



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS

THAÍS REGINA RODRIGUES VIEIRA

**DETERMINAÇÃO DA MELHOR CONDIÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE SUCO
MISTO DE UMBU E ACEROLA ATOMIZADO**

RECIFE, PE

2019

THAÍS REGINA RODRIGUES VIEIRA

**DETERMINAÇÃO DA MELHOR CONDIÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE SUCO
MISTO DE UMBU E ACEROLA ATOMIZADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, referente à área de Alimentos, Nutrição e Saúde do Departamento de Ciências Domésticas – DCD como requisito para a obtenção do Diploma de Graduação em Bacharelado em Economia Doméstica.

Orientadora: Prof. Dr^a Maria Inês Sucupira Maciel

RECIFE, PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

V658d Vieira, Thaís Regina Rodrigues

Determinação da melhor condição de armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado / Thaís Regina Rodrigues Vieira. – 2019. 36 f. : il.

Orientadora: Maria Inês Sucupira Maciel.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia Doméstica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências Domésticas, Recife, 2019.

Inclui referências.

1. Acerola 2. Umbuzeiro 3. Suco de frutas 4. Alimentos – Armazenamento 5. Vitamina C 6. Fenóis I. Maciel, Maria Inês Sucupira, orient. II. Título

CDD 640

THAÍS REGINA RODRIGUES VIEIRA

**DETERMINAÇÃO DA MELHOR CONDIÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE SUCO
MISTO DE UMBU E ACEROLA ATOMIZADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, referente à área de Alimentos, Nutrição e Saúde do Departamento de Ciências Domésticas – DCD como requisito para a obtenção do Diploma de Graduação em Bacharelado em Economia Doméstica.

Orientadora: Prof. Dr^a Maria Inês Sucupira Maciel

Aprovado em: ____/____/____

Examinador 1: _____

Examinador 2: _____

Examinador 3: _____

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Espírito Santo de Deus, que me susteve durante esses anos de graduação e sempre esteve atento às minhas orações;

Aos meus pais Saul Vieira e Macy Maria, por serem meus pilares aqui na terra, que participaram da construção do ser humano que sou hoje;

Aos meus familiares que torceram e torcem por mim, seja de perto ou de longe;

À minha orientadora Maria Inês, que acreditou em mim e foi essencial para o meu amadurecimento acadêmico;

À Ana Rotela, Marcony Edson, Michelle Barreto, Erika Arruda, Saulo Santos e tantas outras pessoas que divertiram as minhas manhãs e me auxiliaram muito nas análises;

A cada professor que participou do meu crescimento acadêmico e a cada funcionário que me auxiliou quando precisei;

Aos antigos e novos amigos;

Ao CNPq pelo investimento na iniciação científica;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, que me recebeu de braços abertos;

A todos vocês, o meu muito obrigada!

“Enquanto o sol estiver no céu e o deserto tiver areia. Enquanto as ondas baterem no oceano e encontrarem a terra. Enquanto houver o vento, as estrelas e o arco-íris, até as montanhas desmoronarem na planície. Nós continuaremos tentando. Enquanto nós vivermos conforme a raça, cor ou credo. Enquanto nós governarmos por loucura e cobiça pura. Nossas vidas serão ditadas por tradição, superstição, falsa religião através das eras e assim por diante”.

(QUEEN)

RESUMO

O umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) e a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) são frutos tropicais bastante apreciados e consumidos na forma *in natura*. Estas frutas demandam pesquisas, principalmente pelo seu elevado grau de perecibilidade, desse modo, se faz necessário à utilização de métodos a fim de estender suas vidas de prateleira, proporcionando um aproveitamento mais satisfatório mediante agregação de valor. A secagem por atomização é um processo viável e vem sendo utilizado no campo da tecnologia de alimentos na produção de polpa de frutas em pó. Este estudo objetivou determinar a melhor condição de atividade de água e tempo para o armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado (SMUAA) afim de que permaneçam favoráveis as suas características físico-químicas e os seus compostos bioativos. Para a obtenção do SMUAA foi utilizado um atomizador Mini *Spray Dryer* modelo MSD 1.0 da Labmaq do Brasil, que operou com temperatura de entrada de 110 °C, vazão de líquido de 0,84 L/h e maltodextrina 10 DE 10% como agente carreador. As amostras foram armazenadas durante o período de 90 dias em soluções saturadas cujas atividades de água foram 0,11 (cloreto de lítio); 0,23 (acetato de potássio); 0,34 (cloreto de magnésio) à temperatura de 25 ± 1 °C. Com a finalização do estudo, as menores alterações para umidade, atividade de água, pH, ácido ascórbico e fenólicos totais ocorreram em soluções saturadas com a_w 0,11 (cloreto de lítio) e 0,23 (acetato de potássio) durante 90 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Ácido ascórbico; Compostos fenólicos; *Malpighia emarginata* D.C.; *Spondias tuberosa* Arr. Cam.; *Spray dryer*

ABSTRACT

The umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) and the acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) are tropical fruits very appreciated and consumed in the in natura form. They are fruits that demand research, mainly due to their high degree of perishability, in this way, it becomes necessary to use methods in order to extend their lives on the shelf, providing a more satisfactory use through aggregation of value. The spray drying is a viable process and has been used in the field of food technology in the production of fruit pulp powder. This study aimed to determine the best condition of water activity and time for the storage of mixed juice of umbu and atomized acerola in order to remain favorable its physicochemical characteristics and its bioactive compounds. To obtain the of mixed juice of umbu and atomized acerola, a Mini Spray Dryer spray model MSD 1.0 from Labmaq of Brazil was used, which operated with an inlet temperature of 110 ° C, a liquid flow rate of 0.84 L / h and a 10% for maltodextrin 10 DE as the carrier agent. Samples were stored over a period of 90 days in saturated solutions whose water activities were 0.11 (lithium chloride); 0.23 (potassium acetate); 0.34 (magnesium chloride) at 25 ± 1 ° C. At the end of the study, the lowest changes in moisture, water activity, pH, ascorbic acid and total phenolics occurred in solutions saturated with aw 0.11 (lithium chloride) and 0.23 (potassium acetate) for 90 days of storage.

Keywords: Ascorbic acid; *Malpighia emarginata* D.C.; Phenolic compounds; *Spondias Tuberosa* Arr. Cam.; Spray dryer

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mini <i>Spray Dryer</i>	18
Figura 2. Esquema de um sistema de <i>Spray Dryer</i>	19
Figura 3. Fluxograma de obtenção das polpas de umbu com acerola	20
Figura 4. Fluxograma de obtenção do SMUAA	21
Figura 5. Soluções saturadas para armazenamento do SMUAA	22
Figura 6. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) na umidade (%) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	23
Figura 7. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) na atividade de água (a_w) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	25
Figura 8. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) na higroscopicidade ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	26
Figura 9. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) no pH do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	27
Figura 10. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) no teor de ácido ascórbico ($\text{mg AA}/100\text{g}$ massa seca) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	28
Figura 11. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e da atividade de água (0,11, 0,23, 0,34) no teor de fenólicos totais ($\text{mg EAG}/100\text{g}$ massa seca) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química do umbu	15
Tabela 2: Composição química da acerola	17

LISTA DE SIGLAS

AA – Ácido ascórbico

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – Association of Official Analytical Chemists (Associação de químicos analíticos oficiais)

aw – Atividade de água

CEASA PE – Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco

DCD – Departamento de Ciências Domésticas

DE – Dextrose equivalente

EAG – Equivalente de ácido gálico

HHS – Department of Health and Human Services (Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos)

NaCl – Cloreto de sódio

pH – Potencial hidrogeniônico

PVC – Policloreto de vinila

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SMUAA – Suco misto de umbu com acerola atomizado

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. OBJETIVOS	14
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivo Específico	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Umbu	15
2.2 Acerola	16
2.3 Secagem por atomização	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Local	20
3.2 Materiais	20
3.3 Métodos	20
3.3.1 Preparo das amostras	20
3.3.2 Estudo da estabilidade	21
3.3.3 Análises físico-químicas	22
3.3.4 Análises de compostos bioativos	22
3.3.5 Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Análises físico-químicas do SMUAA	23
4.1.1 Umidade (%)	23
4.1.2 Atividade de água (aw)	24
4.1.3 Higroscopicidade (g.100g ⁻¹)	25
4.1.4 pH	26
4.2 Análises de compostos bioativos do SMUAA	27
4.2.1 Ácido ascórbico (mg AA/100g)	27
4.2.2 Fenólicos Totais (mg EAG/100g)	28
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

Considerada uma das mais diversificadas do mundo, a fruticultura brasileira conta com uma área de cultivo que supera 2 milhões de hectares. De norte a sul do país, uma grande variedade de espécies de frutas temperadas e tropicais são cultivadas, produzindo 44 milhões de toneladas ao longo do ano (BRASIL, 2018).

