

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

CAROLINE ALVES BREDA

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DO FRUTO DA
GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) PELO
PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**DOURADOS/MS
MARÇO/2011**

CAROLINE ALVES BREDA

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DO FRUTO DA
GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) PELO
PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA**

**ORIENTADORA: DRA. ELIANA JANET SANJINEZ-
ARGANDOÑA**

**Dissertação de mestrado submetida ao
Programa de Pós-graduação em Ciência e
Tecnologia Ambiental, como um dos
requisitos necessários para a obtenção do
título de mestre em Ciência e Tecnologia na
área de concentração Tecnologia Ambiental**

**DOURADOS/MS
MARÇO/2011**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

634.098171 B831d	Breda, Caroline Alves. Desidratação da polpa do fruto da guavira (<i>Campomanesia adamantium</i>) pelo processo em camada de espuma. / Caroline Alves Breda. – Dourados, MS : UFGD, 2011. 68 f. Orientadora: Profa. Dra. Eliana Janet Sanjinez-Argandoña Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Guavira – Dourados. 2. Frutos do cerrado. 3. Gabiroba. I. Título.
---------------------	--

*“[...] Onde você quer chegar?
Ir alto... sonhe alto...
Queira o melhor do melhor...
Pensando assim trazemos pra nós aquilo que desejamos...
Se pensarmos pequeno coisas pequenas teremos
Já se desejarmos fortemente o melhor e principalmente
lutarmos pelo melhor, o melhor vai se instalar em nossa vida.
“Porque sou do tamanho daquilo que vejo, e não do tamanho
da minha altura.””*

(Carlos Drummond de Andrade)

Aos meus pais Lurdes e Antonio Carlos pelos ensinamentos, apoio e amor incondicional.

Aos meus irmãos Isabele e João Lucas pela compreensão e apoio em todos os momentos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção e imenso amor incondicional em minha vida!

À minha orientadora, Dra. Eliana Janet Sanjinez-Argandoña (Eli), pela amizade, paciência, conselhos, ensinamentos... Admiro muito o seu profissionalismo e o seu comprometimento em ensinar bem! Obrigada por tudo!

Aos estudantes do curso de engenharia de alimentos Camila Correia (Véia), Eduardo Schwertner (Edu), Renata Campagnolli (Rê), Rogério Melo (Fofis) e Verônica Arcanjo (Verô) e Luan (Fabuloso) pela amizade, dedicação em auxiliar nas análises e apoio em todos os momentos. Vocês são especiais em minha vida, contem comigo sempre!

Ao meu namorado, Felipe Manfroi Fortunato, pelo amor, paciência e incentivo em todos os momentos.

Aos técnicos, Priscilla, Klerisson, Marcos, Wesley e Ana Cristina pela constante ajuda nos laboratórios, amizade e momentos de descontração. Sou imensamente grata a vocês!

À Família Escobar (Felipe Escobar, Henrique Escobar e Edelira Pedra Escobar) – Fazenda Santa Leopoldina – por fornecer a matéria-prima para o trabalho, além de toda a atenção dispensada em nossos contatos.

À grande amiga Ayd, por todo o apoio na minha vida acadêmica e ajuda na coleta da matéria-prima.

Aos colegas de mestrado, Marisa, Tiago e Virgilio pelo convívio em todos os momentos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pelos ensinamentos.

Aos professores membros da banca Dr. Gustavo Graciano Fonseca e Dra. Priscila Aiko Hiane pelas sugestões que só vieram a enriquecer este trabalho.

Aos amigos Ju, Duardi, Renan, Vinicius, Amanda Thomaz, Carol, Fran e Jordiella, pelo apoio e por compreenderem minhas ausências.

À Cris, Bruna e Daniela pela amizade, apoio e acolhimento.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Enfim, a todos que não foram citados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Muito Obrigada!

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Parâmetro de cromaticidade verde-vermelho
a _w	Atividade de água
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BOPP	Polipropileno Biorientado
b*	Parâmetro de cromaticidade azul-amarelo
CIE	<i>Comission Internationale de l'Eclairage</i>
DCFI	2,6-diclorofenolindofenol
L*	Luminosidade
M _{AA}	Massa de ácido ascórbico
NMP	Número mais provável
PEBD	Polietileno de baixa densidade
pH	Potencial hidrogeniônico
UFC	Unidade formadora de colônia
UR	Umidade relativa

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1. DESIDRATAÇÃO DA POLPA DA GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) PELO PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA

Tabela 1.	Delineamento composto rotacional para a formação de espumas com diferentes concentrações de Emustab e Pectina (variáveis independentes)	18
Tabela 2.	Delineamento composto rotacional para a desidratação de polpa de guavira em camada de espuma	20
Tabela 3.	Características físicas e químicas da polpa de guavira fresca	22
Tabela 4.	Volume de líquido drenado das espumas após 450 minutos	24
Tabela 5.	Tempo de secagem para a obtenção de guavira em pó com umidade final de 5%, em diferentes concentrações de agentes espumantes e temperaturas de secagem obtidas pelo delineamento composto rotacional	27
Tabela 6.	Parâmetros de secagem do modelo de Page e Difusional da polpa e das espumas estáveis de guavira I-46 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 46°C), F-60 (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C), H-60 (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina, 60°C), I-60 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C) e I-74 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 74°C).....	31
Tabela 7.	Avaliação da cor e teor de ácido ascórbico nas amostras de polpa de guavira desidratada com 5,0% de umidade a partir das formulações estáveis I-46 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 46°C), F-60 (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C), H-60 (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina, 60°C), I-60 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C) e I-74 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 74°C) e da polpa .	32

ARTIGO 2. DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DA POLPA DE GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) EM PÓ EM AMBIENTES CONTROLADOS

Tabela 1.	Características físicas e químicas da polpa de guavira fresca e desidratada pelo processo em camada de espuma (produto a tempo	
------------------	--	--

	zero)	45
Tabela 2.	Parâmetros cinéticos da degradação do ácido ascórbico e tempo de vida útil	51
Tabela 3.	Valores de pH e acidez titulável de guavira em pó durante o armazenamento em condições ambiente (25°C e 75%/UR) e acelerada (35°C e 90% /UR).	53
Tabela 4.	Avaliação da cor das amostras de guavira em pó durante o armazenamento em condições ambiente (25°C e 75%/UR) e acelerada (35°C e 90%/UR)	54
Tabela 5.	Resultados da análise microbiológica da polpa de guavira em pó no início da estocagem e após 90 dias de armazenamento em condições ambiente (25°C e 75%/UR) e acelerada (35°C e 90%/UR)	56

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1. DESIDRATAÇÃO DA POLPA DA GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) PELO PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA

- Figura 1.** Superfície de resposta em função da concentração de Emustab (%) e Pectina Cítrica (%) para o volume de líquido drenado 25
- Figura 2.** Tempo de secagem a 60°C para obtenção de polpa desidratada com 5,0% de umidade 26
- Figura 3.** Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e da espuma de guavira do ensaio I-46 (□) a 46°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua) 28
- Figura 4.** Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e das espumas de guavira dos ensaios F-60 (△), H-60 (■) e I-60 (□) a 60°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua) 29
- Figura 5.** Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e da espuma de guavira do ensaio I-74 (□) a 74°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua) 30

ARTIGO 2. DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DA POLPA DE GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) EM PÓ EM AMBIENTES CONTROLADOS

- Figura 1.** Valores médios de umidade (%) nas amostras de guavira em pó, armazenadas em condição ambiente (*) e acelerada (▲) por 90 dias . 47
- Figura 2.** Valores médios de atividade de água (adm) nas amostras de guavira em pó, armazenadas em condição ambiente (*) e acelerada (▲) por 90 dias 49
- Figura 3.** Degradação do ácido ascórbico em função do tempo e do armazenamento. Condição ambiente: 25°C e 75% UR (○) e condição acelerada: 35°C e 90% UR (●) 50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
ARTIGO 1. DESIDRATAÇÃO DA POLPA DA GUAVIRA (<i>Campomanesia adamantium</i>) PELO PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA	14
RESUMO	14
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1 Materiais	16
2.2 Determinações Analíticas	17
2.3 Formulação das Espumas	18
2.4 Estabilidade das Espumas	19
2.5 Secagem das Espumas	19
2.6 Modelagem Matemática	20
2.7 Avaliação do Produto Desidratado	21
2.8 Análise Estatística	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 Caracterização da Polpa Fresca	22
3.2 Estabilidade	23
3.3 Características de Secagem das Espumas	25
3.4 Análise do Produto Desidratado	32
4 CONCLUSÕES	34
5 AGRADECIMENTOS	34
REFERÊNCIAS	34
ARTIGO 2. DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DA POLPA DE GUAVIRA (<i>Campomanesia adamantium</i>) EM PÓ EM AMBIENTES CONTROLADOS ..	39
RESUMO	39
ABSTRACT	39
1 INTRODUÇÃO	40
2 MATERIAL E MÉTODOS	41

2.1 Polpa de Guavira em Pó	41
2.2 Análises Físicas, Químicas e Microbiológicas	42
2.3 Acompanhamento da Vida Útil	42
2.4 Análise Estatística	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1 Característica Inicial do Produto	45
3.2 Acompanhamento da Vida Útil	47
3.2.1 Umidade	47
3.2.2 Atividade de Água	48
3.2.3 Ácido Ascórbico	49
3.2.4 pH e Acidez Titulável	52
3.2.5 Avaliação da Cor	53
3.2.6 Análises Microbiológicas	55
4 CONCLUSÕES	56
5 AGRADECIMENTOS	57
REFERÊNCIAS	57
CONCLUSÃO GERAL	62
APÊNDICE	64

Capítulo 1

Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO GERAL

A região do Cerrado é formada por um mosaico de diferentes tipos de vegetação, sendo considerado o segundo maior bioma do Brasil e da América do Sul. No Cerrado são encontradas inúmeras espécies vegetais, fonte de diversas frutas ricas em nutrientes e aromas particulares. Muitas dessas frutas fazem parte da dieta de comunidades da região há algum tempo, entre elas estão os frutos *Campomanesia* sp (guavira), *Acrocomia aculeata* (macaúba), *Caryocar brasiliense* (pequi), entre outros.

A guavira, uma das espécies encontradas no Cerrado, é uma planta com propriedades depurativas, antiinflamatórias e de redução do colesterol, muito utilizada na medicina popular, cujos frutos apresentam substâncias bioativas interessantes do ponto de vista nutricional e funcional, além do aroma e sabor muito apreciados pela população local. Entretanto, na época de safra (outubro a janeiro) nem toda a produção é destinada à comercialização devido à alta perecibilidade dos frutos, sendo necessárias alternativas de processamento que minimizem as perdas, gerem novos produtos e favoreçam a exploração sustentável da espécie.

Tendo em vista a grande aceitabilidade dos frutos e sua importância na preservação do bioma, o presente trabalho propõe a conservação da polpa de guavira através da desidratação em camada de espuma (*foam-mat drying*), uma vez que o processo de desidratação possibilita a disponibilidade do produto durante o ano todo, além de reduzir significativamente os custos com embalagens, transporte e armazenamento. A incorporação de agentes espumantes na polpa, para formar espumas estáveis, favorece a desidratação em tempos menores e baixas temperaturas, bem como pode influenciar no conteúdo de fibras solúveis e na conservação de nutrientes. Do exposto, estudou-se a influência da concentração de agentes espumantes para definir a formulação da espuma que melhor apresentasse estabilidade durante o processo de secagem. Contudo, sabe-se que a secagem provoca alterações no alimento como mudança na coloração, encolhimento da estrutura, perda de água e de outros constituintes devido ao calor, oxigênio e natureza do alimento; com o armazenamento prolongado, a perda de nutrientes pode ser ainda maior. Diante disso, avaliou-se a vida útil do produto desidratado durante 90 dias. A polpa de guavira em pó foi acondicionada em embalagem polimérica e armazenada em duas condições de ambiente controladas.

