contudo, não existem pesquisas acerca de informações sobre o comportamento pós-colheita e tecnologias de conservação do fruto de tucumã do Amazonas. Neste contexto e diante da sua importância para a região, objetivou-se avaliar o efeito do estádio de maturação e da atmosfera de armazenamento na conservação pós-colheita do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer), para colaborar com o incremento de informações relacionadas à cadeia produtiva deste fruto.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Os frutos do tucumã foram provenientes de propriedades agrícolas localizadas nos municípios de Itacoatiara, Rio Preto da Eva e Autazes. Já os frutos de tucumã, em condições de mistura de progênie, foram adquiridos em feiras livres localizadas no município de Manaus, Amazonas. Os frutos foram depositados em sacos de rafia de 50 kg e transportados até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-INPA.

No Laboratório de Tecnologia de Alimentos os frutos passaram por seleção dos aspectos externos da casca, descartando-se os imaturos, muito maduros e com sinais de deterioração. Em seguida passaram pelo processo de higienização, o qual consistiu nas seguintes operações: lavagem em água corrente com auxílio de escova, para eliminar sujidades advindas do processo de colheita e transporte; sanitização por imersão, durante 15 minutos, em solução de hipoclorito de sódio a 0,01%; enxágue em água corrente, drenagem sobre peneira e secagem durante três horas ao ambiente.

Os frutos de cada lote foram condicionados em dois tipos de embalagens para proporcionar a atmosfera ambiente e atmosfera modificada passivamente. Em seguida, foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 × 3 (estádios de maturação e atmosfera de armazenamento), com quatro repetições. Os tratamentos foram caracterizados pelo tipo de estádio de maturação do

tucumã, e os tipos de atmosfera de estocagem (ambiente ou modificada), consistindo nos seguintes tratamentos: testemunha, onde os frutos não receberam nenhum tipo de tratamento, apenas foram condicionados em redes amarelas de nylon; PVC esticável de cloreto de polivinila, estando, por tanto, sob atmosfera modificada passiva; Saco de polipropileno em que os frutos foram colocados em bandejas e revestidos por saco de polipropileno com orifícios para respiração. Em cada embalagem foi condicionado um total de 15 frutos.

As embalagens contendo os frutos foram armazenadas sobre prateleiras em sala à temperatura ambiente. As analises realizadas no tempo zero (dia da instalação do experimento) e a cada dois dias do período de armazenamento. Para cada dia de analise foi retirada uma embalagem de cada tratamento para as análises físico-químicas conforme a metodologia proposta por (Adolfo Lutz, 2008). Em cada analise, todas as embalagens contendo os frutos foram pesadas para avaliar a perda de massa. O período de avaliação foi de 12 dias.

Para acompanhar o comportamento dos frutos durante o período pós-colheita de armazenamento em atmosfera ambiente e sob atmosfera modificada passivamente foram realizadas as seguintes avaliações: perda de peso, carotenoides totais e acidez titulável e umidade.

A perda de peso foi determinada através da diferença entre o peso inicial dos recipientes contendo os frutos e em cada intervalo de amostragem.

Os carotenóides totais da polpa foram extraídos com álcool iso-propílico e hexano em balão de separação. O hexano contendo os pigmentos foi filtrado e coletado em balão volumétrico contendo acetona. Para arraste total dos pigmentos, o funil de separação foi lavado com hexano, o qual foi coletado no balão e o volume completado

para 50 mL com hexano. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 450 nm de acordo com Higby (1962).

A acidez titulável total (ATT) foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 N e fenolftaleína como indicador e os resultados foram expressos em meq de $NaOHg^{-1}$ de polpa.

A umidade da amostra foi determinada pelo método gravimétrico, em estufa a 105ºC até o peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa ASSISTAT 7.6.

**RESULTADOS E DISCURSSÃO**

A casca vem ser uma característica importante de apresentação dos frutos de tucumã (Tabela 1). As embalagens de Polipropileno e Filme PVC apresentaram diferença estatística ($p<0,05$) no oitavo e no décimo segundo dia de armazenamento em tucumãs "de vez" e "maduros".