Segundo o SEBRAE (2017), o Brasil possui grande extensão territorial e condições favoráveis para o agronegócio, o que contribui para que receba o título de terceiro maior produtor de frutas do mundo ficando atrás apenas da China e da Índia. Neste contexto, a região Nordeste ganha visibilidade em virtude da produção em larga escala de diversas frutas tropicais, nativas e exóticas, devido suas condições edafoclimáticas. Dentre essas frutas destacam-se o umbu e a acerola.

O umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é um fruto bastante nutritivo e presente na Caatinga. Ele participa como base alimentar e econômica para as populações rurais da região Nordeste. A exploração do umbu é feita de forma extrativista, constituindo uma importante fonte de renda complementar e de mão-de-obra familiar para as comunidades do Semiárido Brasileiro (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015).

A acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) é considerada uma alternativa comercial viável no mercado de frutas, gerando uma produção que justifica estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos. O interesse pela acerola é devido ao seu alto teor de vitamina C (941,4 mg/100g de acerola *in natura*) como descreve a TACO (2011). Pesquisadores estudaram a possibilidade de utilizar a acerola como um agente enriquecedor em produtos de frutas como na produção de geleia e néctar (PELEGRINE; ANDRADE; NUNES, 2015; RIBEIRO; SILVA; MACIEL, 2016).

Os sucos mistos são compostos por misturas de duas ou mais frutas e/ou hortaliças e são tendências em pesquisas recentes (RIBEIRO; SILVA; MACIEL, 2016; LIMA et al., 2018; SANTANA et al., 2018). Essa proposta surge com o objetivo de desenvolver produtos com alto valor nutritivo, permitindo novos sabores, aromas, texturas, cores, somando componentes nutricionais (RAZA et al., 2014).

Estudos apontam que o consumo de frutas e hortaliças atua diretamente na prevenção do risco de doenças. O estresse oxidativo é um fator prejudicial na função das células e pode levar ao desenvolvimento de doenças crônicas, sendo intervenções terapêuticas e nutricionais estratégias viáveis para melhorar os distúrbios relacionados ao estresse (LI et al., 2017). Para isso, possuir uma dieta rica em hortaliças e frutas torna-se um fator positivo em virtude da

ingestão de compostos antioxidantes e bioativos desempenhar um papel crucial na prevenção de doenças como o câncer, patologias cardiovasculares e neurodegenerativas (GIAMPIERI; ALVAREZ-SUAREZ; BATTINO, 2014; SCHUSTER; OLIVEIRA; DAL BOSCO, 2015).

Arelada à elevada produção de frutas e hortaliças está o desperdício, que chega a 30% (SEBRAE, 2016), sendo metade dessa perda causada pelo transporte e manuseio inadequados. Deste modo, com o propósito de reduzir o desperdício e melhorar a renda do agricultor, surge a necessidade do desenvolvimento de tecnologias de processamento. A secagem por atomização (*spray dryer*) é uma técnica bastante utilizada na indústria de alimentos e apresenta viabilidade. Consiste na transformação de uma suspensão ou solução em um produto seco na forma de pó (PHISUT, 2012; SANTHALAKSHMY et al., 2015). Entre os produtos obtidos por atomização, destacam-se sucos de frutas como maracujá orgânico, tamarindo, graviola e cereja ácida (COSTA et al., 2013; MUZAFFAR; KUMAR, 2016; CAVALCANTE et al., 2017; ZORIĆ et al., 2017).

No caso dos produtos em pó é importante avaliar a interação da *aw* e tempo de armazenamento em virtude da elevada higroscopicidade que possuem, além da suscetibilidade de degradação dos compostos bioativos. O pó misto de umbu com acerola atomizado manterá suas características físico-químicas e compostos bioativos estáveis nas diferentes atividades de água (*aw*) por até 90 dias de armazenamento à temperatura de 25 °C? O estudo da estabilidade apresenta extrema importância para definir a vida de prateleira dos alimentos. Deste modo, acredita-se que ao fim do estudo será obtido um produto com qualidade, características físico-químicas e compostos bioativos favoráveis frente às condições estudadas.

Compreender questões relacionadas à qualidade dos produtos alimentícios é uma das diversas competências que o profissional de Economia Doméstica possui. Seja em termos relacionados ao extensionismo rural e à necessidade de reduzir o desperdício de alimentos no pós-colheita com agricultores familiares e cooperativas, seja durante o processamento e manutenção das características sensoriais e nutricionais do produto final com o propósito de manter ou, até mesmo, melhorar a qualidade de vida da população sadia da cidade ou do campo. Com isso, este estudo apresenta importância para a formação do profissional de Economia Doméstica.

Tendo em vista os atributos da produção de polpa de fruta em pó e a necessidade do estudo da vida de prateleira, este estudo objetivou avaliar a estabilidade do SMUAA e selecionar a melhor condição de armazenamento, de modo que características físico-químicas e compostos bioativos se apresentassem favoráveis.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Determinar a melhor condição de armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado (SMUAA).

1.2 Objetivo Específico

Avaliar a melhor condição de atividade de água e tempo para o armazenamento de SMUAA a 25°C que mantenha estáveis as suas características físico-químicas e os compostos bioativos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Umbu

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma das árvores frutíferas que ocorrem por toda a Caatinga e pertence à família *Anacardiaceae*. Seu nome em tupi-guarani é "y-mb-u", que significa "árvore que dá de beber", sendo conhecido, também como umbu, imbu, ambu e ombu. É considerado um símbolo de resistência cultural pelos agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais da região semiárida, principalmente pelo significado sagrado e por reservar água em suas raízes em períodos de seca. A prática de coleta dos frutos é uma atividade cultural passada de geração em geração e começa desde a infância por influência de pais e avós (BARRETO; CASTRO, 2010).

O umbu apresenta coloração verde amarelado e se desenvolve, em estado nativo, em regiões de clima quente com temperaturas entre 12 e 38 °C. É uma fruta perecível e dura no máximo dois ou três dias quando maduro, o que dificulta a comercialização dos frutos *in natura* (BARRETO; CASTRO, 2010).

De acordo com a Tabela 1 pode-se observar que o umbu possui umidade elevada, presença de carboidratos e minerais (fósforo, cálcio, magnésio e potássio).

Tabela 1. Composição química do umbu

Constituintes	Quantidade em 100g de umbu <i>in natura</i>
Umidade (%)	89,3
Energia (kcal)	37
Proteína (g)	0,8
Carboidrato (g)	9,4
Fibra Alimentar (g)	2,0
Cinzas (g)	0,5
Vitamina C (mg)	24,1
Fósforo (mg)	13,4
Cálcio (mg)	12
Magnésio (mg)	11
Potássio (mg)	151,8

Fonte: TACO (2011)

O umbuzeiro tem ganhado espaço, dentre outras espécies frutíferas com potencial de exploração, uma vez que seus frutos com sabor e aroma peculiares têm agradado ao mercado consumidor nacional e internacional. Além disso, apresenta importância social para muitas

comunidades do Semiárido, pois, no período da colheita, o extrativismo tem se tornado a principal atividade econômica (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015), sendo comercializado regionalmente na forma *in natura* ou em sucos, geleias, sorvetes e na famosa umbuzada. Com esta renda são adquiridos alimentos, bens domésticos, roupas para crianças e material escolar, uma vez que o período da safra coincide com início de período letivo nas escolas rurais (BARRETO; CASTRO, 2010).