Durante o armazenamento foram determinados o teor de umidade, a atividade de água, o conteúdo de ácido ascórbico, pH e acidez, cor, contagem de bolores e leveduras, para definir o tempo de vida útil a fim de se obter um produto regional desidratado em pó, estável e em condições apropriadas para o consumo.

Capítulo 2

Artigo 1

ARTIGO 1. DESIDRATAÇÃO DA POLPA DA GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) PELO PROCESSO EM CAMADA DE ESPUMA

Caroline Alves Breda¹; Eliana Janet Sanjinez-Argandoña^{1,2}

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia; ²Faculdade de Engenharia; Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-070, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fone: (67) 3411-3894. E-mail: carol_breda@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desidratar polpa de guavira pelo processo em camada de espuma. Espumas de guavira foram preparadas com Pectina Cítrica, Emustab e Super Liga Neutra e avaliadas quanto à estabilidade à 25°C. Foram obtidas as cinéticas de secagem das espumas em diferentes temperaturas. As curvas de secagem das espumas estáveis foram ajustadas pelos modelos de Page, e a difusividade efetiva foi calculada com base na Lei de Fick. Os produtos desidratados das espumas estáveis foram avaliados quanto à cor (parâmetros L^* , a^* e b^*) e o conteúdo de ácido ascórbico. Os resultados da estabilidade mostraram que este parâmetro está relacionado ao sinergismo dos agentes espumantes. Maiores temperaturas contribuíram para redução do tempo de secagem e aumento da difusividade efetiva. A polpa de guavira desidratada em camada de espuma à 74°C apresentou maior retenção de ácido ascórbico e da cor amarela. Conclui-se que a concentração dos agentes espumantes e a temperatura de processo influenciam na estabilidade e na desidratação das espumas, bem como na qualidade do produto final.

Palavras-chave: frutos do Cerrado, secagem, *foam-mat*, estabilidade, vitamina C.

ABSTRACT

This work aimed to dehydrated guavira pulp by the foam-mat process. Guavira's foams were prepared using Citrus Pectin, Emustab and Super Liga Neutra and it's stability was evaluated at 25 ° C. We obtained the drying kinetics of the foams at different temperatures. Drying curves of stable foams were adjusted by the Page Model, and effective diffusivity was calculated based on Fick's Law. Dehydrated products of stable foams were evaluated for color (parameters L^* a^* b^*) and ascorbic acid content. The results showed that stability of this parameter is related to the synergism of the foaming agents. Higher temperatures have contributed to reducing the drying time and increase the effective diffusivity. The dried pulp guavira foam-mats at 74°C showed greater ascorbic acid retention and yellow color. It was concluded that the foaming agents concentration and the temperature process have influence on stability, foams dehydration and final product quality.

Key words: Cerrado fruits, drying, foam-mat, stability, vitamin C

1 INTRODUÇÃO

A guavira (*Campomanesia adamantium*), conhecida também como gabiroba, guabiroba, guabiroba-do-campo ou guariroba, trata-se de uma planta pertencente à Família Myrtaceae de origem Brasileira e ocorrência nas regiões do Cerrado, Cerradão, Campo Sujo e Mata Ciliar (LORENZI, 2000; PORTO & GULIAS, 2010). No período de colheita, os frutos são consumidos frescos e em diversas preparações como geléias, doces, licores, sorvetes e picolés (COUTINHO *et al.*, 2009; PEIXOTO *et al.*, 2005). Além de possuírem sabor e aroma agradáveis, os frutos da guavira apresentam em sua composição substâncias bioativas interessantes do ponto de vista nutricional e funcional (COUTINHO *et al.*, 2008). Entretanto, o curto período de safra (outubro a janeiro) e baixa resistência ao transporte e armazenamento são fatores que dificultam a sua conservação (PORTO & GULIAS, 2010), sendo necessárias alternativas de processamento que minimizem as perdas, gerem novos produtos e favoreçam a exploração sustentável.

Na preservação de alimentos, a secagem é um dos métodos mais utilizados e consiste na remoção total ou parcial da água para um nível em que o crescimento microbiano seja minimizado, permitindo a disponibilidade do produto por maior tempo, bem como o armazenamento à temperatura ambiente, favorecendo a redução dos custos com embalagem e transporte (DOYMAZ, 2008). Dentre os processos de desidratação, a secagem em camada de espuma é um método em que alimentos líquidos ou semilíquidos são transformados em espumas estáveis através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para posteriormente serem desidratados (KARIN & WAI, 1999; SILVA *et al.*, 2008). A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*), quando comparada com outros métodos, se mostra vantajosa por utilizar baixas temperaturas e tempos curtos de secagem (JAKUBCZYK *et al.*, 2010). Essas vantagens podem ser atribuídas à maior área de superfície exposta pelo alimento ao ar aquecido, o que favorece ao processo de remoção da umidade (KARIN & WAI, 1999). Vários autores (CAMARGO *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2005; UBOLDI, 1971) recomendam a sua aplicação em função da preservação da qualidade e estabilidade dos produtos, podendo ser empregada em café, sucos de laranja, uva, carambola, banana, abacaxi, coco, acerola, tamarindo entre outros.

Gurjão (2006) empregou o processo *foam-mat* na obtenção de polpa de tamarindo em pó, utilizando um composto protéico a base de albumina como dispersante e promotor de espuma. O autor observou que a temperatura é um fator importante no processo, obtendo melhores resultados a 60 e 70°C na conservação do ácido ascórbico e na cor do produto. Outro estudo realizado por Bastos *et al.* (2005) na desidratação da polpa de manga, também mostrou influência da temperatura na preservação de alguns constituintes nutricionais, sendo considerada adequada para o processo a temperatura de 70°C. Entre os agentes formadores de espuma empregados pelos pesquisadores, o monoestearato de sorbitana (Tween 60) forneceu espumas estáveis. Na desidratação de acerola, Soares *et al.* (2001) utilizaram Pectina, Emustab e Super Liga Neutra, obtendo uma espuma considerada estável.

Baseado no exposto, este trabalho teve como objetivo formular espumas de polpa de guavira e avaliar a estabilidade das espumas, desidratar pelo processo em camada de espuma e avaliar a cor e o conteúdo de ácido ascórbico da polpa desidratada.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Frutos de guavira foram adquiridos no município de Bela Vista-MS (Latitude -22° 06' 32" e Longitude -56° 31' 16"), em quantidade suficiente à demanda dos experimentos (60 kg) e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia/UFGD. Os frutos foram selecionados conforme o estado de maturação e integridade física, lavados e higienizados com solução de dicloroisocianurato de sódio diidratado 0,66% (teor de cloro ativo 3%). Depois de higienizados, os frutos foram imersos em água a 70°C por 5 minutos e escorridos. Os frutos foram esmagados manualmente e a polpa separada das sementes e da casca. A polpa foi acondicionada em embalagens de polipropileno rígido e armazenada a -22°C até o momento do uso.

Os agentes espumantes utilizados para a formulação do produto foram: Pectina Cítrica (Vetec), Emustab (produto a base de monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60) e Super Liga Neutra (produto a base de sacarose, carboximetilcelulose e goma guar), sendo as duas últimas produzidas pela Duas Rodas Industrial.

2.2 Determinações Analíticas

A polpa fresca foi caracterizada quanto à sua composição proximal através das análises de umidade, determinada por secagem em estufa com circulação de ar a 70°C por 24h, açúcares redutores e totais (AOAC, 1997), minerais, lipídeos, proteínas e fibras determinados por metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008);

O teor de ácido ascórbico foi determinado por método volumétrico com 2,6-diclorofenolindofenol, conforme metodologia proposta pela AOAC (1997) modificada por Benassi & Antunes (1998).

A acidez titulável foi determinada por volumetria de neutralização com solução titulante de hidróxido de sódio 0,01N e o pH por leitura direta em pHmetro digital previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008).

Adicionalmente, a atividade de água (a_w) foi determinada em higrômetro (*Aqualab, Decagon, Series 3.0*) calibrado com água destilada e soluções saturadas de sulfato de potássio ($a_w = 0,97$), cloreto de potássio ($a_w = 0,84$) e cloreto de sódio ($a_w = 0,75$). As leituras foram realizadas com as amostras a 25°C.

A cor foi determinada utilizando o acessório *Barrelino* acoplado à espectrofotômetro (*Varian Cary 50*), com a configuração iluminante D65°/10°. O sistema utilizado nas medidas de cor foi CIE L*a*b* (Comissão Internationale de L'Eclairage, 1986), e os parâmetros avaliados foram: Luminosidade (L*), que varia de 0 (preto) a 100 (branco), cromaticidades verde-vermelha (a*) e azul-amarela (b*). A diferença total de cor (ΔE) também foi determinada pela Equação 1. A determinação da cor foi realizada em amostras homogêneas que foram transferidas individualmente para placas de Petri, de maneira que ocupassem toda a área da placa. Em cada amostra, foram realizadas 3 leituras em 10 pontos distintos, totalizando 30 leituras.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo ΔL , Δa e Δb a diferença de cada parâmetro de cor entre a polpa fresca e a polpa desidratada.

2.3 Formulação das Espumas

A formulação das espumas foi estabelecida a partir do delineamento composto rotacional (Tabela 1). Foram realizadas nove formulações para investigar o efeito da concentração dos agentes Emustab e Pectina (variáveis independentes), na estabilidade da espuma (variável dependente).

As espumas foram obtidas pela mistura dos agentes espumantes em 100g de polpa sendo adicionada 1,0% do estabilizante Super Liga Neutra em todas as formulações, de acordo com recomendações do fabricante. A formação das espumas foi alcançada pela agitação da mistura em batedeira *Black & Decker Power Pro*, a 1050 rpm, durante 20 minutos.

Tabela 1. Delineamento composto rotacional para a formação de espumas com diferentes concentrações de Emustab e Pectina (variáveis independentes)

Variáveis	Pontos fatoriais		Ponto central	Pontos axiais	
	-1	+1		- α	+ α
Independentes			0		
Emustab (%)	1,5	2,5	2,0	1,3	2,7
Pectina (%)	0,5	1,5	1,0	0,3	1,7

2.4 Estabilidade das espumas

A estabilidade da espuma foi determinada conforme descrito por Karin & Wai (1999) com algumas modificações. O volume drenado foi determinado utilizando 25mL de espuma de cada formulação. A espuma resultante do delineamento (Tabela 1) foi imediatamente transferida para um sistema constituído de funil com filtro de algodão e proveta de 25mL. Foi definido 450 minutos como o tempo máximo de drenagem, a partir de uma cinética do volume drenado da espuma liquefeita em relação ao tempo. Considerou-se estável as espumas que apresentaram volume drenado inferior a 1,0mL ao final de 450 minutos.

2.5 Secagem das espumas

Duas etapas experimentais de secagem foram realizadas. A primeira até atingir o equilíbrio e a segunda até alcançar umidade final máxima de 5%. Paralelamente, a polpa de guavira sem adição de agentes foi desidratada nas mesmas condições de secagem.

Na primeira etapa, determinou-se a cinética de secagem das espumas nas condições estabelecidas pelo delineamento (Tabela 2), sendo as variáveis de estudo a temperatura e a concentração dos agentes espumantes, totalizando 15 ensaios. A espuma (100g) foi espalhada sobre bandejas de aço inoxidável, formando uma camada de 2 mm de espessura e levadas para desidratar em secador (NG Científica) com circulação de ar de 0,5 m/s. As bandejas com as amostras foram pesadas em intervalos de 10 minutos até a primeira hora, posteriormente, a cada 30 minutos até alcançar o equilíbrio. A umidade inicial e no equilíbrio das amostras foram determinadas em estufa com circulação de ar a 70°C por 24 h.