Tabela 1. Rendimento de casca do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem durante 12 dias de armazenamento[1].

| Dias de armazenamento | | Malha | Polipropileno | Filme PVC | Médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | |
| 0 | A[2] | 15,06 | 15,06 | 15,06 | |
| | B[3] | 15,06 | 15,06 | 15,06 | |
| 2 | A | 13,89 aA | 15,99 aA | 14,93 aA | 14,94 b |
| | B | 16,67 aA | 16,45 aA | 16,94 aA | 16,69 a |
| | Médias | 15,28 a | 16,22 a | 15,94 a | |
| 4 | A | 18,84 aA | 14,46 aA | 16,67 aA | 16,66 a |
| | B | 17,51 aA | 17,67 aA | 17,55 aA | 17,58 a |
| | Médias | 18,17 a | 16,07 a | 17,11 a | |
| 6 | A | 16,17 aA | 15,55 aA | 17,07 aA | 16,26 a |
| | B | 16,43 aA | 18,96 aA | 18,85 aA | 18,08 a |
| | Médias | 16,30 a | 17,26 a | 17,96 a | |
| 8 | A | 18,36 aAB | 16,94 bB | 21,13 aA | 18,81 b |
| | B | 20,45 aA | 23,36 aA | 21,13 aA | 21,64 a |
| | Médias | 91,41 a | 20,15 a | 21,13 a | |
| 10 | A | 18,23 aA | 18,97 aA | 21,63 aA | 19,61 a |
| | B | 20,20 aA | 20,94 aA | 20,48 aA | 20,54 a |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Médias | 19,21 a | 19,96 a | 21,06 a | |
| 12 | A | 22,75 aA | 22,07 bA | 18,77 aA | 21,20 a |
| | B | 17,98 bB | 26,44 aA | 18,17 aB | 20,86 a |
| | Médias | 20,36 a | 24,26 b | 18,47 b | |

[1]Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade ($p<0,05$). Estádio de maturação: 2 A – tucumã "de vez", 3 B – tucumã "maduro".

Os resultados do presente estudo mostram que as embalagens de Polipropileno e Filme PVC podem ter proporcionado à formação de um microambiente que diminuiu a transpiração, e consequentemente evitou a rápida desidratação da casca dos frutos tucumãs.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a perda de água é minimizada no armazenamento sob atmosfera modificada, devido ao aumento da umidade relativa no interior da embalagem, saturando a atmosfera ao redor do fruto, o que proporciona a diminuição do déficit de pressão de vapor d'água em relação ao ambiente de armazenamento, minimizando a taxa de transpiração.

A polpa vem ser um parâmetro determinante para mostrar qualidade nos frutos. No presente estudo foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$) na percentagem de polpa entre os tratamentos durante o armazenamento, destacando-se principalmente a partir do quarto dia de armazenamento e continuando até o último dia de avaliação.

Tabela 2. Rendimento de polpa do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem durante 12 dias de armazenamento[1].

| Dias de armazenamento | | Malha | Polipropileno | Filme PVC | Médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | |
| 0 | A[2] | 29,6 | 29,6 | 29,6 | |
| | B[3] | 30,2 | 30,2 | 30,2 | |
| 2 | A | 27,51 aA | 26,95 aA | 27,77 aA | 27,41 a |
| | B | 21,53 aA | 22,71 aA | 21,23 aA | 21,82 b |
| | Médias | 24,52 a | 24,83 a | 24,49 a | |
| 4 | A | 20,43 aB | 29,26 aA | 27,81 aA | 25,83 a |
| | B | 22,75 aA | 26,29 aA | 23,54 bA | 24,19 a |
| | Médias | 21,59 b | 27,77 a | 25,67 a | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | A | 20,31 aA | 25,44 aA | 23,70 aA | 23,15 a |
| | B | 17,29 aA | 21,13 aA | 20,75 aA | 19,72 b |
| | Médias | 18,80 b | 23,29 a | 22,22 a | |
| 8 | A | 16,14 aB | 25,40 aA | 18,29 aB | 19,94 a |
| | B | 13,19 bB | 16,42 bAB | 18,29 aA | 15,97 b |
| | Médias | 14,67 c | 20,91 a | 18,29 b | |
| 10 | A | 15,03 aB | 22,60 aA | 17,00 bB | 18,21 a |
| | B | 12,19 bC | 17,29 bB | 20,80 aA | 16,76 a |
| | Médias | 13,61 b | 19,94 a | 18,80 a | |
| 12 | A | 9,36 aB | 21,05 aA | 23,86 aA | 18,09 a |
| | B | 9,59 aC | 14,37 bB | 22,26 aA | 15,41 b |
| | Médias | 9,48 c | 17,71 b | 23,06 a | |

[1]Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$). Estádio de maturação: 2A – tucumã “de vez”, 3B – tucumã “maduro”.