Arelado ao curto período de safra do fruto (janeiro-abril) e à produção elevada, surge também o desperdício, o que sugere inovações no campo do processamento de alimentos com a proposta de beneficiar novos produtos e incrementar a renda do produtor, garantindo acesso ao produto por mais tempo, facilitando a comercialização e mantendo suas características nutricionais e sensoriais estáveis.

2.2 Acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma árvore nativa das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul, com uma das maiores plantações presentes no Brasil. É considerada uma superfruta devido à sua alta concentração de vitamina C, variando de 1 a 4,5% (p/p) (MALEGORI et al., 2015). No Brasil, a acerola foi introduzida no estado de Pernambuco, através da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no ano de 1955, por meio de sementes oriundas de Porto Rico e se espalhou para outras regiões do País. É uma árvore bastante rústica que têm seu período de safra no Nordeste Brasileiro entre os meses de outubro a maio (BATAGLION et al., 2015).

O fruto da aceroleira possui casca fina e pode apresentar diferentes tonalidades: verde quando em desenvolvimento, amarelo e finalmente vermelho-escuro quando maduro. Seu sabor varia de levemente ácido a muito ácido (ADRIANO; LEONEL, 2012; BATAGLION et al., 2015, JAESCHKE et al., 2016).

Devido ao seu elevado teor de vitamina C (Tabela 2) houve o aumento de plantios de acerola no Brasil e em outros países (SEBRAE, 2018), processo relacionado às condições climáticas favoráveis (temperaturas médias anuais entre 25 e 27 °C) principalmente na região tropical do país.

Tabela 2. Composição química da acerola

Constituintes	Quantidade em 100g de acerola <i>in natura</i>
Umidade (%)	90,5
Energia (kcal)	33
Proteína (g)	0,9
Lipídeos (g)	0,2
Carboidrato (g)	8,0
Fibra Alimentar (g)	1,5
Cinzas (g)	0,4
Vitamina C (mg)	941,4
Fósforo (mg)	9,2
Cálcio (mg)	13
Magnésio (mg)	13,1
Potássio (mg)	165

Fonte: TACO (2011)

O ácido ascórbico possui atividade antioxidante, reduzindo ou inibindo a ação dos radicais livres no organismo. No entanto o teor dessa substância na acerola depende de fatores como o estágio de maturação, local onde é plantada, incidência de luz solar e variedade entre espécies (JAESCHKE et al., 2016).

Por ser um fruto climatérico, a acerola apresenta um rápido metabolismo de maturação, devendo ser colhida na maturidade fisiológica e podendo ser armazenada em temperatura ambiente durante apenas quatro dias ou até 12 dias em refrigeração (12 °C) e sob armazenamento com atmosfera modificada com filme de PVC (MOURA et al., 2007). Tendo em vista o aumento da vida de prateleira desse fruto, faz-se necessário o desenvolvimento de produtos viáveis economicamente, de modo a torná-lo acessível para maior número de pessoas. Exemplos de produtos onde o fruto vem sendo aplicado são farinha, polpa em pó e geleia (REIS et al., 2017; RIBEIRO; SILVA; MACIEL, 2016; MACIEL et al., 2009).

2.3 Secagem por Atomização

A secagem é a operação pela qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material. Essa técnica apresenta vantagens como o aumento da vida de prateleira, facilidade de transporte e comercialização, além de reduzir as perdas pós-colheita. Existem dois tipos de secagem, a natural e a artificial. Na secagem artificial destacam-se a secagem em bandeja, em túnel, em esteira, em tambor rotativo, leito de jorro, liofilização e atomização (CELESTINO, 2010).

Figura 1. Mini *Spray Dryer*



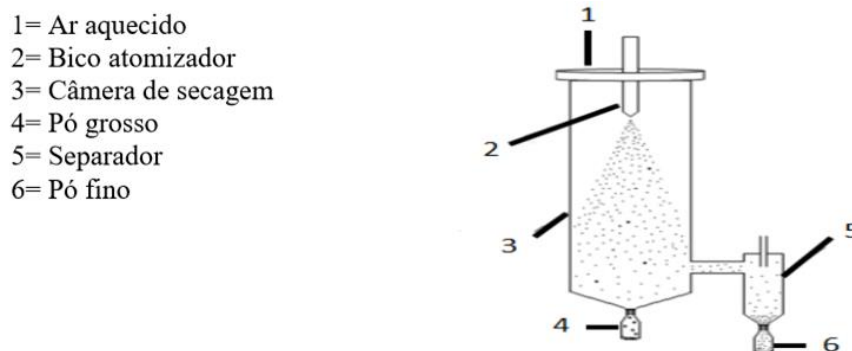
Fonte: Própria autora

A secagem por atomização consiste em transformar uma substância em estado fluido para a forma de pó, por meio da dispersão de gotículas do material dentro de uma câmara com ar quente (Figura 1) (FERRARI et al., 2012; SANTHALAKSHMY et al., 2015). Suas aplicações se estendem em diversos ramos industriais de química de base, química fina, mineração, tratamento e aproveitamento de resíduos industriais e domésticos, alimentos e farmacêuticos (LABMAQ DO BRASIL, 2003).

Esse processo possibilita a proteção de compostos termossensíveis, suscetíveis à luz ou à presença de oxigênio, permitindo um armazenamento prolongado e uma maior estabilidade do produto, propiciando ao consumidor acesso ao produto durante todo ano (ANSELMO et al., 2006; CELLI et al., 2015).

A qualidade dos produtos obtidos por atomização depende das características do atomizador e da transferência de calor e massa entre o ar aquecido e as gotículas da câmara de secagem. As principais vantagens da secagem por atomização são as propriedades e a qualidade do produto que são mais eficientemente controladas; produção de partículas relativamente uniformes e esféricas com aproximadamente a mesma proporção de compostos voláteis do produto inicial e a eficiência é comparável a outros tipos de secadores diretos e de baixo custo de processo (DESAI; PARK, 2005). Na Figura 2 está ilustrado o esquema de funcionamento do *Spray Dryer*.

Figura 2. Esquema de um sistema de *Spray Dryer*



Fonte: Labmaq do Brasil (2003)

Apesar de serem considerados estáveis ao armazenamento, e demonstrar benefícios ao manuseio e transporte, por causa de sua natureza química, os pós alimentícios são sensíveis as variações de umidade, pressão, conteúdo de água e temperatura (FERNANDES; BORGES; BOTREL, 2014). Uma vez que a água exerce grande influência na conservação dos alimentos, propriedades tais como teor de umidade e atividade de água são determinantes para a estabilidade de pós produzidos por meio da secagem por atomização (SANTANA et al., 2013).

Os sucos de frutas apresentam dificuldade durante o processo de desidratação por possuírem altos níveis de açúcares e ácidos de baixo peso molecular. Como consequência, apresentam pós com higroscopicidade elevada, suscetíveis à aglomeração e problemas de fluidez. Para evitar problemas como este, fatores como a temperatura utilizada durante o processo de secagem e a utilização de agentes carreadores são de grande importância (PHISUT, 2012), tais como proteínas, maltodextrinas e algumas gomas. A utilização destes agentes pode minimizar os problemas de viscosidade durante a produção de pó, assim facilitando a secagem e armazenamento (MUZAFFAR; KUMAR, 2015).