Tabela 2. Delineamento composto rotacional para a desidratação de polpa de guavira em camada de espuma

Variáveis Independentes	Pontos fatoriais		Ponto central	Pontos axiais	
	-1	+1	0	- α	+ α
Emustab (%)	1,5	2,5	2,0	1,3	2,7
Pectina (%)	0,5	1,5	1,0	0,3	1,7
Temperatura (°C)	50,0	70,0	60,0	46,0	74,0

Na segunda etapa, a polpa na forma de espuma estável foi desidratada em tempo fixo, estipulado pela cinética de secagem. A polpa desidratada foi triturada em liquidificador (*Skymesen*) até a obtenção de um pó.

2.6 Modelagem Matemática

O comportamento cinético das curvas de secagem foi simulado aplicando-se o modelo matemático de Page (Equação 2).

$$Y = -\frac{x_t - x_e}{x_0 - x_e} = \exp(-kt^n) \quad (\text{Equação 2})$$

Em que Y é a razão da umidade adimensional; x_t , x_0 , x_e são os teores de umidade no tempo t , inicial e de equilíbrio, respectivamente; k e n são constantes da equação; t é o tempo (min);

A difusividade efetiva foi calculada a partir da linearização da Equação 2 com base na 2ª Lei de Fick para placa plana (Equação 3).

$$Y = \frac{8}{\pi^2} \exp\left[-\frac{\pi^2}{4L^2} Def \cdot t\right] \quad (\text{Equação 3})$$

Onde **Y** é a umidade adimensional, **L** é a metade da espessura (m), **Def** a difusividade efetiva (m²/s) e **t** o tempo (s).

O ajuste dos dados experimentais e o cálculo dos parâmetros foram realizados com o auxílio do *software Microsoft Office Excel*.

2.7 Avaliação do produto desidratado

Na polpa de guavira em pó, obtida das formulações que apresentaram espumas estáveis, foram realizadas análise de cor e de conteúdo de ácido ascórbico, conforme descrito no item 2.2.

2.8 Análise Estatística

Os resultados das análises da polpa fresca e da desidratada foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) e a estabilidade das espumas avaliada pelo delineamento composto rotacional utilizando o *Software Statistica*, versão 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características da Polpa Fresca

A Tabela 3 apresenta a composição proximal da polpa fresca além de características físicas e teor de ácido ascórbico e acidez titulável.

Tabela 3. Características físicas e químicas da polpa de guavira fresca.

Análises	Resultados	
Umidade (%)	85,26 ± 0,31	
Açúcares Totais (%)	12,26 ± 0,35	
Açúcares Redutores (%)	9,76 ± 0,2	
Minerais (%)	0,28 ± 0,01	
Lipídeos (%)	0,13 ± 0,07	
Proteínas (%)	0,87 ± 0,14	
Fibras (%)	0,53 ± 0,13	
Ácido Ascórbico (mg/100g)	119,60 ± 0,11	
Acidez Titulável (%)	2,96 ± 0,30	
pH	3,64 ± 0,05	
Atividade de Água	0,984 ± 0,01	
Cor	L*	56,94 ± 0,59
	a*	3,85 ± 0,38
	b*	41,79 ± 1,08

Poucos trabalhos são encontrados no que diz respeito à caracterização das espécies de *Campomanesia*, no entanto, os valores da caracterização da polpa de guavira foram comparados com polpas de frutos da mesma família (Myrtaceae).

O teor de umidade (85,26%) e de minerais (0,28%) foi semelhante ao encontrado pelo NEPA (2006) em goiaba vermelha, cujo valor corresponde a 85,10% e 0,2%,

respectivamente. Em cambuci (*Campomanesia phaea*), Vallilo *et al.* (2005) encontraram valores de 88,8% de umidade e 0,23%, sugerindo que frutos da mesma espécie podem possuir características semelhantes.

O conteúdo de carboidratos (12,26%), lipídios (0,13%), proteínas (0,87%) e fibras (0,5%) foram inferiores quando comparado aos teores encontrados por Porto & Gulias (2010) para a polpa dos frutos da mesma espécie que foram, respectivamente, 13,9%, 1,0%, 1,6% e 0,8%. Hansen *et al.* (2008) explicam que as condições climáticas, solo e grau de maturação das amostras influenciam nos constituintes dos frutos, justificando estas diferenças.

O teor de ácido ascórbico encontrado na guavira supera os das espécies da Família Myrtaceae como a pitanga (42,9 mg/100g) (MÉLO *et al.*, 2000), a goiaba cultivar Paluma (89,78 mg/100g) (LIMA *et al.*, 2002) e o cambuci (33 mg/100g). A concentração do ácido ascórbico mostrou que a polpa da guavira é rica em vitamina C, conforme portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1988 da ANVISA. O Ministério da Saúde recomenda a ingestão diária de 45 mg de esta vitamina (BRASIL, 2004). Neste sentido, Vallilo *et al.* (2006) verificaram que a ingestão aproximada de 12 frutos de guavira supre o teor recomendado pela legislação brasileira para a dieta alimentar diária de adultos.

A acidez titulável e o pH da polpa a definem como um alimento ácido. A atividade de água da polpa da guavira a caracteriza como um alimento altamente perecível (FONTANA, 1998), justificando a necessidade de se processar a polpa a fim de aumentar a sua vida útil.

A cor da polpa da guavira foi amarela clara, associada ao parâmetro b* (amarelo).

3.2 Estabilidade

A Tabela 4 apresenta o volume do líquido drenado das espumas de polpa de guavira. O volume final de líquido drenado após 450 minutos variou de 0,0 a 3,33 mL.

Das espumas elaboradas, as formulações F (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina), H (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina) e I (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina) não apresentaram líquido drenado, portanto, foram consideradas estáveis. Embora o

aumento da concentração dos agentes Emustab e Pectina favoreçam a estabilidade das espumas, observa-se que há influência do sinergismo de ambos os agentes, isto é, o aumento só de um agente espumante (formulação C: 2,5% de Emustab e 0,5% de Pectina) não proporciona estabilidade à espuma. A figura 1 confirma a influência do sinergismo entre a natureza do agente e as concentrações observando que o aumento ou diminuição das concentrações favorece a formação de líquido.

De acordo com Vernon-Carter *et al.* (2001), a estabilidade das espumas é importante para facilitar o processo de secagem, em função da porosidade, o que aumenta a superfície de contato com o ar aquecido.

Tabela 4. Volume de líquido drenado das espumas após 450 minutos.

Formulação	Concentração de Agentes		Volume drenado (mL)
	Emustab (%)	Pectina (%)	
A	1,5	0,5	3,33
B	1,5	1,5	2,5
C	2,5	0,5	1,5
D	2,5	1,5	1,0
E	1,3	1,0	1,5
F	2,7	1,0	0,0
G	2,0	0,3	2,5
H	2,0	1,7	0,0
I	2,0	1,0	0,0

Esta observação corrobora com os resultados encontrados por Karin & Wai (1999) para espumas de polpa de carambola formuladas com metilcelulose e com os resultados obtidos por Pereira (2008) em espumas de própolis elaboradas com diferentes concentrações e/ou combinações de Super Liga Neutra e Emustab, onde o pesquisador verificou que a estabilidade das espumas aumenta com a concentração destes agentes.

Entretanto, estudos realizados por Bastos *et al.* (2005) com espumas elaboradas a partir de polpa de manga utilizando o agente espumante monoestearato de sorbitana (componente do Emustab) em diferentes concentrações, mostraram que não houve

diferença na estabilidade das espumas, sugerindo que além da concentração, o tipo de agente espumante influencia na formação e na estabilidade da espuma.

A Figura 1 mostra a superfície de resposta do volume de líquido drenado em função das concentrações dos agentes espumantes pectina e Emustab. Ratifica-se a influência da natureza do agente e da concentração, bem como o sinergismo entre ambos para minimizar a formação de líquido drenado e prever a estabilidade das espumas durante a secagem.

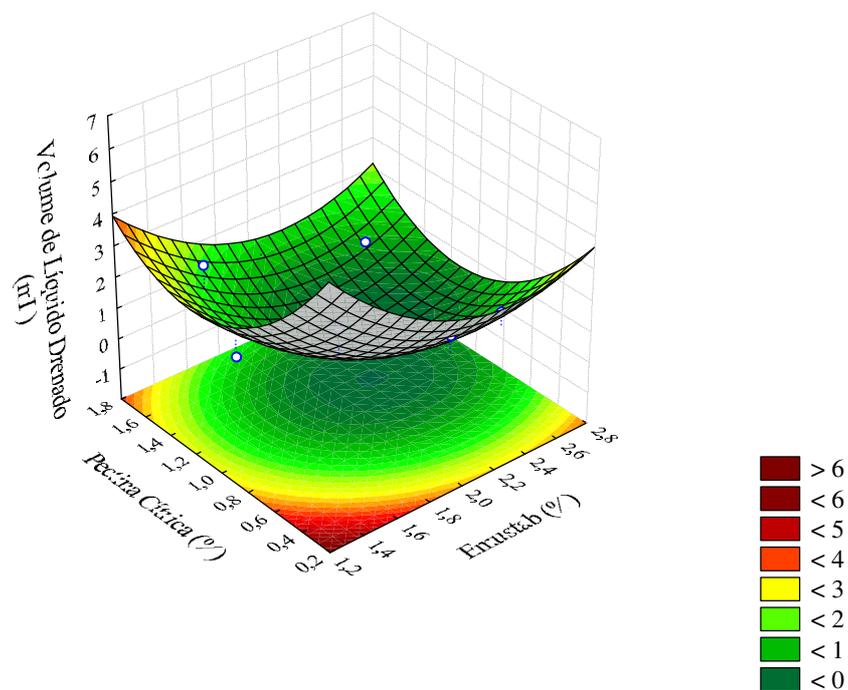


Figura 1. Superfície de resposta em função da concentração de Emustab (%) e Pectina Cítrica (%) para o volume de líquido drenado.

3.3 Características de secagem das espumas

Foram desidratadas as espumas dos quinze ensaios determinados pelo delineamento composto rotacional (Tabela 2) independente da estabilidade das espumas, visto que espumas não estáveis em 450 minutos poderiam ser desidratadas em menor tempo. Este

fato é evidenciado na Tabela 5, onde se observa que mesmo as espumas que apresentaram drenagem no teste de estabilidade obtiveram tempos de secagem semelhantes ou inferiores aos das espumas estáveis.

O tempo de secagem para cada ensaio foi definido pela cinética da umidade em função do tempo, conforme ilustrado na Figura 2 para a formulação I (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina) a 60°C, onde o tempo de secagem para obter um produto com umidade de 5% foi de 350 minutos. O tempo de secagem para as espumas estáveis variou de 120 a 600 minutos.

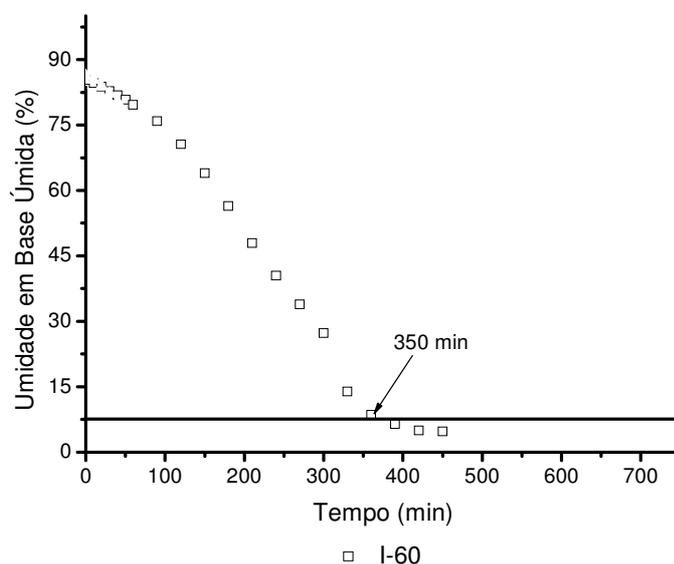


Figura 2. Tempo de secagem a 60°C para obtenção de polpa desidratada com 5,0% de umidade

A Tabela 5 apresenta o tempo de secagem necessário para a obtenção da polpa de guavira com 5,0% de umidade. A formulação I mostra a influência da temperatura no tempo de secagem, sendo menor com o aumento da temperatura. Em secagem de carambola utilizando metilcelulose (componente da Super Liga Neutra) como agente espumante, Karin & Wai (1999) observaram que o aumento da temperatura confere maior estabilidade às espumas. Os autores atribuíram este comportamento ao fenômeno de gelificação térmica, pois ao aquecer uma amostra com metilcelulose, a mesma reduz a sua viscosidade, porém, ao atingir a temperatura de 50°C, há um aumento drástico na viscosidade, o que explica a manutenção da estrutura porosa durante a secagem.