Durante o armazenamento, as maiores perdas de polpa ocorreram nos frutos com embalagem de malha. O comportamento dos frutos em atmosfera modificada passiva, em embalagem em polipropileno e filme PVC, mostra que a manutenção da matéria fresca pode ser possível devido o aumento da umidade relativa do ar no interior da embalagem saturando a atmosfera ao redor do fruto. Os resultados obtidos no presente estudo são assemelhastes aos obtidos por Oliveira et al. (2014) que observaram menores perdas de massa em frutos de camu-camu envolvidos por filmes plásticos.

No entanto, observou-se que a polpa foi ficando seca e fibrosa no decorrer do período de estocagem, mesmo estando nas embalagens polipropileno e filme PVC, saindo com facilidade durante o processo de despolpa. A perda de massa em frutos embalados com filmes plásticos está diretamente relacionada à baixa taxa de transmissão de vapor d’água da embalagem, sendo que, quanto menor a taxa de transmissão, menor o déficit de pressão de vapor d’água e maior a umidade relativa no interior da embalagem, o que reduz a taxa de transpiração das frutas (Cia et al., 2010).

De acordo com Flor (2013) a perda de massa do tucumã são lineares decrescentes, representando cerca de 2 a 9% em polpa branqueada e de 1 a 8% em polpa não branqueada, mesmo estando em embalagens de filmes plásticos.

Para Ferreira et al. (2008) a concentração de fibra bruta apresentada no fruto *in natura*, de 10,93% e na torta de 18,63% aponta o fruto de tucumã como importante fonte de fibra alimentar, quando comparado a outros alimentos. Fator que deve ter influenciado ao longo do armazenamento no presente estudo.

Os carotenoides da polpa do tucumã apresentaram diferença estatística ($p<0,05$) entre os tratamentos analisados (Tabela 2), constatou-se que no oitavo dia de experimento os tucumãs em estádio de maturação "de vez" apresentaram maiores quantidades de carotenoides em embalagem de Filme PVC, exceto o estádio "maduro" que apresentou valores de significativos de carotenoides no décimo segundo dia em embalagem de Malha.

Tabela 3. Carotenoide da polpa do tucumã em função do estádio de maturação e do tipo de embalagem, durante 12 dias de armazenamento[1].

| Período de armazenamento | | Malha | Polipropileno | Filme PVC | Médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | |
| 0 | A[2] | | | | |
| | B[3] | | | | |
| 2 | A | 2,28 aA | 3,73 aA | 10,85 aA | 5,62 a |
| | B | 13,20 aA | 7,53 aA | 9,50 aA | 10,08 a |
| | Médias | 7,74 a | 5,63 a | 10,17 a | |
| 4 | A | 7,43 aA | 5,91 aA | 3,36 aA | 5,56 a |
| | B | 4,22 aA | 5,99 aA | 1,75 aA | 3,99 b |
| | Médias | 5,82 a | 5,95 a | 2,55 b | |
| 6 | A | 1,03 aA | 2,33 aA | 2,84 aA | 2,07 a |
| | B | 4,21 aA | 5,95 aA | 3,98 aA | 4,71 a |
| | Médias | 2,62 a | 4,14 a | 3,41 a | |
| 8 | A | 3,47 aAB | 1,28 bB | 9,93 aA | 4,89 a |
| | B | 2,76 aA | 8,91 aA | 2,74 bA | 4,80 a |
| | Médias | 3,11 a | 5,09 a | 6,33 a | |
| 10 | A | 4,67 aA | 2,93 aA | 1,46 aA | 3,02 a |
| | B | 3,09 aA | 2,23 aA | 3,06 aA | 2,79 a |
| | Médias | 3,88 a | 2,58 a | 2,26 a | |
| 12 | A | 0,52 bA | 1,42 aA | 1,63 aA | 1,19 a |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| B | 3,28 aA | 0,90 aB | 1,23 aB | 1,80 a |
| Médias | 1,90 a | 1,16 a | 1,43 a | |

[1] Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$). Estádio de maturação: 2A – tucumã "de vez", 3B – tucumã "maduro".