Nesse contexto, a maltodextrina ganha destaque por ser um adjuvante bastante utilizado na obtenção de suco de frutas em pó (MORENO et al., 2016; MISHRA; BRAHMA; SETH, 2017). A maltodextrina é obtida por meio da hidrólise do amido constituídas de unidades β -D-glicose e classificadas de acordo com sua dextrose equivalente (DE) (KUROSZAWA et al., 2009). Esse agente encapsulante apresenta vantagens como preço acessível, baixa higroscopicidade e viscosidade, elevada solubilidade em água, sabor suave, ausência de odor, facilidade durante a digestão e boa tolerância (FANG; BHANDARI, 2010; MORENO et al., 2016).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

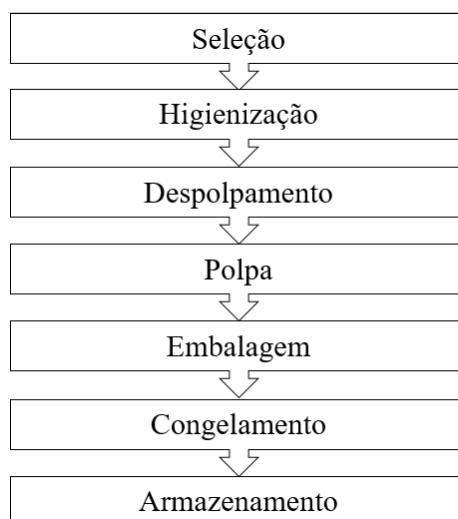
3.1 Local

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos e no Laboratório de Processamento de Alimentos, ambos do Departamento de Ciências Domésticas (DCD), da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

3.2 Materiais

Os frutos do umbuzeiro e da aceroleira foram adquiridos no Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco – CEASA/PE, localizado na Cidade do Recife – PE. Os frutos foram selecionados (avaliando-se coloração, firmeza e uniformidade), higienizados (lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 50 ppm Hidroesteril por 15 minutos) e despulpados (despulpadeira Bobina Compacta 46 Itabuna/BA), sendo as polpas embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade, congeladas e armazenadas a -20 °C (Figura 3), sendo descongeladas de acordo com as quantidades necessárias para cada análise.

Figura 3. Fluxograma de obtenção das polpas de umbu e acerola



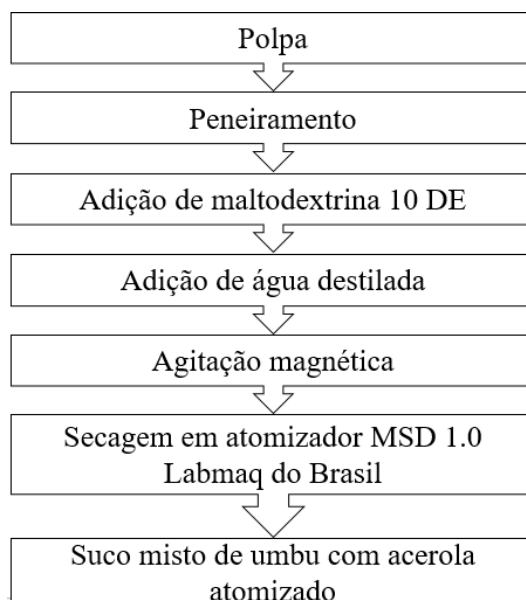
3.3 Métodos

3.3.1 Preparo das amostras

Inicialmente, as polpas foram descongeladas e peneiradas (procedimento que tem por finalidade eliminar sólidos em suspensão facilitando a passagem pelo bico atomizador), adicionadas na proporção 60% (umbu) e 40% (acerola), sendo esta mistura baseada em estudo anterior (MAIA, 2017). Posteriormente, 10% do agente carreador e 50% de água destilada

foram adicionados à polpa. A mistura (Polpas + Agente Carreador + Água destilada) foi mantida sob agitação magnética, até a completa dissolução. O agente carreador utilizado foi maltodextrina (MOR-REX® 1910) 10 DE, da *Corn Products* (Mogi-Guaçu, Brasil). O material foi escolhido por apresentar um baixo custo e apresentar eficácia como agente carreador. A atomização foi realizada com Mini *Spray Dryer* modelo MSD 1.0, da Labmaq do Brasil (Figura 4), que operou com bico injetor de 1,2 mm de diâmetro, fluxo de ar de 73 m³/h e pressão do ar de 0,6 bar, disponível no Laboratório de Processamento de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas/UFRPE. As condições operacionais utilizadas foram temperatura de entrada (110 °C) e vazão de alimentação 0,84L/h (MAIA, 2017). Todo o procedimento foi realizado em triplicata.

Figura 4. Fluxograma de obtenção do pó misto de umbu com acerola



3.3.2 Estudo da estabilidade

O estudo da estabilidade foi realizado de acordo com a metodologia descrita por GREENSPAN (1977). As amostras do produto em pó foram inseridas em vidros herméticos sem a incidência de raios solares e submetidas às temperaturas de 25 ± 1 °C em soluções saturadas (Figura 5) com a_w 0,11 (cloreto de lítio); 0,23 (acetato de potássio) e 0,34 (cloreto de magnésio). As variáveis, umidade, atividade de água, higroscopicidade, pH, teor de ácido ascórbico e fenólicos totais foram avaliadas no tempo 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

Figura 5. Soluções saturadas para armazenamento de pó misto de umbu com acerola



Fonte: Própria autora

3.3.3 Análises Físico-Químicas

Atividade de Água (a_w): determinada com o auxílio do equipamento analisador de atividade de água (Operator's manual Decagon clevis, AQUALAB - 4TE) a 25 °C.

Umidade (%): avaliada com auxílio da balança de infravermelho (MARTE, IDSO, Piracicaba/SP) a 105 °C durante 30 minutos.

Higroscopicidade (g.100g^{-1}): determinada de acordo com a metodologia proposta por Cai e Corke (2000), com algumas modificações. Pesou-se cerca de 1g de cada amostra, em seguida colocou-se em um recipiente hermético contendo solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29%) a 25 °C e, após sete dias, as amostras foram pesadas e a higroscopicidade foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g.100g^{-1}). As análises foram realizadas em triplicata.

pH: determinado em um medidor de pH (TECNAL TEC-5 – Piracicaba/SP), aferido periodicamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.3.4 Análises de Compostos Bioativos

Ácido Ascórbico (mg AA/100g massa seca): determinado por titulometria, utilizando 2,6 diclorofenol-indofenol de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2002). Os resultados foram expressos em miligrama de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra em base seca (mg AA/100g massa seca).

Fenólicos Totais (mg EAG/100g): determinação realizada por método espectrofotométrico, onde a absorbância foi quantificada a 725 nm, utilizando reagente de Folin Ciocalteau (Merck), segundo metodologia descrita por Wettasinghe e Shahidi (1999). O teor de fenólicos totais foi determinado por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com ácido gálico e os resultados expressos em mg em equivalente de

ácido gálico por 100 gramas de polpa (mg EAG/100g). As análises foram realizadas em triplicata.

3.3.5 Análise estatística

A Análise de Variância (ANOVA), o teste de *Tukey* foram realizados com o auxílio do *software Infostat* 2018 (Universidad Nacional de Córdoba) ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

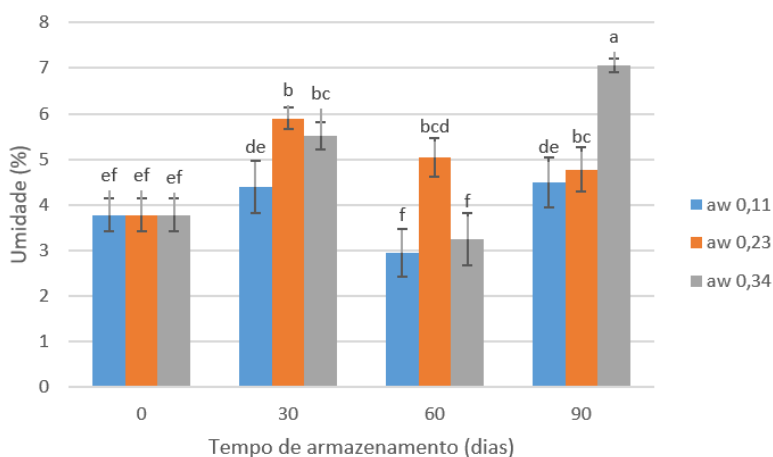
4.1 Análises físico-químicas do SMUAA

4.1.1 Umidade (%)

O teor de umidade é uma das medidas mais importantes utilizadas na análise de alimentos. Está diretamente associada à sua estabilidade, qualidade, composição e estocagem (AMORIM; CARLOS; THEBAS, 2016; SILVA JÚNIOR, 2017). O teor de umidade é definido como o grau em que a água interage com os componentes químicos dos alimentos (PHISUT, 2012).