Tabela 5. Tempo de secagem para a obtenção de guavira em pó com umidade final de 5%, em diferentes concentrações de agentes espumantes e temperaturas de secagem obtidas pelo delineamento composto rotacional.

Formulação	Ensaio	Emustab (%)	Pectina (%)	Temperatura (°C)	Tempo de secagem (min)
A	A-50	1,5	0,5	50	420
A	A-70	1,5	0,5	70	240
B	B-50	1,5	1,5	50	330
B	B-70	1,5	1,5	70	300
C	C-50	2,5	0,5	50	360
C	C-70	2,5	0,5	70	240
D	D-50	2,5	1,5	50	330
D	D-70	2,5	1,5	70	270
E	E-60	1,3	1	60	330
F	F-60	2,7	1	60	420
G	G-60	2	0,3	60	360
H	H-60	2	1,7	60	390
I	I-46	2	1	46	600
I	I-74	2	1	74	120
I	I-60	2	1	60	350
Polpa*	P-46	-	-	46	540
Polpa*	P-50	-	-	50	450
Polpa*	P-60	-	-	60	450
Polpa*	P-70	-	-	70	350
Polpa*	P-74	-	-	74	240

*Polpa de guavira sem adição de agentes espumantes.

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam as cinéticas de secagem das espumas estáveis em termos adimensionais de umidade em função do tempo. O comportamento cinético da polpa *in natura* e da espuma formulada com 2,0% de Emustab e 1,0% de pectina (Formulação I) na secagem a 46°C (Ensaio I-46) é mostrado na Figura 3.

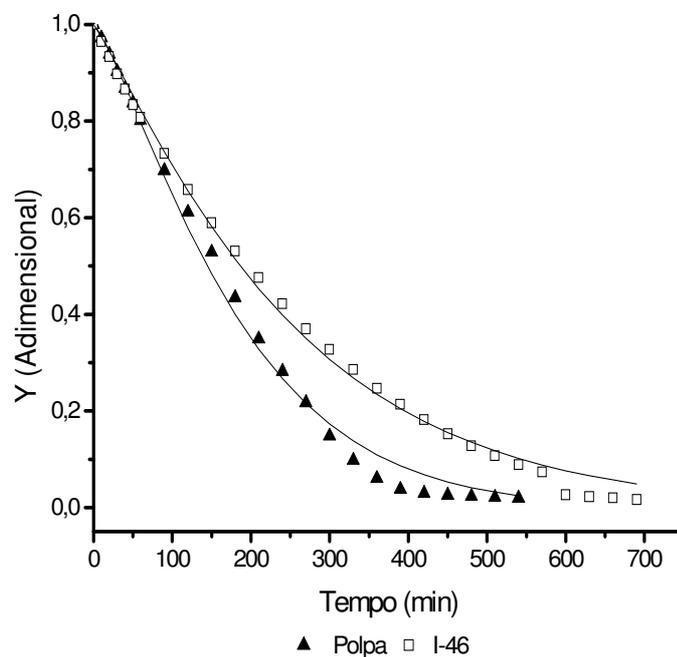


Figura 3. Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e da espuma de guavira do ensaio I-46 (□) a 46°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua).

Pode-se notar que a formação da espuma influenciou no tempo de secagem, pois a polpa sem adição de agentes espumantes alcançou o equilíbrio em menor tempo (400 minutos), quando comparada com a espuma (600 minutos). Estes resultados diferem dos encontrados por Sankat & Castaigne (2004) em espumas de banana formuladas com proteína de soja e desidratadas em temperaturas de 45 a 90°C e fatias de banana a 60°C. Os autores observaram que mesmo a espuma desidratada na menor temperatura (45°C) obteve tempo de secagem inferior (750 minutos) às fatias de banana (1300 minutos).

A 60°C o tempo de secagem necessário para alcançar o equilíbrio foi maior nas espumas de guavira em relação à polpa fresca (Figura 4). A umidade de equilíbrio nas formulações H (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina) e I (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina) foi alcançada próximo a 350 minutos, enquanto que na formulação F (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina) foi de 450 minutos. Este comportamento pode ser explicado pela concentração de Emustab (2,7%) que foi maior quando comparada às demais formulações, sugerindo que este agente promove maior resistência ao vapor de

água devido à natureza hidrofóbica de seus constituintes (monoglicéridos destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60).

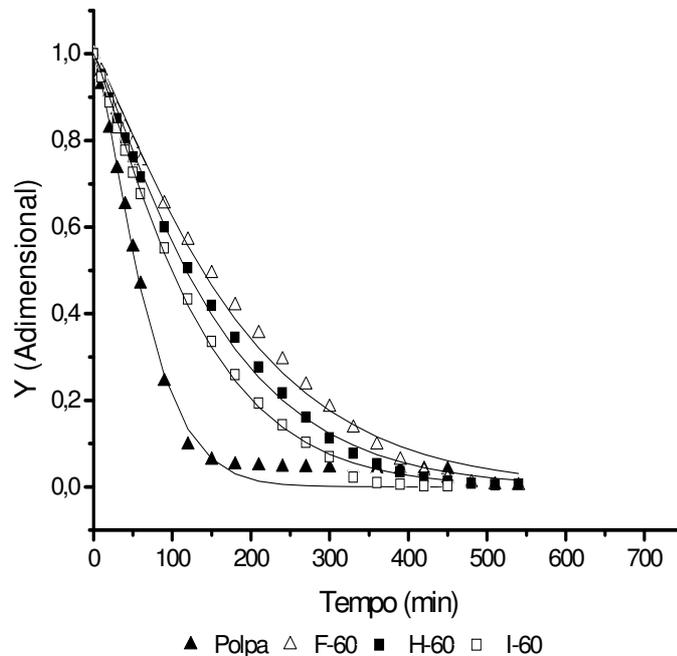


Figura 4. Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e das espumas de guavira dos ensaios F-60 (△), H-60 (■) e I-60 (□) a 60°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua).

Vernon-Carter *et al.* (2001) em secagem de polpa de tamarindo à temperatura de 50°C, utilizando diferentes formulações constituídas por albumina de ovo, goma mesquita e emulsificantes, verificaram que o tempo de secagem para atingir o equilíbrio da formulação da espuma composta por goma mesquita e emulsificantes foi próximo ao da polpa integral (120 minutos), enquanto que as demais formulações obtiveram tempos que variaram de 80 a 100 minutos. Estes resultados permitem afirmar que a combinação e a interação entre os agentes formadores de espuma, além de promover a estabilidade, também influenciam no tempo de secagem.

O comportamento cinético da secagem a 74°C da polpa e da espuma formulada com 2,0% de Emustab e 1,0% de pectina (Formulação I) foi semelhante, alcançando o equilíbrio em aproximadamente 150 minutos (Figura 5).

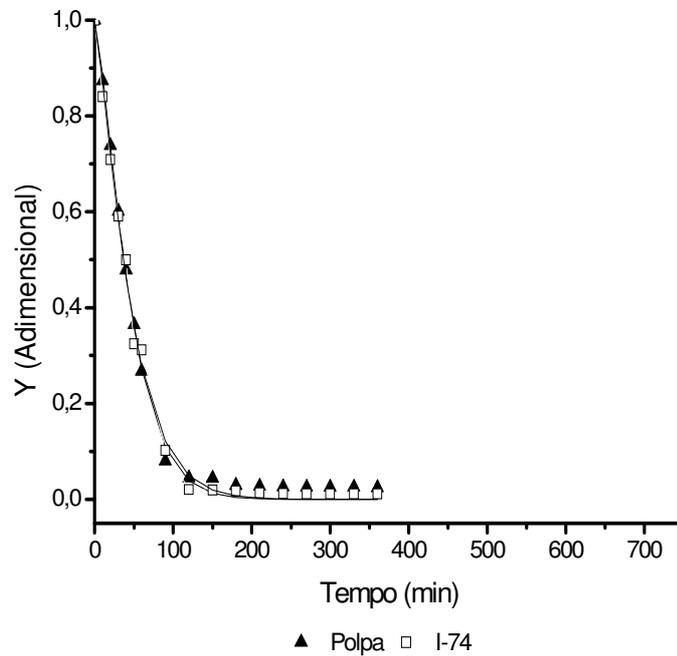


Figura 5. Curvas de secagem da polpa de guavira (▲) e da espuma de guavira do ensaio I-74 (□) a 74°C ajustadas pelo modelo de Page (linha contínua).

Verifica-se através das cinéticas de secagem a influência da temperatura no tempo de processo. A elevação da temperatura conduz ao aumento do coeficiente de difusão do vapor da água acelerando o processo de secagem, conforme observado na Tabela 6, onde o coeficiente de difusividade (D_{ef}) foi maior a 74°C.

O ajuste das cinéticas pelo modelo matemático empregado apresenta valores de R^2 superiores a 0,95, podendo ser utilizados na estimativa das curvas de secagem da polpa de guavira, independente da amostra.

Na secagem a 46°C, a difusividade foi maior para a polpa quando comparada com a espuma.

Tabela 6. Parâmetros de secagem do modelo de Page e Difusional da polpa e das espumas estáveis de guavira I-46 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 46°C), F-60 (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C), H-60 (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina, 60°C), I-60 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C) e I-74 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 74°C).

Ensaio	T (°C)	Modelo de Page			Modelo Difusional	
		K	n	R ²	D _{ef} (m ² /s)	R ²
I-46	46	0,0019	1,1228	0,998	2,49 x 10 ⁻¹¹	0,999
Polpa	46	0,0124	1,2725	0,997	2,90 x 10 ⁻¹¹	0,997
F-60	60	0,002	1,1845	0,997	3,37 x 10 ⁻¹¹	0,996
H-60	60	0,0025	1,1808	0,998	4,05 x 10 ⁻¹¹	0,996
I-60	60	0,0029	1,1878	0,999	4,73 x 10 ⁻¹¹	0,995
Polpa	60	0,0028	1,3676	0,996	6,75 x 10 ⁻¹¹	0,992
I-74	74	0,0081	1,2346	0,998	1,17 x 10 ⁻¹⁰	0,999
Polpa	74	0,0056	1,3275	0,998	1,25 x 10 ⁻¹⁰	0,989

A 60°C, o valor da difusividade para a polpa fresca (6,75 x 10⁻¹¹ m²/s) foi maior do que para as espumas (Ensaio F-60, H-60 e I-60, respectivamente 3,37 x 10⁻¹¹ m²/s, 4,05 x 10⁻¹¹ m²/s e 4,73 x 10⁻¹¹ m²/s). A adição de agentes influenciou na difusividade, sendo menor na formulação com maior concentração de Emustab (Formulação F, ensaio F-60), ratificando que o agente promove maior resistência ao vapor de água devido à sua natureza hidrofóbica.

3.4 Análise do produto desidratado

Os resultados obtidos para as análises de cor e ácido ascórbico efetuadas nos produtos em pó com umidade de 5% obtidos das espumas estáveis e na polpa fresca estão apresentados na Tabela 7.