Segundo com Yuyama et al. (2008) independente do tipo de embalagem e de temperatura de armazenamento, os frutos de tucumã apresentaram alto teor de lipídios, β-caroteno e energia, mesmo este estando na forma in natura e sua polpa desidratada e pulverizada. De acordo com Lima et al. (2009) os teores de carotenóides totais encontrados nos frutos de tucumã são comparáveis aos do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) (26564 a 37646 µg 100 g-1). Estes resultados mostram que os frutos de tucumãs são excelentes fontes de carotenoides, mesmo quando exposto a condições diversificadas de tratamentos.

No entanto, a quantidade de carotenoides em determinado produto pode ser muito variável de acordo com os fatores que os envolve, tais como a uniformidade dos carotenoides entre amostras e a natureza variável das matrizes (Nellis et al., 2017). Fato este que pode ter ocorrido no presente estudo com os frutos de tucumã em estádio "maduro" em embalagens de malha e o "de vez" em embalagens de Filme PVC.

A acidez titulável total dos frutos de tucumã foi influenciada ($p<0,05$) tanto pelas embalagens quanto pelo estádio de maturação "de vez" e "maduro" (Tabela 3). Houve variação nos teores de ATT com o passar dos dias para todos os tratamentos, sendo que nos frutos com embalagem de malha essa acidez foi mais acentuada ("de vez": 35,74, maduro: 23,03%) no décimo dia de armazenamento em comparação a embalagem de Polipropileno ("de vez": 13,01%, "maduro": 14,49%) e Filme PVC ("de vez": 7,74%, "maduro": 7,25%) que apresentaram baixa ácidez.

Tabela 4. Acidez titulável total da polpa do tucumã de vez e maduro em função do tipo de embalagem, durante 12 dias de armazenamento[1].

| Período de armazenamento | | Malha | Polipropileno | Filme PVC | Médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | | % | | | |
| 0 | A | 10,61 | 10,61 | 10,61 | |
| | B | 9,49 | 9,49 | 9,49 | |
| 2 | A | 17,62 bA | 18,15 aA | 17,28 aA | 17,68 a |
| | B | 20,46 aA | 15,65 bC | 17,82 aB | 17,98 a |
| | Médias | 19,04 a | 16,90 b | 17,55 b | |
| 4 | A | 9,89 aA | 7,75 bB | 8,73 aB | 8,79 a |
| | B | 6,60 bC | 9,56 aA | 8,41 aB | 8,19 b |
| | Médias | 8,25 a | 8,65 a | 8,57 a | |
| 6 | A | 6,75 bB | 11,36 aA | 10,70 aA | 9,60 b |
| | B | 15,17 aA | 11,00 aB | 10,67 aB | 12,28 a |
| | Médias | 10,96 a | 11,18 a | 10,69 a | |
| 8 | A | 18,48 aA | 12,48 aB | 12,49 bA | 14,48a |
| | B | 11,70 bB | 13,82 aAB | 15,78 aA | 13,77a |
| | Médias | 15,09 a | 13,15 b | 14,13 ab | |
| 10 | A | 35,74 aA | 13,01 aB | 7,74 aC | 18,83 a |
| | B | 23,03 bA | 14,49 aB | 7,25 aC | 14,92 b |
| | Médias | 29,39 a | 13,75 b | 7,49 c | |
| 12 | A | 2,14 bA | 1,32 aB | 0,99 bB | 1,48 b |
| | B | 3,30 aA | 1,15 aB | 1,48 aB | 1,98 a |
| | Médias | 2,72 a | 1,24 b | 1,23 b | |

[1] Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$). Estádio de maturação: 2A – tucumã “de vez”, 3B – tucumã “maduro”.