De acordo com a Figura 6, a umidade inicial do SMUAA foi de $3,78 \pm 0,35$ % e não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tempos de 30 e 90 dias em solução saturada contendo aw 0,11. No entanto, o tempo de 60 dias apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) se comparado aos demais tempos de armazenamento.

Figura 6. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) na umidade (%) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C.



Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

A umidade no tempo inicial do SMUAA em solução saturada aw 0,23 diferiu significativamente ($p < 0,05$) se comparado com os tempos de 30, 60 e 90 dias de armazenamento. Contudo, os tempos de 30, 60 e 90 dias de armazenamento não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si. O SMUAA armazenado em solução saturada de aw 0,34 não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre o tempo inicial e após 60 dias, sendo os pós armazenados em tempos de 30, 60 e 90 dias diferentes entre si ($p < 0,05$). O SMUAA armazenado em aw 0,34 apresentou o maior valor para umidade ao final do tempo de armazenamento ($7,06 \pm 0,14\%$), o que pode ser justificado em virtude de ser a solução com aw mais elevada.

Apesar de ter havido uma elevação significativa ($p < 0,05$) no percentual de umidade do SMUAA entre o tempo inicial e após 90 dias de armazenamento nas soluções saturadas aw 0,23 ($4,78 \pm 0,49 \%$) e aw 0,34 ($7,06 \pm 0,14 \%$), esses valores estão dentro dos parâmetros preconizados pela legislação para produtos em pó, indicando estabilidade microbiológica. Até o momento não foi encontrado Regulamento Técnico Brasileiro para sucos atomizados que estabeleça limite de tolerância para umidade. No entanto, há normativas para outros tipos de alimentos que variam entre 3.5 a 15 % de umidade permitido para leite em pó integral, café em pó e farinha de trigo (BRASIL, 1996; BRASIL, 2005; BRASIL, 2010).

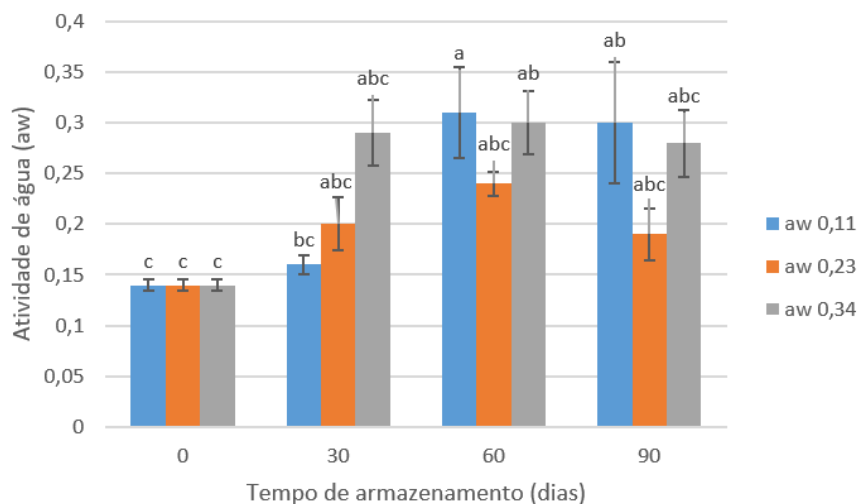
O aumento significativo da umidade em função do tempo de armazenamento foi reportado em estudos de estabilidade de pó de pitanga em cama de espuma utilizando embalagem multifoliada, suco de ciriguela atomizado e suco de tamarindo atomizado utilizando duas embalagens (ALEXANDRE et al, 2014;; SANTOS, 2016; MUZAFFAR; KUMAR, 2016).

4.1.2 Atividade de água (aw)

A aw é uma medida termodinâmica da energia da água em um produto e está diretamente relacionada à susceptibilidade microbiana dos produtos alimentícios. É classificada como um padrão de segurança e qualidade e possui relação direta com muitas reações que afetam o prazo de validade dos alimentos (METER GROUP, 2017).

Considerando a Figura 7, o SMUAA armazenado em solução saturada contendo aw 0,11 sofreu um aumento significativo ($p < 0,05$) em sua aw entre o tempo inicial ($0,14 \pm 0,00$) e após 60 e 90 dias de armazenamento, sendo os tempos de 60 e 90 dias não diferentes entre si, assim como os tempos 30 e 90 dias. O SMUAA armazenado na solução saturada com aw 0,23 não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em nenhum dos tempos avaliados.

Figura 7. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) na aw do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C.



Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

A atividade de água do SMUAA armazenado em solução saturada com aw 0,34 diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre o tempo inicial e após 60 dias de armazenamento, contudo, os tempos de 30, 60 e 90 dias não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

É possível observar um aumento significativo da aw ($p < 0,05$) do SMUAA em função do tempo de armazenamento nas soluções saturadas de aw 0,11 e aw 0,34. No entanto, o maior valor encontrado ($0,30 \pm 0,05$) ao final dos 90 dias de armazenamento não ultrapassou a faixa de 0,60, considerada como limitante para o desenvolvimento de microrganismos (LEONG et al., 2011).

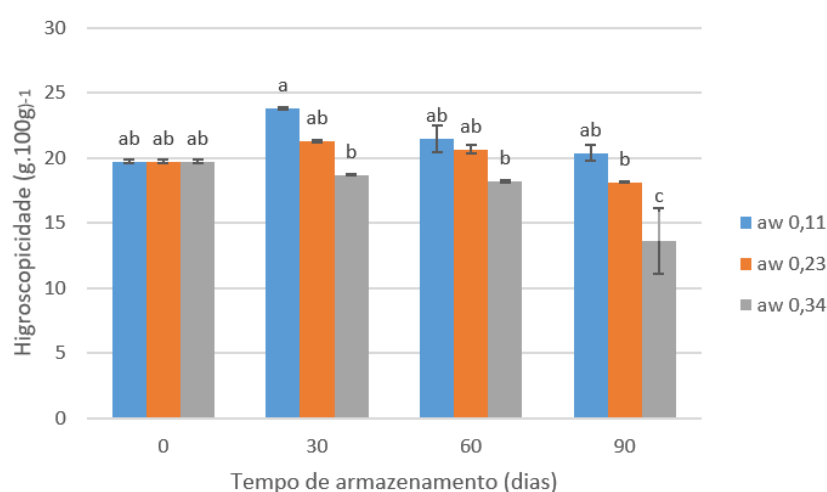
O aumento significativo da aw em função do tempo de armazenamento foi observado em estudos de estabilidade de suco de maracujá orgânico atomizado (COSTA et al., 2013) e suco de ciriguela atomizado (SANTOS, 2016).

4.1.3 Higroscopicidade ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$)

A higroscopicidade mede a capacidade que os pós alimentícios têm de absorver água quando expostos a temperatura ambiente, sendo a umidade relativa mais alta do que a umidade do conteúdo em equilíbrio. Visto que, ela está diretamente ligada com a estabilidade física, química e microbiológica, conhecer o comportamento higroscópico destes produtos é essencial, pois, permite estabelecer condições de secagem, embalagem e armazenamento (OLIVEIRA; CLEMENTE; COSTA, 2014; DAZA et al., 2016).

Na Figura 8 pode-se observar que o SMUAA armazenado nas soluções saturadas com aw 0,11 e aw 0,23 não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) entre si no tempo inicial ($19,74 \pm 0,17 \text{ g.100g}^{-1}$) e após 90 dias de armazenamento. No entanto o SMUAA armazenado em solução saturada 0,34 apresentou diferença significativa ($p<0,05$) aos 90 dias de armazenamento se comparado aos tempos iniciais, aos 30 e aos 60 dias. Em estudos futuros realizados com SMUAA sugere-se a utilização de embalagens com o propósito de controlar a higroscopicidade.