A polpa desidratada em camada de espuma apresentou valores de L* ligeiramente maiores que a polpa fresca, enquanto que a polpa desidratada sem adição de agentes apresentou valores inferiores. Este comportamento pode ser explicado, pela adição de agentes espumantes e pela incorporação de bolhas de ar durante a formação da espuma,

o que contribui para o aumento da luminosidade dos pós. Analisando as formulações desidratadas à 60°C, pode-se observar que a luminosidade foi maior para a formulação com 2,7% de Emustab e 1,0% de pectina (formulação F, ensaio F-60).

Tabela 7. Avaliação da cor e teor de ácido ascórbico nas amostras de polpa de guavira desidratada com 5,0% de umidade a partir das formulações estáveis I-46 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 46°C), F-60 (2,7% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C), H-60 (2,0% de Emustab e 1,7% de Pectina, 60°C), I-60 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 60°C) e I-74 (2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina, 74°C) e da polpa

Amostra	Parâmetros de cor				Ácido ascórbico (mg/100g)	
	L*	a*	b*	ΔE	BS**	BU**
Polpa fresca (25°C)	56,94 ^a	3,85 ^a	41,79 ^a	-	8,12 ^a	119,60 ^a
Polpa Desidratada (46°C)	54,33 ^b	16,74 ^b	31,16 ^b	16,91 ^{a,c}	3,17 ^{b,e}	292,74 ^{b,c}
I-46	69,81 ^{c,d}	9,93 ^c	33,16 ^b	16,64 ^{a,c}	2,17 ^c	206,52 ^e
Polpa Desidratada (60°C)	46,87 ^e	15,38 ^{c,d}	22,40 ^c	24,71 ^b	4,9 ^d	470,68 ^d
F-60	80,79 ^f	4,81 ^a	35,87 ^d	24,59 ^b	3,36 ^b	322,60 ^b
H-60	68,45 ^c	13,18 ^d	36,37 ^d	15,77 ^d	2,83 ^e	271,41 ^c
I-60	68,17 ^c	13,36 ^d	39,65 ^a	14,86 ^e	2,83 ^e	274,24 ^c
Polpa Desidratada (74°C)	48,81 ^e	17,54 ^b	26,57 ^e	22,03 ^f	5,26 ^d	483,19 ^d
I-74	71,19 ^d	12,94 ^d	40,19 ^a	16,97 ^a	6,74 ^b	653,01 ^f

** BU = resultados apresentados em base úmida; BS = resultados apresentados em base seca. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

A cor predominante da polpa (parâmetro b*) teve ligeira diminuição em função do aumento de L* e de a*. A variação da cor dos produtos desidratados em camada de espuma, quando comparados com a polpa fresca, foi maior na temperatura de 60°C nas espumas com maior concentração de Emustab.

Os pós obtidos das espumas e da polpa sem adição de agentes, adquiriram coloração marrom, que segundo Karin & Wai (1999) pode ser atribuído ao escurecimento não enzimático ou à caramelização dos açúcares presentes na polpa durante a secagem.

Os resultados mostraram que houve degradação do ácido ascórbico durante a secagem, sendo menor em temperaturas elevadas. Segundo Maharaj & Sankat (1996) e Silva *et al.* (2005), temperaturas elevadas podem contribuir com a inativação de algumas enzimas oxidativas que colaboram com a degradação do ácido ascórbico.

Verifica-se ainda que as formulações I-46, F-60, H-60 e I-60 apresentaram menores teores de ácido ascórbico quando comparadas com as polpas desidratadas sem agentes. Este fato pode estar relacionado à temperatura de secagem, além da incorporação de bolhas de ar durante a agitação, pois segundo Gabas *et al.* (2003), a presença de oxigênio é um dos fatores que contribuem para a degradação do ácido ascórbico. Entretanto, a retenção do ácido ascórbico nas espumas desidratadas foi entre 27 a 83%. Em espumas formuladas com polpa de manga e leite em diferentes concentrações e desidratadas nas temperaturas de 65, 75 e 85°C, Kadam *et al.* (2010) observaram menor retenção de ácido ascórbico nas espumas desidratadas a 65 e 75°C, enquanto que a 85°C o teor de ácido ascórbico não diferiu estatisticamente entre as espumas formuladas e a polpa integral ($p > 0,05$).

Em espumas de jenipapo formuladas com albumina, Emustab, Superliga e maltodextrina em diferentes concentrações, Pinto (2009) verificou que na secagem, o conteúdo de ácido ascórbico da polpa não variou com a adição dos agentes espumantes, com exceção da maltodextrina que reduziu em 38,15% o conteúdo desta vitamina, concluindo que a natureza do agente espumante pode interferir na retenção do ácido ascórbico.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A interação dos agentes espumantes Emustab e pectina tiveram influência significativa na estabilidade das espumas de polpa de guavira;
- O tempo de secagem foi menor com o aumento da temperatura, independente da formulação da espuma e a difusividade efetiva foi maior em temperaturas de secagem elevadas;

- O modelo matemático de secagem em camada delgada proposto por Page se ajustou satisfatoriamente às curvas de secagem;

- A adição de espumantes influenciou na cor do produto desidratado fornecendo coloração amarela mais clara que a polpa fresca. O aumento da concentração do Emustab favoreceu a claridade do produto e à retenção do ácido ascórbico.

- A espuma da formulação contendo 2,0% de Emustab e 1,0% de pectina e desidratada a 74°C por 120 minutos forneceu um produto em pó estável com 83% de retenção de ácido ascórbico e cor amarela clara.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FUNDECT pelo fomento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC international, 1997. 1141p

BASTOS, D. da S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAÚJO, K. G. de L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Desidratação da polpa de manga Tommy Atkins utilizando a técnica Foam Mat Drying – Avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.8, n.4, p. 283-290, 2005.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparisson of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. v.31, n. 4, p. 507-513, 1998.

BRASIL. Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2004.

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1988 da ANVISA. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 1998

CAMARGO, P.; MORAES, C.; CANTERI, M.H.G.; FRANCISCO, A.C.; MAIA, L. Avaliação da desidratação da polpa do maracujá azedo pelo método de “Foam-mat”. Anais da VI Semana de Tecnologia em Alimentos – Ponta Grossa, PR – Maio/2008.

COMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE – CIE. **CIE Publication 15.2**. Viena: Central Bureau of the CIE, 1986.

COUTINHO, I. D.; CARDOSO, C. A. L.; RÉ-POPPI, N.; MELO, A. M.; VIEIRA, M. do C.; HONDA, N. K.; COELHO, R. G. Gas chromatography-mass spectrometry (CG-MS) and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. (Guavira). **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 4, p. 767-776, 2009.

COUTINHO, I.D; COELHO, R.G.; KATAOKA, V.M.F.; HONDA, N.K.; SILVA, J.R.M.; VILEGAS, W.; CARDOSO, C.A.L. Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of *Campomanesia adamantium* leaves. **Eclética Química**, São Paulo, v.33, n.4, p. 53-60, 2008.

DOYMAZ, I. Convective drying kinetics of strawberry. **Chemical Engineering and Processing**, v. 47, p. 914-919, 2008.

FONTANA, A.J. Water activity: why it is important for food safety. **Decagon Devices Inc.** 1998.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 66-70, 2003.

GURJÃO, K.C.O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. Areia, 2006. 165 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

HANSEN, D. S.; SILVA, S. A.; FONSECA, A. A. O.; HANSEN, O. A. S.; FRANÇA, N. O. Caracterização química de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano visando ao consumo natural e industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n. 4, p. 964-969, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª Ed., 1ª ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

JAKUBCZYCK, E.; OSTROWSKA-LIGEZA, E.; GONDEK, E. Moisture sorption characteristics and glass transition temperature of apple puree powder. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2515-2523, 2010.

KADAM, D. M.; WILSON, R. A.; KAUR, S. Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 1626-1632, 2010.

KARIN, A.A.; WAI, C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v.64, n.3, p. 337-343, 1999.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 273-276, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. V. 1, Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2000.

MAHARAJ, V.; SANKAT, C. K. Quality changes in dehydrated dasheen leaves: effects of blanching pretreatments and drying conditions. **Food Research International**, v. 29, p. 563-568, 1996.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura no armazenamento de pitanga. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 629-634, 2000.

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. Versão 2 – 2ª Ed. Campinas: Unicamp, 2006. 113p.

PEIXOTO, N.; da SILVA, E.S.; TEIXEIRA, F.G.; MOREIRA, F. da M. Avaliação do Crescimento Inicial de Populações de Gabiroba em Ipameri. Disponível em: http://www.prp.ueg.br/06v1/ctd/pesq/inic_cien/eventos/sic2005/arquivos/agrarias/avaliacao_gabiroba.pdf. Acesso em 27 de janeiro de 2009.

PEREIRA, D. A. **Extração aquosa de própolis e secagem em leito de espuma para uso em alimentos**. Itapetinga, 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

PINTO, E. G. **Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma**. Itapetinga, 2009. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

PORTO, A.C.; GULIAS, A. P. S. M. Gabiroba. *In*: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2010.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. **Lebensmittel wissenschaft und technologie**, Londres, v. 37, n. 1, p. 517-525, 2004.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, R. L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.6, p. 1899-1905, nov.-dez., 2008.

SILVA, R. N. G.; FIGUÊREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, 1179-1184, 2005

SOARES, E.C.; OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S., SILVA JUNIOR, A.; FILHO, M.S.S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “Foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p. 164-170, maio-ago. 2001.

UBOLDI, M. **Desidratação por camada de espuma (“foam mat”) de suco de tomate**. Campinas, 1971. 39p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas.

VALLILO, M.I; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244.2005

VALLILO, M.I; LAMARDO, L.C.A.; GABERLOTTI, M.L.; de OLIVEIRA, E.; MORENO, P.R.H. Composição Química dos Frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O.BERG'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p. 805-810, 2006.

VERNON-CARTER, E. J.; ESPINOSA-PAREDES, G.; BERISTAIN, C. I.; ROMERO-TEHUITZIL, H. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. **Food Research International**, v. 34, p. 587-598, 2001.

Capítulo 3

Artigo 2

ARTIGO 2. DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DA POLPA DE GUAVIRA (*Campomanesia adamantium*) EM PÓ EM AMBIENTES CONTROLADOS

Caroline Alves Breda¹; Eliana Janet Sanjinez-Argandoña^{1,2}

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia; ²Faculdade de Engenharia; Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-070, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fone: (67) 3411-3894. E-mail: carol_breda@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a vida útil da polpa de guavira em pó obtida pelo processo em camada de espuma. A polpa de guavira desidratada foi acondicionada em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenada em duas condições controladas: ambiente (25°C, UR 75%) e acelerada (35°C, UR 90%), durante 90 dias. Para o acompanhamento da sua vida útil, a cada 10 dias foram realizadas as seguintes determinações analíticas: teor de umidade, atividade de água, teor de ácido ascórbico, pH, acidez titulável e contagem de bolores e leveduras. Com a cinética de degradação do ácido ascórbico, obteve-se a vida útil do produto para o fornecimento de 45% deste componente. Os dados obtidos por meio de regressão linear dos valores do logaritmo neperiano do teor de vitamina C pelo tempo de armazenamento (dias) mostram que a reação de degradação da vitamina C se ajusta aos modelos cinéticos de ordem zero e 1ª ordem. A vida útil da polpa de guavira em pó armazenada a 35°C foi de 35 dias, sendo o Q_{10} igual a 2,23, na temperatura de 25°C a vida útil do produto foi de aproximadamente 78 dias.

Palavras-chave: conservação, temperatura, cinética de degradação, ácido ascórbico

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the shelf life of guavira's powdered pulp obtained by foam-mat drying. The dried guavira pulp was packaged in low density polyethylene (LDPE) and stored in two controlled conditions: at room (25°C, RH 75%) and accelerated (35°C, RH 90%) during 90 days. To the shelf life accompaniment, every 10 days were the following analytical determinations: moisture content, water activity, ascorbic acid content, pH, acidity and counting of molds and yeasts. With the ascorbic acid degradation kinetics, we obtained the product shelf life to supply 45% of this component. The obtained data by linear regression the natural logarithm of the vitamin C values content by storage time (days) show that the vitamin C degradation reactions fits the kinetic models of order zero and 1st order. The shelf life of the guavira's powdered pulp stored at 35°C was 35 days, the Q_{10} being equal to 2,23, at 25°C the shelf life of the product was approximately 78 days.