Os valores de ATT encontrados nos tratamentos com embalagem de Polipropileno e Filme PVC devem estar relacionados à retenção de água nos frutos de tucumã, resultando em uma maior concentração dos ácidos orgânicos presente no suco celular. De acordo com Heinzen et al. (2017) a menor acidez titulável pode estar associada a maior atividade metabólica e respiração destes frutos, uma vez que, os ácidos são utilizados como substrato no processo respiratório.

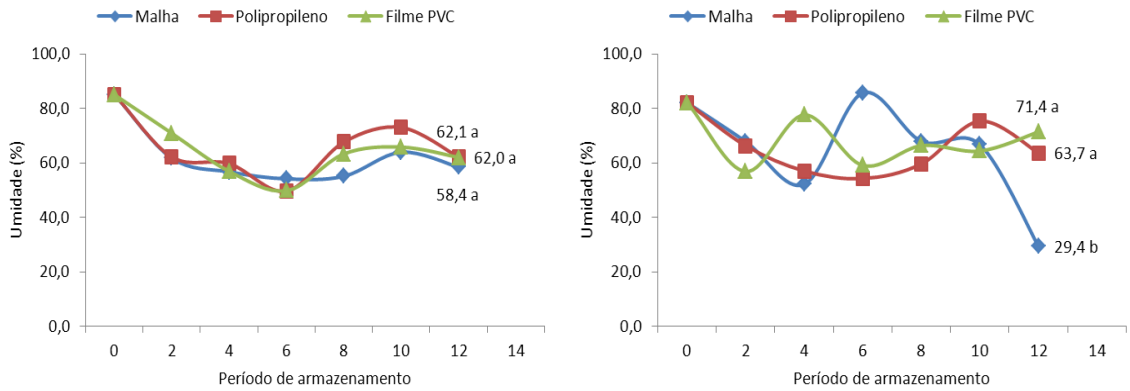
Azevedo et al. (2017) em variação da acidez em amostras de polpa de tucumã congeladas constataram que as embalagens a vácuo associadas à temperatura de congelamento permitiram a conservação do valor de acidez (0,95 ± 0,00) até trinta dias

de armazenagem. No presente estudo, os frutos de tucumãs apresentam acidez bastante elevadas até o décimo dia, fato este que pode está relacionado às condições experimentais as quais os frutos foram expostos. Outros fatores também podem ter contribuído, tais como as embalagens de armazenamento durante a coleta e tempo de transporte até o centro de comercialização.

No entanto, foi registrado um decréscimo no ATT de 2,14% (malha), 1,32% (polipropileno) e 0,99% (filme PVC) em tucumãs de "vez" e de 3,30% (malha), 1,15% (polipropileno) e 1,48% (filme PVC) no décimo segundo dia do período experimental. De acordo com Moura et al. (2016), o decréscimo na ATT pode ser explicado pela provável utilização dos ácidos como substratos respiratórios ou pela conversão em açúcares durante o armazenamento e amadurecimento dos frutos.

Os valores de ATT do presente estudo para o décimo segundo dia de avaliação são superiores dos constatados por Souza et al. (2020) em polpas de acerola (0,22% a 0,25% ), de cupuaçu (0,46% a 0,56%) e maracujá (0,16% a 0,44%).

A figura abaixo apresenta os resultados para a umidade (Figura1). A umidade das polpas dos tucumãs de "vez" não foi influenciada (p>0,05) pelas embalagens. No entanto, as embalagens de Polipropileno e Filme PVC influenciaram estatisticamente (p<0,05) na umidade das polpas do tucumã "maduro" quando comparadas a embalagem de malha.



(A) (B)

Figura 1. Efeito da embalagem e do tempo de armazenamento na umidade da polpa de tucumã de vez (A) e maduro (B) em função do tipo de embalagem.

Flor (2013) trabalhando com a polpa de tucumã branqueada (56,46) e não branqueada (57,63) observou que não houve diferença de umidade entre ambas, no entanto, a autora concluiu que quanto menor o teor de água, maior valor energético, proteico e fibroso na sua composição.

De acordo com Menezes et al. (2017) o fruto pode chegar em um período fisiológico onde não ocorre percas, mas sim ganho de água. Fato este que pode ter acontecido com os tucumãs no estádio maduro e embalados em Polipropileno e Filme PVC.