Figura 8. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) na higroscopicidade (g.100g^{-1}) do suco misto de umbu e acerola atomizado a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.



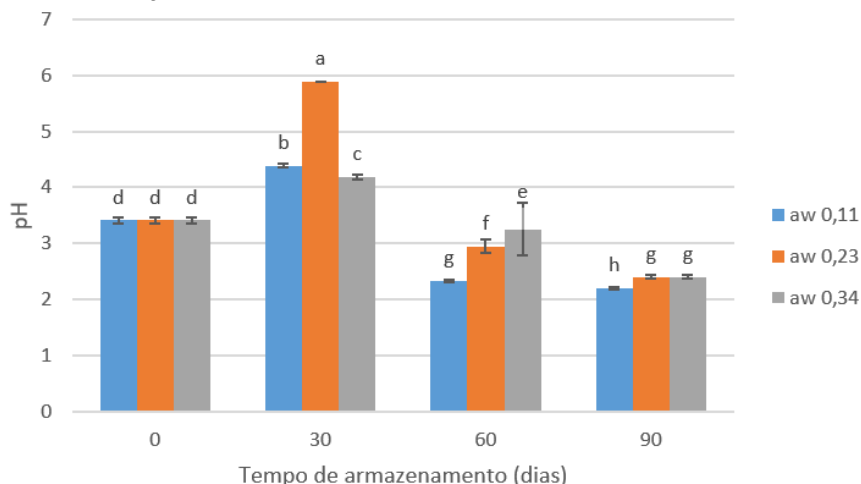
Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p<0,05$).

4.1.4 pH

pH é a sigla que representa o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio – que é uma medida do grau de acidez ou alcalinidade de uma solução. Valores entre 0 e 7 indicam acidez e valores entre 7 e 14 indicam alcalinidade, sendo o valor 7 o que expressa a neutralidade (HHS, 2009).

Como pode ser observado na Figura 9, o pH do SMUAA apresentou diferença significativa ($p<0,05$) quando armazenado em todas as soluções saturadas (aw 0,11; aw 0,23; aw 0,34) se comparado entre os tempos inicial e após 30, 60 e 90 dias de armazenamento. No entanto, ao final do estudo (90 dias), o pó armazenado em soluções saturadas de aw 0,23 e 0,34 não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$).

Figura 9. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) no pH do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C.



Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Os valores de pH do SMUAA variaram entre $2,20 \pm 0,01$ (aw 0,11 aos 90 dias) e $5,89 \pm 0,00$ (aw 0,23 aos 30 dias). Oliveira et al. (2015) observaram que o pH de mandacaru atomizado acondicionado em embalagem laminada não apresentou diferença significativa durante o tempo de armazenamento.

A maioria das bactérias se desenvolvem em ambientes com pH próximo a neutralidade (6,6 a 7,5), podendo algumas sobreviverem em ambientes com pH abaixo de 4,5. No entanto essa faixa de pH é desfavorável para a maioria dos microrganismos patogênicos e deteriorantes, além de manter esporos de algumas bactérias inativos (VASCONCELOS; FILHO, 2010).

4.2 Análises de compostos bioativos do SMUAA

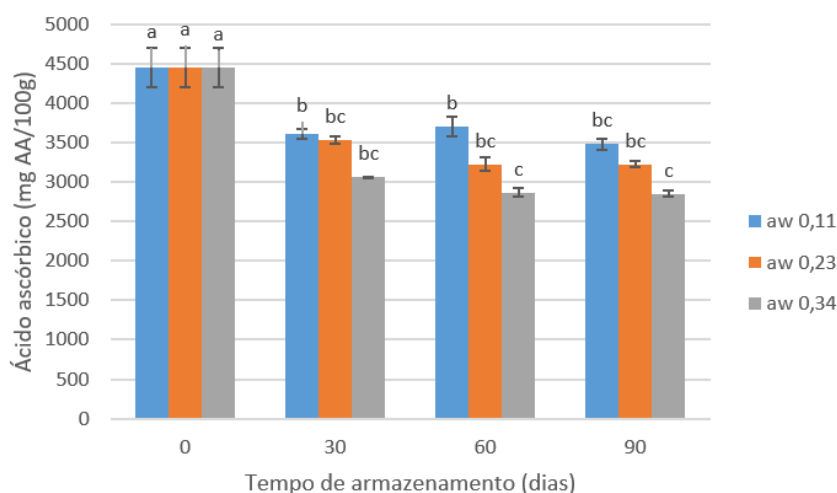
4.2.1 Ácido Ascórbico (mg AA/100g)

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel responsável por várias atividades fisiológicas no organismo humano e tem sido associada à redução do risco de várias doenças devido ao seu potencial antioxidante e é regulamentado pela ANVISA como aditivo alimentar (ASHOR et al., 2014; BRASIL, 2010).

Na Figura 10 pode-se observar uma perda significativa ($p < 0,05$) de AA entre o tempo inicial ($4447,87 \pm 245,64$ mg AA/100g) e após 90 dias de armazenamento em todas as soluções saturadas aw 0,11 ($3477,36 \pm 74,18$ mg AA/100g), aw 0,23 ($3220,16 \pm 37,09$ mg AA/100g), aw 0,34 ($2849,79 \pm 37,09$ mg AA/100g). O SMUAA armazenado em aw 0,11 nos tempos de 30, 60 e 90 dias não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), assim como aquele armazenado em aw 0,23 e 0,34. No entanto, no tempo 60 o SMUAA armazenado nas soluções de aw de 0,11

e 0,34 apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Em todos os tempos estudados o SMUAA armazenado em aw 0,34 apresentou os menores teores de ácido ascórbico. Mesmo apresentando perdas, o menor valor encontrado de ácido ascórbico ($2849,79 \pm 37,09$ mg AA/100g) está bem acima do estabelecido pela legislação. A Resolução RDC nº 269, de 22/09/2005 indica que a Ingestão Diária Recomendada de vitamina C é de 45 mg para os adultos (BRASIL, 2005).

Figura 10. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) no teor de AA (mg AA/100g massa seca) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C.



Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

A redução significativa no teor de ácido ascórbico em função do aumento do tempo de armazenamento também foi reportada em estudos de estabilidade de maracujá orgânico atomizado, pó de pitanga em cama de espuma em embalagem multifoliada e ciriguela atomizada (COSTA et al., 2013; ALEXANDRE et al., 2014; SANTOS, 2016). A perda da substância está associada a termosensibilidade e facilidade de oxidação (GÜMÜŞAY et al. 2015).

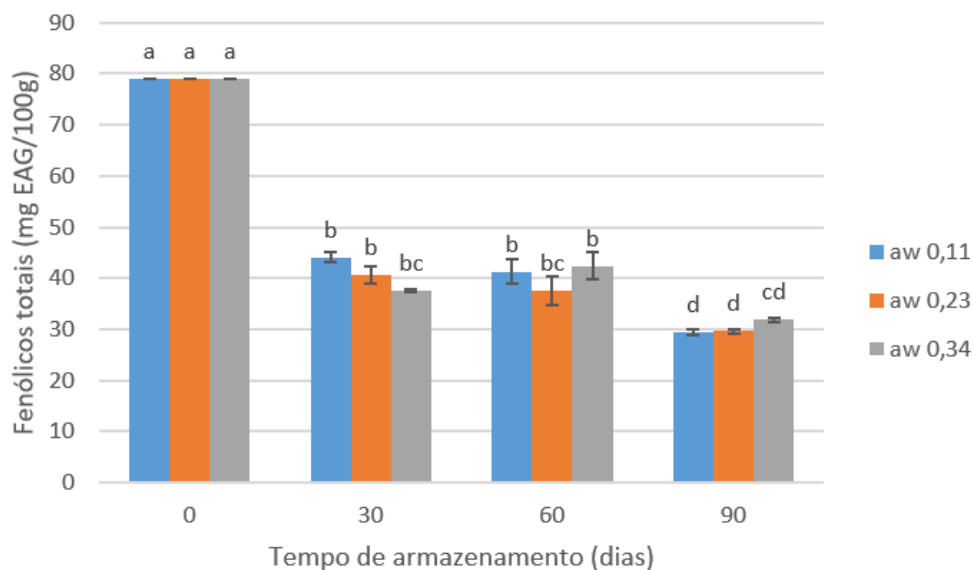
4.2.2 Fenólicos Totais (mg EAG/100g)

Os compostos fenólicos, também conhecidos como polifenóis, são uma classe de metabólitos secundários, que apresentam em sua estrutura química um anel aromático com uma ou mais hidroxilas (OROIAN; ESCRICHE, 2015; DENEV et al., 2014). Mais de 8000 tipos de compostos fenólicos são conhecidos e estão amplamente distribuídos no reino vegetal. Este grande grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de hortaliças, frutas e produtos industrializados. Os principais grupos de polifenóis são os ácidos fenólicos, estilbenos, taninos,

flavonoides e cumarinas (NEVES, 2015; RAMÍREZ; GIRALDO; ORREGO, 2015; OROIAN; ESCRICHE, 2015).