Key words: conservation, temperature, degradation kinetics, ascorbic acid

1 INTRODUÇÃO

Os frutos da guavira (*Campomanesia adamantium*) apresentam sabor e aroma agradáveis, além de elevado teor vitamínico (RAMOS *et al.*, 2007). No entanto, o alto grau de perecibilidade dos frutos e a ausência de tratamentos pós-colheita são fatores que dificultam sua conservação e contribuem para o desperdício.

Dentre os processos mais empregados na conservação de alimentos, a desidratação possibilita o aumento da vida útil, promovendo a disponibilidade do produto por um período prolongado, além de facilitar o transporte e a estocagem devido à redução de peso e volume (JESUS *et al.*, 2005; PINTO, 2009). Entre os métodos de desidratação, o processo em camada de espuma (*foam-mat drying*) favorece a secagem de alimentos líquidos ou semilíquidos os quais são transformados em espumas estáveis, através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para, posteriormente, serem desidratados (SANKAT & CASTAIGNE, 2004; KADAM *et al.*, 2010).

A vida útil de um alimento desidratado depende de fatores extrínsecos como tamanho das amostras, propriedades de embalagem, temperatura e umidade relativa do ar do ambiente, concentração de oxigênio e luminosidade, transporte e manuseio, além dos fatores intrínsecos do alimento como acidez, aditivos, entre outros (ENDO *et al.*, 2007; SANJUÁN *et al.*, 2004). De acordo com Moura *et al.* (2007), a vida útil de um alimento é definida como o tempo no qual o produto, armazenado em determinadas condições de temperatura, apresenta alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente.

Muitos produtos possuem vida útil prolongada, o que dificulta a sua determinação experimental, no entanto, a existência de testes acelerados de vida útil apresenta-se como uma alternativa e consistem no armazenamento do produto a ser estudado sob condições ambientais definidas e controladas, de maneira a acelerar as taxas de transformação (MOURA *et al.*, 2007; TEIXEIRA NETO *et al.*, 1993).

Uma forma de avaliar a vida útil de um alimento é estabelecendo um índice de qualidade. Para este efeito os principais parâmetros de qualidade devem ser considerados, bem como o grau de deterioração necessário para estabelecer o tempo final da vida útil (SANJUÁN *et al.* 2004). No caso de produtos desidratados, alguns dos

principais parâmetros considerados na literatura são cor, teor de ácido ascórbico, umidade e pH (ARLINDO *et al.*, 2007; GALDINO *et al.*, 2003; GOMES *et al.*, 2004).

Por ser uma substância que apresenta alta instabilidade, o ácido ascórbico é frequentemente utilizado como um índice da qualidade global durante o processamento e armazenamento. Além disso, as perdas de ácido ascórbico estão relacionadas às reações deteriorantes que resultam em alterações indesejáveis de cor e de sabor (HIATT *et al.*, 2010).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a vida útil da polpa de guavira em pó produzida pelo processo de secagem em camada de espuma, através do emprego de testes acelerados em função do teor de ácido ascórbico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Polpa de Guavira em Pó

A espuma de guavira foi produzida através da mistura de 100g de polpa adicionada de 1% de Pectina Cítrica, 2% de Emustab (produto a base de monoglicerídeos destilados, monoestearato de sorbitana e polisorbato 60) e 1% de Super Liga Neutra (produto a base de sacarose, carboximetilcelulose e goma guar) e agitada a 1.050 rpm durante 20 minutos, em batedeira (*Black & Decker Power Pro*) à temperatura ambiente. A espuma foi disposta em bandejas de aço inoxidável formando uma camada delgada de 2,0 mm de espessura e colocada em secador (NG científica) a 74°C, com velocidade de ar quente de 0,5m/s durante 120 minutos.

A espuma desidratada foi triturada em liquidificador industrial (*Skymesen*) para obtenção de um pó.

2.2 Análises Físicas, Químicas e Microbiológicas

Foram realizadas análises de umidade pelo método gravimétrico em estufa com circulação de ar a 70°C, por 24h; açúcares redutores e totais (AOAC, 1997); minerais, lipídios, proteínas, e fibras segundo Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) para definir a composição proximal da polpa desidratada.

O teor de ácido ascórbico foi quantificado através do método de Tillmans com solução de 2,6-diclorofenolindofenol, preconizado pelo método 967.21 da AOAC (2000).

A acidez titulável foi determinada por volumetria com solução titulante de NaOH 0,01N padronizado e o pH por leitura direta em pHmetro digital (*Labmeter*) previamente calibrado com soluções tampão (IAL, 2008).

A atividade de água (a_w) foi medida através de leitura direta em higrômetro (*Aqualab, Decagon, series 3.0*) previamente calibrado com água destilada e soluções saturadas de sulfato de potássio ($a_w = 0,97$), cloreto de potássio ($a_w = 0,84$) e cloreto de sódio ($a_w = 0,75$). As leituras foram realizadas com as amostras à temperatura de 25°C.

A cor foi determinada utilizando o acessório *Barrelino* acoplado a espectrofotômetro (*Varian Cary 50*), empregando o sistema CIE $L^*a^*b^*$, com iluminante D65°/10° para obtenção dos valores de L^* , a^* e b^* .

Visando um grau indicativo das condições higiênico-sanitárias do processo de produção da polpa de guavira em pó, foi determinado o número de bactérias do grupo coliformes a 45°C e *Salmonella* em observância à legislação vigente (BRASIL, 2001), além de determinações complementares de coliformes a 35°C e contagem de bolores e leveduras, de acordo com técnicas descritas por Silva *et al.* (2007).

2.3 Acompanhamento da Vida Útil

Aproximadamente 25 g de guavira em pó foram acondicionadas em embalagens poliméricas de polietileno de baixa densidade (PEBD) com dimensões de 120x200 mm e 10 µm de espessura. O estudo da vida útil foi realizado em duas condições de

ambiente controlado: (1) umidade relativa de 75% e temperatura de 25 °C (condição ambiente) e (2) umidade relativa de 90% e temperatura de 35 °C (condição acelerada).

As condições de umidade do ambiente (umidade relativa) foram reproduzidas em dessecadores contendo soluções saturadas de cloreto de sódio ($a_w = 0,75$) para a condição ambiente (1) e cloreto de bário ($a_w = 0,90$) para a condição acelerada (2). A guavira em pó embalada foi distribuída no interior dos dessecadores, de maneira a não obstruir a circulação da umidade do ar no interior do sistema, evitando contato direto com a solução saturada. A condição de temperatura foi mantida constante em câmaras BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) onde foram colocados os dessecadores. O período de armazenamento foi de 90 dias, sendo as primeiras amostragens realizadas no produto a tempo zero e as seguintes a cada 10 dias. O acompanhamento da vida útil foi feito pela análise de umidade, atividade de água, acidez titulável, pH, cor, ácido ascórbico e contagem de bolores e leveduras utilizando técnicas descritas no item 2.2.

Os resultados do conteúdo de ácido ascórbico das amostras durante o armazenamento foram analisados quanto à ordem da reação de degradação, calculando-se a velocidade de reação (k) para as reações de ordem zero e primeira ordem, o quociente entre as velocidades de reação a 25°C e a 35°C (Q_{10}) e a estimativa do tempo de vida útil (t_f). Para a determinação da ordem de reação e sua constante de velocidade, foram plotados os valores do percentual de degradação de vitamina C em função do tempo de armazenamento e realizada a regressão linear, correspondente aos valores de k (velocidade de reação) para cada temperatura e cada ordem de reação (Equações 1 e 2). Para a determinação de Q_{10} , foi utilizada a Equação 3. O tempo de vida útil foi calculado pela Equação 4. Levou-se em consideração a reconstituição de 15,0g do pó em 200mL de água no início da estocagem, em que o mesmo forneceria aproximadamente 98mg de ácido ascórbico. Como a recomendação diária para adultos é de 45mg, considerou-se que o produto com 45,0% de retenção do ácido ascórbico ainda forneceria o valor diário recomendado de vitamina C.

$$\frac{dA}{dt} = -kA \quad (\text{Equação 1})$$

Na forma integrada e rearranjando-a na forma da equação da reta tem-se:

$$\ln A = -kt + \ln A_o \quad (\text{Equação 2})$$

$$Q_{10} = \frac{k(T + 10^\circ\text{C})}{k(T)} = \frac{t_f(T)}{t_f(T + 10^\circ\text{C})} \quad (\text{Equação 3})$$

$$t_f = \frac{\ln(A_o / A_f)}{k} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde Q_{10} é o quociente entre as velocidades de reação a uma determinada temperatura e a uma temperatura 10°C mais alta; k é a velocidade de reação, T ($^\circ\text{C}$) é a temperatura, t_f é o tempo de vida útil, A_o é o conteúdo de ácido ascórbico no início da estocagem (653,00mg/100g) e A_f é o conteúdo de ácido ascórbico após degradação de 55,0% durante a estocagem. (AZEREDO, 2004; TEIXEIRA NETO *et al.*, 1993).

2.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa *Statistica* versão 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Inicial do Produto

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização física e química da polpa de guavira em pó (tempo zero).

Tabela 1. Características físicas e químicas da polpa de guavira fresca e desidratada pelo processo em camada de espuma (produto a tempo zero).

Análises	Polpa fresca^{1**}	Polpa desidratada^{**}
Umidade (%)	85,26 ± 0,31	3,14 ± 0,09
Minerais (%)	0,28 ± 0,01	2,00 ± 0,23
Lipídios (%)	0,13 ± 0,07	1,23 ± 0,12
Proteínas (%)	0,87 ± 0,14	3,01 ± 0,18
Açúcares Totais (%)	12,26 ± 0,35	40,01 ± 2,93
Açúcares Redutores (%)	9,76 ± 0,2	31,94 ± 2,63
Fibras (%)	0,53 ± 0,13	1,56 ± 0,24
Ácido Ascórbico (mg/100g)	119,60 ± 0,11	653,01 ± 0,48
Acidez Titulável (%)	2,96 ± 0,3	15,14 ± 0,50
pH	3,64 ± 0,05	4,78 ± 0,23
Atividade de Água	0,984 ± 0,01	0,257 ± 0,02
L*	56,94 ± 0,59	71,19 ± 5,34
Cor a*	3,85 ± 0,38	12,94 ± 5,68
b*	41,79 ± 1,08	40,19 ± 9,09

¹Resultados obtidos no capítulo 2

^{**}Resultados apresentados em base úmida.

O teor de umidade (3,14%) da polpa de guavira em pó encontra-se entre 2,17 e 16,5% apresentada por outros autores para polpas em pó (ARLINDO *et al.*, 2007; ENDO *et al.*, 2001; GALDINO *et al.* 2003; SOARES *et al.*, 2001). Os conteúdos do

resíduo mineral, lipídeos, proteínas, açúcares e fibras dependem das características do próprio alimento, todavia, com a desidratação tem-se a concentração dos mesmos (BEZERRA, 2007). Entretanto são escassos os trabalhos que apresentam a composição proximal de polpas desidratadas em pó.

Observa-se que o conteúdo de ácido ascórbico na polpa desidratada foi cinco vezes maior que na polpa fresca, indicando que houve concentração deste constituinte devido à evaporação da água. No entanto, levando em consideração o conteúdo de ácido ascórbico em massa seca da polpa fresca (8,11 mg/100g) e da polpa desidratada (6,74 mg/100g), percebe-se que houve degradação em torno de 17% durante a secagem.