No entanto, os tucumãs "de vez" não se diferenciaram entre as embalagens devido ao estádio mais avançado onde ocorre maior produção de lipídio e fibra. Resultados estes que podem ser comprovados por Yuyama et al. (2008) que obtiveram 61,60 ± 0,62% de lipídio na polpa desidratada do tucumã.

## CONCLUSÃO

As embalagens de Polipropileno e Filme PVC são interessantes para manter a conservação de casca, polpa, carotenoides, acidez e umidade dos frutos de tucumã "de vez" e "maduro" dentro do período de doze dias.

## REFERÊNCIAS

Adolfo L (2008) Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas. Ed. 4, 172 p.

Azevedo SCM, Vieira LM, Matsuura T, Silva GF, Duvoisin Junior S & Albuquerque PM (2017) Estudo da conservação das propriedades nutricionais da polpa de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) in natura em embalagens a vácuo. Brazilian Journal Food Technology, Campinas, 20: 2016107.

Cia P, Benato EA, Valentini SRT, Sanches J, Ponzo FS, Flôres D & Terra MM (2010) Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niágara Rosada'. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 45:1058-1065.

Chitarra MIF & Chitarra AB (2005) Póscolheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA.

Ferreira ES, Lucien VG, Amaral AS & Silveira CS (2008) Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Aastrocaryum vulgare* mart). Alim. Nutr., Araraquara, 19: 427-433.

Heinzen AS, Steffens CA, Soethe C, Guttler G, Soardi K, Nunes FR & Amarante CVT (2017) Qualidade pós-colheita de ameixas 'laetitia' em função do estádio de maturação e temperatura de armazenamento. Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega, 1982-2960.

Higby WK (1962) A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene - fortified orange juice. Journal of Food Science, Chicago, p. 42-49.

Kieling AC, Santana GP, Santos MC, Jaqtinon HCC & Monteiro CCP (2019) Cadeia do tucumã comercializado em Manaus-AM. Scientia Amazonia, 8: B1-B9.

Menezes SPH, Souza AA, Silva SE, Medeiros DR, Barbosa CN & Soria GD (2017) Influência do estádio de maturação na qualidade físico - química de frutos de umbu ( *Spondias tuberosa* ). Scientia Agropecuaria, 8: 73-78.

Moura GS, Schwan-Estrada KRF, Clemente E & Franzener G (2016) Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). Ambiência, Guarapuava, 12: 667-682.

Flor NS (2013) Conservação da polpa e elaboração da pasta de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.). Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus. 54 p.

Nellis SC, Correia AFK & Spoto MHF (2017) Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (*Sweet Grape*) através da aplicação de diferentes solventes. Brazilian Journal Food Technology, Campinas, 20: 2016156.

Oliveira J, Silva IG, Silva PPM & Fillet MHS. Atmosfera modifi cada e refrigeração para conservação pós-colheita de camu-camu (2014). Ciência Rural, Santa Maria, 44: 1126-1133.

Santos MMR, Fernandes DS, Cândido CJ, Cavalheiro LF, Silva AF, Nascimento VA, Ramos Filho MM, Santos EF & Hiane PA (2018) Caracterização físico-química, nutricional e antioxidante de frutos de tucumã (*Astrocaryum huaimi* Mart.), Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 39: 1517-1532.

Silva MFA (1985) Estudo da maturação da manga (*Mangifera indica*), caracterização física e química do fruto e processamento da polpa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1985p.

Sousa YA, Borges MA, Viana AFS, Dias AL, Sousa JJV, Silva BA, Silva SKR, Aguiar FS (2020) Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém-PA. Brazilian Journal of Food Technology, 23: 2018085.

Vieira LM, Azevedo SCM, da Silva GF & Albuquerque PM (2017) Estudo do potencial antioxidante da polpa do tucumã (Astrocaryum aculeatum) in natura armazenada em embalagens a vácuo. The Journal of Engineering and Exact Sciences, 3: 672–677.

Yuyama LKO, Maeda RN, Pantoja L, Aguiar JPL & Marinho HA (2008) Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. Ciênc. Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28: 408-412.