De acordo com a Figura 11, observou-se uma perda significativa ($p < 0,05$) dos compostos fenólicos entre o tempo inicial ($79,1 \pm 0,00$ mg EAG/100g) e após 90 dias de armazenamento em todas as soluções saturadas aw 0,11 ($29,34 \pm 0,55$ mg EAG/100g), aw 0,23 ($29,59 \pm 0,49$ mg EAG/100g), aw 0,34 ($31,82 \pm 0,31$ mg EAG/100g). Para o SMUAA armazenado em solução saturada aw 0,11 e aw 0,23 os tempos de 30 e 60 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Para o armazenamento do SMUAA em solução saturada aw 0,34 o tempo de 30 dias não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) se comparado aos tempos de 60 e 90 dias, no entanto os tempos de 60 e 90 dias diferiram significativamente ($p < 0,05$).

Figura 11. Efeito do tempo de armazenamento (30, 60, 90 dias) e aw (0,11, 0,23, 0,34) no teor de fenólicos totais (mg EAG/100g massa seca) do suco misto de umbu e acerola atomizado a 25 ± 1 °C.



Letras diferentes apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Em estudo realizado com *bayberry* atomizada e liofilizada (CHENG et al., 2017) foi observado um decréscimo no ácido gálico em função do tempo de armazenamento. O tempo de armazenamento também provocou uma redução significativa no teor de compostos fenólicos em estudos de estabilidade de produtos obtidos por atomização, tais como extrato de cagaita (DAZA et al., 2016), suco de ciriguela atomizado (SANTOS, 2016) e também em cereja ácida atomizada armazenada em diferentes embalagens laminadas (ZORIĆ et al., 2017).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, referentes à estabilidade físico-química e de compostos bioativos do SMUAA, foi observado que todas as condições de armazenamento se apresentaram favoráveis. No entanto, tendo em vista os maiores valores para o teor de ácido ascórbico e fenólicos totais, as melhores condições de armazenamento foram em soluções saturadas de aw 0,11 (cloreto de lítio) e aw 0,23 (acetato de potássio) por até 90 dias à 25°C ($\pm$ 1). Com o propósito de manter uma maior vida de prateleira, sugere-se que estudos futuros sejam realizados com diferentes tipos de embalagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, E.; LEONEL, S. Fenologia da aceroleira cv. Olivier em Junqueirópolis - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 469-474, 2012.
- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Storage of surinam cherry powder. **Comunicata Scientiae** v. 5, p. 83-91, 2014.
- AMORIM, L. C.; CARLOS, M. C.; THEBAS, A. M. M. Prática medindo o teor de umidade de alimentos. **Revista Univap**, v. 22, p. 635, 2016.
- ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; ARRUDA, P. C.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, p. 58-65, 2006.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington, p. 1115, 2002.
- ASHOR, A. W.; LARA, J.; MATHERS, J. C.; SIERVO, M. Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Atherosclerosis**, v. 235, p. 9-20, 2014.
- BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 64 p. 2010.
- BATAGLION, G. A.; SILVA, F. M. A.; EBERLIN, M. N.; KOOLEN, H. H. F. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC– MS/MS. **Food Chemistry**, v. 180, p. 280-287, 2015.
- BATISTA, F. R. C.; SILVA, M. M. A.; ARAÚJO, V. S. Uso sustentável do umbuzeiro: estratégia de convivência com o semiárido. INSA – Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande – PB, 15 p., 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais”, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC n. 45, de 03 de novembro de 2010. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico sobre os aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF)”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL, Governo do Brasil. Governo lança plano para fortalecer a fruticultura no Brasil (2018). Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/02/governo-lanca-plano-para-fortalecer-a-fruticultura-no-brasil>>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 1.812 de 08 de fevereiro de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite em pó. Disponível em: <http://www.agais.com/normas/leite/leite_po.htm>. Acesso em 09 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=803790937>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 16, de 24 de maio de 2010. Regulamento técnico para o café torrado em grão e para o café torrado e moído. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=794116535>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2019.

CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus Betacyanin* Pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1248-1252, 2000.

CAVALCANTE, C. E. B.; RODRIGUES, S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Evaluation of the drying parameters of soursop pulp powder obtained by drying in a spray dryer. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-8, 2017.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 51 p., 2010.

CELLI, G. B., GHANEM, A., BROOKS, M. S. Bioactive Encapsulated Powders for Functional Foods – a Review of Methods and Current Limitations. **Food and bioprocess technology**, v. 8, p.1825–1837, 2015.

- CHENG, A. W.; HONG, X. X.; YAN, Q.; LIU, C.; GUO, X.; SUN, J. Y.; LIU, L. N. Effects of storage time and temperature on polyphenolic content and qualitative characteristics of freeze-dried and spray-dried bayberry powder. **LWT - Food Science and Technology**, v. 78, 235-240, 2017.
- COSTA, J. N.; FIGUEREIDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; CONSTANT, P. B. L.; SOARES, D. J. Study of the stability of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) powder from organic farming. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, p. 705-716, 2013.
- DAZA, L. D.; FUJITA, A.; FÁVARO-TRINDADE, C.S.; RODRIGUES-RAC, J. N.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. Effect of spray drying conditions on the physical properties of Cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.) fruit extracts. **Food and Bioprocess Technology**, v. 97, p. 20-29, 2016.
- DENEV, P.; KRATCHANOVA, M.; CIZ, M.; LOJEK, A.; VASICEK, O.; NEDELICHEVA, P.; BLAZHEVA, D.; TOSHKOVA, R.; GARDEVA, E.; YOSSIFOVA, L.; HYRSL, P.; VOJTEK, L. Biological activities of selected polyphenol-rich fruits related to immunity and gastrointestinal health. **Food Chemistry**, v. 157, p. 37–44, 2014.
- DESAI, K. G. H.; PARK, H. J. Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients. **Drying Technology**, v. 23, p. 1361-1394, 2005.
- EDRISI SORMOLI, M.; LANGRISH, T. G. Moisture sorption isotherms and net isosteric heat of sorption for spray-dried pure orange juice powder. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie**, v. 62, p. 875-882. 2015.
- FANG Z.; BHANDARI B. Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. **Food Chemistry**. v. 129, p. 1139-1147. 2011.
- FANG, Z.; BHANDARI, B. Encapsulation of polyphenols – a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p. 510-523, 2010.
- FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Spray Drying of blackberry pulp using maltodextrin as carrier agent. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 157-165, 2012.
- FERNANDES, V. B.; BORGES, S. V.; BOTREL, D. A. Gum arabic, starch, maltodextrin, inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. **Carbohydrate Polymers**. v. 101, p. 524–532, 2014.
- GIAMPIERI, F.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; BATTINO, M. Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 3867-3876, 2014.
- GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of the National Bureau of Standards, Section A: Physics and Chemistry**, v.81, p. 89–96, 1977.
- GÜMÜŞAY, Ö. A.; BORAZAN, A. A.; ERCAL, N.; DEMIRKOL, O. Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger. **Food Chemistry**, v. 173, p. 156–162, 2015.