Silva *et al.* (2008) na desidratação de polpa de tamarindo pelo processo *foam mat*, observaram perdas de 20 a 48% de ácido ascórbico. Outros trabalhos têm mostrado a degradação da vitamina C durante a secagem convencional, com perdas acima de 80% (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005; VERMA *et al.*, 2004). Isto mostra que a adição de agentes espumantes favorece a retenção do ácido. Do ponto de vista alimentar, a recomendação para o consumo humano é de 45 mg/dia de vitamina C para adultos. Diante disso, a polpa de guavira em pó pode ser considerada rica de vitamina C.

A importância da vitamina C na alimentação deve-se às diversas funções biológicas na síntese de colágeno, absorção do ferro inorgânico, fortalecimento do sistema imunológico e inibição de nitrosaminas, além de atuar na prevenção do escorbuto e como antioxidante (CARVALHO *et al.*, 2006).

O teor de acidez titulável e o pH obtidos das polpas fresca e em pó 2,96 e 15,14% e 3,64 e 4,78, respectivamente, conferem sabor ácido ao produto.

A atividade de água de 0,600 é considerada como o limite máximo para o desenvolvimento de microrganismos (CHISTÉ *et al.* 2006). Neste trabalho a amostra desidratada apresentou atividade de água de 0,257. Portanto, o produto apresenta estabilidade quanto ao crescimento microbiano desde que o mesmo seja acondicionado em embalagens apropriadas.

A cor característica da polpa fresca é amarela clara, observada pelos valores de b^* (41,79) e L^* (56,94); com a desidratação houve ligeiro escurecimento observado pelo aumento do parâmetro a^* (12,94).

3.2 Acompanhamento da vida útil

3.2.1 Umidade

Os resultados de determinação de umidade são apresentados na Figura 1.

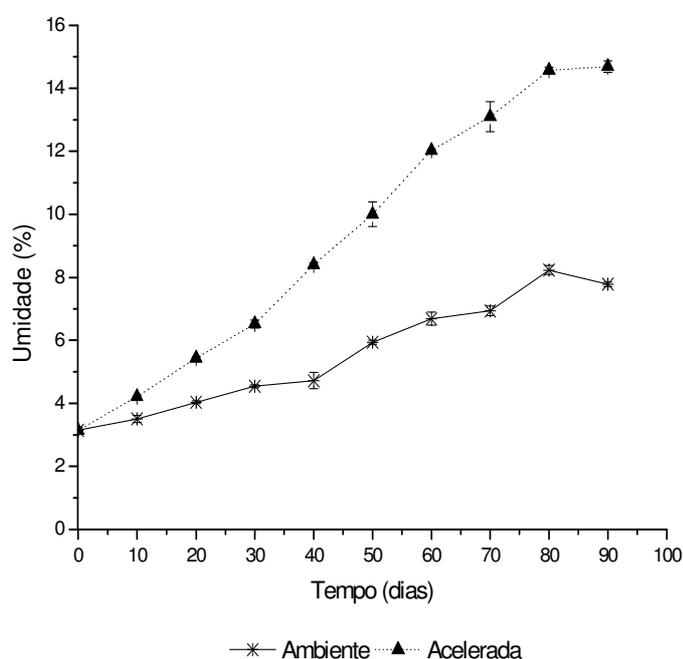


Figura 1. Valores médios de umidade (%) nas amostras de guavira em pó, armazenadas em condição ambiente (*) e acelerada (▲) por 90 dias.

Visualiza-se que na condição acelerada (35°C e 90% UR), houve maior absorção de água, com acréscimo em torno de 4,7 vezes quando comparada com o produto a tempo zero, enquanto que na condição ambiente, este acréscimo foi em torno de 2,5 vezes. Segundo Arlindo *et al.* (2007) a característica higroscópica de alguns alimentos depende principalmente da sua composição química e das condições de armazenamento (umidade relativa do ar), o que explica o maior aumento da umidade na condição acelerada. Poucos trabalhos referentes ao estudo da vida útil de produtos desidratados

em pó em ambientes controlados são encontrados na literatura. Desta forma, o aumento da umidade do produto ao final do experimento pode ser atribuída à alta permeabilidade da embalagem o que favoreceu a absorção da umidade do ambiente do sistema de armazenamento controlado.

Galdino *et al.* (2007), ao estudarem a estabilidade de pimentão em pó acondicionado em embalagens PEBD por 100 dias a temperatura ambiente, verificaram que houve aumento de 47,02% de umidade, enquanto que Silva *et al.* (2005) em polpa de umbu- cajá desidratada e armazenada nas mesmas condições pelo período de 60 dias, obtiveram aumento de umidade de 24,0%.

3.2.2 Atividade de água

Os resultados de determinação da atividade de água da polpa de guavira em pó são apresentados na Figura 2 e indicam que, assim como a umidade, a atividade de água aumentou durante o período de armazenamento, sendo maior na condição acelerada (0,680), quando comparada com a condição ambiente (0,470).

Esta diferença pode ser atribuída à umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, de acordo com Garcia *et al.* (1989) citado por Gomes *et al.* (2004) o tipo de embalagem dos produtos alimentícios constitui uma barreira que impede ou dificulta o contato entre o alimento e o ambiente externo. No entanto, a permeabilidade das embalagens deve ser considerada. Dependendo da taxa de permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio poderá haver maior absorção de umidade do ambiente e conseqüentemente influenciar na atividade de água, o que pode justificar a maior absorção de água na condição acelerada.

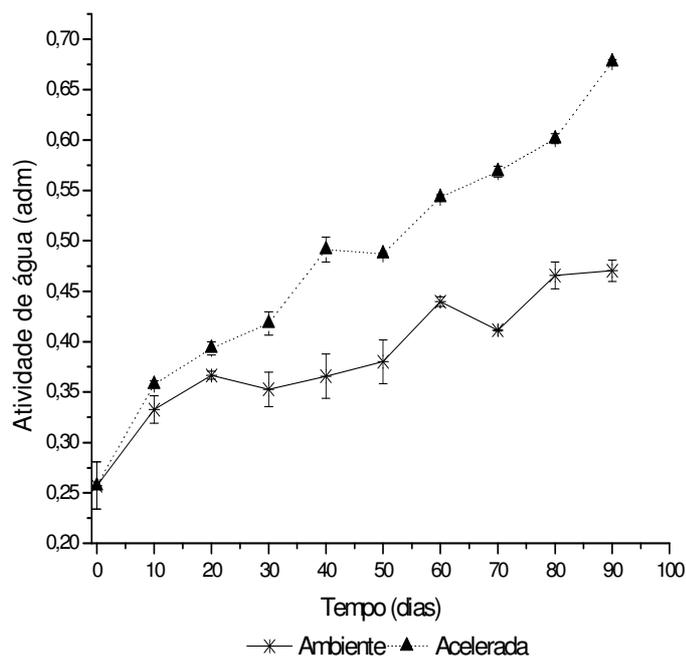


Figura 2. Valores médios de atividade de água (adm) nas amostras de guavira em pó, armazenadas em condição ambiente (*) e acelerada (▲) por 90 dias.

Segundo Khalouffi *et al.* (2000) a atividade de água constitui um conceito importante na indústria de alimentos, uma vez que está relacionada com a estabilidade microbiológica e físico-química das reações de deterioração.

3.2.3 Ácido Ascórbico

Segundo Taoukis & Labuza (1996), a perda de vitaminas, oxidação de pigmentos e crescimento microbiano segue um padrão de primeira ordem, onde a taxa de perda de qualidade é diretamente relacionada à qualidade remanescente. No presente trabalho, a estabilidade do ácido ascórbico (vitamina C) tem sido estudada devido à sua importância na dieta humana. Além disso, por ser considerada a vitamina mais instável quimicamente, considera-se que se o ácido ascórbico for retido no alimento, os demais nutrientes também o serão. Assim, sua retenção é considerada um índice de manutenção

da qualidade nutricional durante o processamento e a estocagem de alimentos (FENNEMA *et al.*, 2008).

Observa-se na Figura 3 que o conteúdo de ácido ascórbico, presente na polpa de guavira em pó, diminuiu acentuadamente entre o 10° e o 50° dia de armazenamento, na condição acelerada e na condição ambiente entre 20° e o 50° dia, logo se manteve praticamente constante até o final da estocagem, apresentando cinética de degradação de primeira ordem até o 50° dia e depois cinética de ordem zero até o final do experimento em ambas as condições de estocagem.

Segundo Galdino *et al.* (2003), este comportamento pode ser atribuído à baixa proteção fornecida pelo polietileno, tornando o material susceptível a efeitos de microambientes criados na montagem dos ensaios, permitindo migração da umidade do ambiente até alcançar o equilíbrio. A retenção do ácido ascórbico no 50° dia na condição ambiente foi de 34,79% e na condição acelerada foi de 17,83%. No final da estocagem observa-se para a condição ambiente e acelerada retenção de 29,25% e 13,24%, respectivamente.

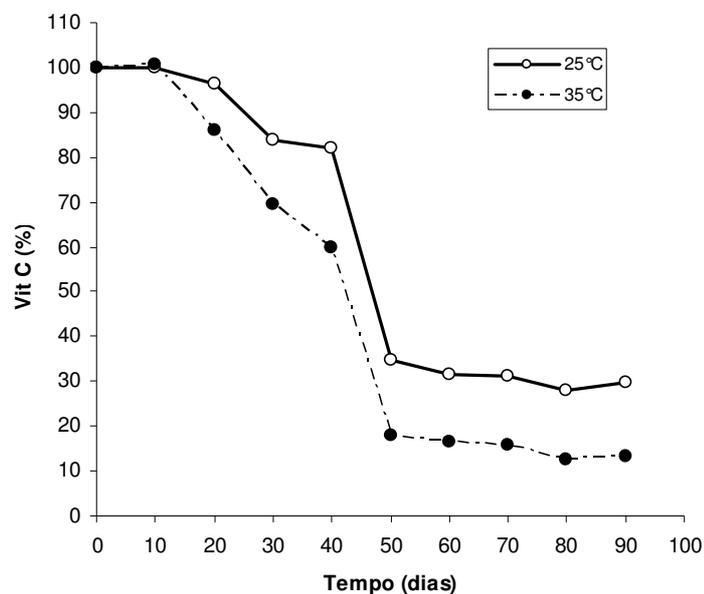


Figura 3. Degradação do ácido ascórbico em função do tempo e do armazenamento. Condição ambiente: 25°C e 75% UR (○) e condição acelerada: 35°C e 90% UR (●)

Em pó de pimentão armazenado em embalagens de polietileno à temperatura ambiente pelo período de 100 dias, Arlindo *et al.* (2007) verificaram que entre o início e o final do armazenamento a redução do conteúdo de ácido ascórbico foi correspondente a 51,14%. Já em polpa de umbu em pó, acondicionado em embalagens de polietileno e armazenado durante 60 dias, Galdino *et al.* (2003) constataram que a redução do teor de ácido ascórbico foi de cerca de 38,4%. Segundo Silva *et al.* (2008), o ácido ascórbico é uma substância cuja oxidação é influenciada principalmente pela elevação da temperatura, no entanto, Lee & Kader (2000) relatam que esta vitamina pode ser facilmente oxidada em meio aquoso, na presença de oxigênio, íons metálicos, pH alcalino entre outros fatores.

Com base nos resultados da Figura 3, foram determinadas as ordens de reação de degradação do ácido ascórbico. A reação se ajustou até o 50º dia ao modelo cinético de primeira ordem e a partir deste até o final do experimento (90 dias) foi de ordem zero. O comportamento cinético de primeira ordem é freqüentemente observado na degradação de vitaminas, enquanto que o comportamento cinético de ordem zero é observado quando há limitações de difusão de certos participantes da reação (TAOUKIS & LABUZA, 1996; TEIXEIRA NETO *et al.*, 1993).