HHS, Department of Health and Human Services – USA. Code of foods. College Park, 2009. Disponível em: < <https://www.como.gov/health/wp-content/uploads/sites/13/2017/12/C%C3%B3digo-de-alimentos-Servicio-de-Salud-P%C3%BAblica-FDA-2009.pdf>>. Acesso em 18 de janeiro de 2019.

JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**, v. 199, p. 128–134, 2016.

KUROZAWA, L. E.; MORASSI, A. G.; VANZO, A. A.; Park, K. J.; Hubinger, M. D. Influence of spray drying conditions on physicochemical properties of chicken meat powder. **Drying Technology**, v. 27, p. 1248-1257, 2009.

LABMAQ DO BRASIL LTDA. **Manual de Operações do Mini Spray Dryer MSD 1.0**. Depto de Engenharia. (engenharia@labmaqdobrasil.com.br), 2003.

LARGO ÁVILA, E.; CORTÉS RODRÍGUEZ, M.; CIRO VELÁSQUEZ, H. J. Influence of maltodextrin and spray drying process conditions on sugarcane juice powder quality. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 68, p. 7509-7520, 2015.

LEONG, S. L.; PETTERSSON, O. V.; RICE, T.; HOCKING, A. D.; SCHNÜRER, J. The extreme xerophilic mould *Xeromyces bisporus* – growth and competition at various water activities. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, p. 57–63, 2011.

LI, H.; DING, F.; XIAO, L.; SHI, R.; WANG, H.; HAN, W. HUANG, Z. Food-derived antioxidant polysaccharides and their pharmacological potential in neurodegenerative diseases. **Nutrients**, v. 9, p. 2-26, 2017.

LIMA, L. L. A.; SILVA, A. M. O.; FERREIRA, I. M.; NUNES, T. P.; CARVALHO, M. G. Mixed nectar of imbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) and mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes): elaboration and quality evaluation. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-8, 2018.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; SILVA, W. S.; MARANHÃO, C. M. C.; SOUZA, K. A. Características sensoriais e físico-químicas de Geleias mistas de manga e acerola. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 27, p. 247-256, 2009.

MAIA, S. E. S. Obtenção de pó misto de umbu e acerola por atomização e sua estabilidade. 31 de agosto de 2017. 76f. **Dissertação** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE: 2017.

MALEGORI, C.; GOWEN, A.; MARQUES, E.; AVELAR, M. F. P.; FREITAS, S.; PASQUINI, C.; CASIRAGHI, E. Selection of NIR wavelengths from hyperspectral imaging data for the quality evaluation of Acerola fruit. **17th International Conference on Near Infrared Spectroscopy**, Foz do Iguaçu - Brasil – 18 a 23 de outubro de 2015.

METER GROUP, Introduction to water activity. Disponível em: < <https://www.metergroup.com/food/articles/introduction-to-water-activity/>>. Acesso em 16 de janeiro de 2019.

MISHRA, P.; BRAHMA, A.; SETH, D. Physicochemical, functionality and storage stability of hog plum (*Spondia pinnata*) juice powder produced by spray drying. **Journal Food Science Technology**, v. 54, p. 1052-1061, 2017.

MORENO, T.; DE PAZ, E.; NAVARRO, I.; RODRÍGUEZ-ROJO, S.; MATÍAS, A.; DUARTE, C.; SANZ-BUENHOMBRE, M.; COCERO, M. J. Spray Drying Formulation of Polyphenols-Rich Grape Marc Extract: Evaluation of Operating Conditions and Different Natural Carriers. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, p. 2046–2058, 2016.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; PAIVA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; FILGUEIRAS, H. A. C.; QUEIROZ, D. L. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, p. 52 – 57, 2007.

MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Moisture sorption isotherms and storage study of spray dried tamarind pulp powder. **Powder Technology**, v. 291, p. 322-327, 2016.

MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Parameter optimization for spray drying of tamarind pulp using response surface methodology. **Powder Technology**, v. 279, p. 179-184, 2015.

NEVES, P. D. O. Importância dos compostos fenólicos dos frutos na promoção da saúde. 2015. 80f. **Dissertação** – Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2015.

OLIVEIRA, A. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; BRITO, J. G. Stability of the *Cereus jamacaru* powder during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 147–153, 2015.

OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. da. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acronomia aculeate*) powder. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2783 – 2789, 2014.

OROIAN, M.; ESCRICHE, I. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. **Food Research International**, v. 74, p. 10-36, 2015.

PELEGRINE, D. H. G.; ANDRADE, M. S.; NUNES, S. H. Elaboração de geleias a partir de misturas binárias compostas pelas polpas de laranja e acerola. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 124–129. 2015.

PHISUT, N. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. **International Food Research Journal**, v. 19, p. 1297-1306, 2012.

RAMÍREZ, M. J.; GIRALDO, G. I.; ORREGO, C. O. Modeling and stability of polyphenol in spray-dried and freeze-dried fruit encapsulates. **Powder Technology**, v. 277, p. 89–96, 2015.

RAZA, I.; BIBI, N.; KHAN, M. A.; ANWAR, M. Z.; BUKHARI, S. Use of mixture design for the sensory evaluation of carrot and orange juice. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 13, p. 661-665, 2014.

REIS, D. S.; NETO, A. F.; FERRAZ, A. V.; FREITAS, S. T. Production and storage stability of acerola flour dehydrated at different temperatures. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-7, 2017.

RIBEIRO, C. M. C. M.; SILVA, F. L. H.; MACIEL, M. I. S. Parameter optimization for spray drying of acerola and seriguela mix pulp using response surface methodology. **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos** – FAURGS - Gramado/RS, 2016.

SANTANA, A. A.; OLIVEIRA, R. A.; PINEDO, A. A.; KUROSZAWA, L. E.; PARK, K. J. Microencapsulation of babassu coconut Milk. **Food Science Technology**, v. 33, p. 737-744, 2013.

SANTANA, K. I.; PASSOS, F. R.; CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. LIMA, L. L. A.; SILVA, A. M. O.; FERREIRA, I. M.; NUNES, T. P.; CARVALHO, M. G. Mixed juice of orange and carrot in different concentrations. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, p. 1-7, 2018.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S., SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v. 274, p. 37–43, 2015.

SANTOS, N. C. Estudo da estabilidade do suco de ciriguela (*Spondias purpurea* L.) atomizado. 2016. 73f. **Dissertação** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2016.

SEBRAE NACIONAL, O cultivo e o mercado da acerola (2018). Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-acerola,db7b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

SEBRAE , Conheça as principais projeções para a fruticultura até 2018 (2017). Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/conheca-as-principais-projecoes-para-a-fruticultura-ate-2018,642b54843636b510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

SEBRAE, Relatório – Tendência de embalagens (2016). Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/conheca-as-principais-projecoes-para-a-fruticultura-ate-2018,642b54843636b510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em 11 de janeiro de 2019.

SILVA JÚNIOR, M. E. Polpa mista de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) e ceriguela (*Spondias purpurea* L.) obtida por diferentes métodos de secagem, 2018. 168f. **Dissertação** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2018.

SCHUSTER, J.; OLIVEIRA, A. M.; DAL BOSCO, S. M. O papel da nutrição na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares e metabólicas. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio Grande do Sul**, n. 28, p. 1-6, 2015.

TACO – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA – UNICAMP, 161 p., 2011.

TONON, R. V. Secagem por atomização do suco de açaí: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto. 14 de agosto de 2009. 212f. **Tese** – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n.], 2009.

VASCONCELOS, M. A. S; FILHO, A. B. M. **Conservação de alimentos**. Recife – EDUFRPE, 130 p. 2010.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 1801-1812, 1999.

ZORIĆ, Z.; PELAIĆ, Z.; PEDISIĆ, S.; GAROFULIĆ, I. E.; KOVAČEVIĆ, D. B.; DRAGOVIĆ–UZELAC, V. Effect of storage conditions on phenolic content and antioxidant capacity of spray dried sour cherry powder. **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, p. 251–259, 2017.