A Tabela 2 mostra os parâmetros cinéticos da degradação do ácido ascórbico para a guavira em pó. Os valores da constante (k) indicam que a velocidade da reação aumenta com a temperatura. A 35°C, o tempo de estocagem foi de 35 dias que multiplicados pelo Q₁₀ (2,23) resultam em uma vida útil de 78 dias para a condição de estocagem a 25°C. Neste trabalho, os experimentos a 25°C demonstram a eficácia do teste acelerado, conforme mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros cinéticos da degradação do ácido ascórbico e tempo de vida útil

T (°C)	K _{ordem zero}	K _{1ª ordem}	K _{global}	AA _i (mg/100g)	AA _f (mg/100g)	Q ₁₀	t _{vu} (dias)
25	0,0044	0,0059	0,0103	653,00	293,40	-	78
35	0,0090	0,0140	0,0230	653,00	293,40	2,23	35

K_{ordem zero} = constante da reação de ordem zero. K_{1ª ordem} = constante da reação de primeira ordem. K_{global} = constante das reações de ordem zero e primeira ordem. AA_i e AA_f = Teor de ácido ascórbico em tempo zero e após perda de 55%, respectivamente. Q₁₀ = quociente e t_{vu} = tempo de vida útil

3.2.4 pH e acidez

Os valores médios de pH e da acidez titulável da guavira em pó armazenada em embalagens de polietileno são apresentados na Tabela 3. Detecta-se que houve diminuição do pH com o tempo em ambas as condições de armazenamento, apresentando pH de 4,17 e 3,94 no final da estocagem. Segundo Martins *et al.* (2000), reações de escurecimento não enzimático podem ser favorecidas por alto pH do alimento, essas reações são inibidas em pH abaixo de 5,0. A influência do pH também é observada em relação ao escurecimento enzimático. A polifenoloxidase é a principal enzima presente na maioria dos vegetais, sua ação exige condições de pH de 5,0 a 7,0, podendo ser irreversivelmente inativada a pH menor que 3,0 (MARTINEZ & WHITAKER, 1995). Diante disso, pode-se afirmar que não houve reações enzimáticas deste tipo e não enzimáticas durante o armazenamento da guavira em pó, nas condições analisadas.

Em polpa de acerola desidratada em leite de jorro e armazenada em embalagens de polietileno à temperatura ambiente pelo período de 60 dias, Gomes *et al.* (2004) não observaram diferença entre os valores de pH da amostra inicial e final.

Em relação à acidez (Tabela 3), observa-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) até o vigésimo dia de armazenamento para ambas as condições. No entanto, a partir do trigésimo dia as amostras apresentaram oscilações até o final da estocagem. Esta variação pode ser atribuída ao efeito tampão nas amostras, pois segundo Chitarra & Chitarra (2005), esta capacidade permite grandes variações na acidez sem, no entanto, apresentar variações estimáveis no pH. Porém, os resultados obtidos se contrapõem aos encontrados por Soares *et al.* (2001) em polpa de acerola em pó armazenada em BOPP e Arlindo *et al.* (2007) em pimentão em pó armazenado em embalagens PEBD, ambos em temperatura ambiente. Os autores observaram redução no teor de acidez titulável durante o tempo de estocagem.

Tabela 3. Valores de pH e acidez titulável de guavira em pó durante o armazenamento em condições ambiente (25°C e 75% UR) e acelerada (35°C e 90% UR).

Tempo (dias)	pH		Acidez Titulável (%)	
	Ambiente	Acelerada	Ambiente	Acelerada
0	4,78 ± 0,23 ^a	4,78 ± 0,23 ^a	15,14 ± 0,50 ^{a,h}	15,14 ± 0,50 ^a
10	4,34 ± 0,01	4,29 ± 0,01	16,13 ± 0,07 ^{g,h}	16,16 ± 0,46 ^a
20	4,47 ± 0,01 ^b	4,33 ± 0,01 ^b	15,24 ± 0,21 ^h	15,58 ± 0,62 ^a
30	4,39 ± 0,01	4,34 ± 0,01 ^b	18,92 ± 0,80 ^{b,a,g,h}	17,41 ± 0,21 ^{a,f}
40	4,31 ± 0,04	4,14 ± 0,01 ^c	17,29 ± 0,38 ^h	17,22 ± 0,21 ^{a,f}
50	4,34 ± 0,02	4,23 ± 0,01	18,87 ± 0,89 ^{c,a,h}	15,74 ± 1,09 ^a
60	4,33 ± 0,03	4,12 ± 0,01 ^c	18,97 ± 1,56 ^{d,a,h}	23,06 ± 1,20 ^c
70	4,40 ± 0,01 ^d	4,24 ± 0,03	22,17 ± 0,27 ^e	21,21 ± 1,50 ^{c,b}
80	4,17 ± 0,01 ^c	3,93 ± 0,01 ^d	17,23 ± 1,33 ^h	19,32 ± 1,12 ^{a,f,b}
90	4,17 ± 0,01 ^c	3,94 ± 0,02 ^d	21,33 ± 1,06 ^{f,g}	19,39 ± 1,06 ^{e,f,b}

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

3.2.5 Avaliação da Cor

A cor determina a vida útil de muitos alimentos, visto que é um dos atributos sensoriais mais importantes na escolha de um alimento, exercendo importante papel mercadológico. A manutenção da cor natural de alimentos representa muitas vezes uma dificuldade, já que o processamento e a estocagem do produto resultam, frequentemente, em degradação e conseqüente mudança de coloração dos pigmentos. Diante desse fato, foram realizadas avaliações da cor da guavira em pó, nas condições ambiente e acelerada durante a estocagem.

A Tabela 4 apresenta os valores dos parâmetros de cor obtidos para a polpa de guavira. A cor característica da polpa de guavira é amarela clara, assim sendo, pode-se inferir que o grupo de pigmentos principais presentes na polpa sejam os carotenóides e sua retenção ou perda percentual durante o processamento e estocagem depende de uma série de fatores, como temperatura, transmissão de luz do material de embalagem, a_w , entre outros (AZEREDO, 2004). A principal causa de perdas ou destruição dos

carotenóides deve-se a oxidação enzimática ou não enzimática (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008; SANZ *et al.*, 2001). Rodriguez-Amaya (1999), indica que os produtos desidratados são mais propensos à degradação de carotenóides durante a estocagem, devido ao aumento da área superficial e à maior porosidade.

Tabela 4. Avaliação da cor das amostras de guavira em pó durante o armazenamento em condições ambiente (25°C e 75% UR) e acelerada (35°C e 90% UR).

Tempo (dias)	Ambiente			Acelerada		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	71,19 ^a	12,94 ^a	40,19 ^a	71,19 ^a	12,94 ^a	40,19 ^a
10	62,97 ^{a,b}	15,69 ^b	40,31 ^b	68,47 ^b	28,37 ^b	27,55 ^b
20	51,37 ^c	29,50 ^c	17,23 ^c	23,51 ^c	8,84 ^c	20,44 ^c
30	53,18 ^{b,c,d}	20,00 ^d	26,36 ^d	55,10 ^d	25,27 ^d	19,36 ^d
40	54,27 ^{b,c,e}	14,70 ^e	37,56 ^e	65,07 ^e	27,75 ^e	32,13 ^e
50	67,54 ^{a,f}	16,58 ^b	38,21 ^f	60,63 ^f	19,36 ^f	31,46 ^f
60	63,66 ^{a,d,e,g}	27,46 ^f	36,68 ^g	44,50 ^g	15,16 ^g	33,06 ^g
70	46,77 ^c	10,44 ^g	26,79 ^h	44,15 ^h	19,73 ^h	23,83 ^h
80	40,95 ^c	13,31 ^a	17,79 ⁱ	47,03 ⁱ	11,38 ⁱ	20,95 ⁱ
90	57,28 ^{b,c,f,g}	25,92 ^h	34,11 ^j	48,08 ^j	30,32 ^j	28,81 ^j

* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os resultados apresentados para os parâmetros de cor mostram que houve redução significativa ($P < 0,05$) nos valores de b^* (amarelo) e L^* (claridade) e aumento significativo ($P < 0,05$) no parâmetro a^* (vermelho) com o tempo de estocagem, em ambas as condições de armazenamento, indicando escurecimento das amostras. Em polpa de acerola armazenada em embalagens de polietileno à temperatura ambiente Gomes *et al.* (2004) verificaram este mesmo comportamento. Arlindo *et al.* (2007) observaram que em 100 dias de armazenamento, houve redução de 27,5% na claridade (L^*) e atribuíram este resultado à transparência da embalagem utilizada (polietileno), que contribuiu para a degradação da cor. Segundo Lee (1983) citado por Silva *et al.*

(2005) o decréscimo da claridade pode ser ocasionado pela degradação dos pigmentos e/ou do ácido ascórbico.

As amostras armazenadas na condição acelerada apresentaram maior escurecimento ($L^* = 48,08$) quando comparadas com as amostras da condição ambiente ($L^* = 57,28$). Este efeito pode ser relacionado à maior temperatura, umidade, além da permeabilidade da embalagem (ENDO *et al.*, 2007).

3.2.6 Análise Microbiológica

Com o objetivo de verificar possíveis alterações de natureza biológica advindas do manuseio do produto processado e das condições de estocagem foram realizadas análises de coliformes termotolerantes, *salmonella*, bolores e leveduras. Os resultados obtidos na contagem de coliformes fecais e totais e *salmonella* para a guavira em pó (Tabela 5) encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira vigente para frutas secas e desidratados (BRASIL, 2001), o que confirma a eficiência dos cuidados higiênicos adotados durante o processamento.

A tabela 5 mostra que não houve alteração da qualidade microbiológica das amostras durante o período de armazenamento. Estes resultados podem ser atribuídos às características do produto desidratado (fatores intrínsecos) e associados à permeabilidade da embalagem. Sabe-se que em alimentos de baixa umidade ($a_w < 0,600$) não há crescimento de microrganismos, embora eles possam sobreviver; na guavira em pó a a_w foi de 0,470 a 0,680. Por outro lado, o pH do produto variou de 4,78 a 3,94. Segundo Alzamora (1994) os bolores e leveduras são os microrganismos mais tolerantes a ambientes de baixo pH que as bactérias, podendo crescer na faixa de pH de 1,5 a 8,0. No entanto, não se observou crescimento significativo no final da estocagem.

Tabela 5. Resultados da análise microbiológica da polpa de guavira em pó no início da estocagem e após 90 dias de armazenamento em condições ambiente (25°C e 75% UR) e acelerada (35°C e 90% UR).

Determinações	Padrão*	Polpa de guavira em pó		
		inicial	condição ambiente	condição acelerada
Bactérias do grupo coliforme 35°C (NMP/g)	-	0,00	-	-
Bactérias do grupo coliforme 45°C (NMP/g)	10 (máximo)	0,00	-	-
<i>Salmonella</i> (em 25g)	Ausência	Ausência	-	-
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	-	< 10 est	< 10 est	< 10 est

* Valores preconizados pela Resolução nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Soares *et al.* (2001) no estudo da vida útil da polpa de acerola em pó armazenada à temperatura ambiente em embalagens de polipropileno biorientado (BOPP). De acordo com Silva *et al.* (2007), a maioria das leveduras apresenta atividade de água mínima de crescimento na faixa de 0,880 e os bolores na faixa de 0,800, explicando assim o baixo crescimento microbiano nas amostras, pois as atividades de água encontradas durante as análises foram inferiores a estes valores.

4 CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- A absorção de água na polpa de guavira armazenada em embalagem de polietileno de baixa densidade é proporcional ao aumento da temperatura e umidade relativa do ar.

- No acompanhamento da vida útil da polpa de guavira em pó, a variação do teor de ácido ascórbico apresentou reação de primeira ordem. O aumento da vida útil resultante da redução da temperatura em 10°C (Q_{10}) foi 2,23.

- A vida útil para a polpa de guavira em pó armazenada em embalagem PEBD na condição ambiente com 45% de redução de vitamina C foi de 78 dias, enquanto que na condição acelerada foi de 35 dias;

- O armazenamento da polpa de guavira em pó por 90 dias propiciou o escurecimento, sendo maior na condição acelerada.

- A ausência de crescimento microbiano nas amostras deve-se à faixa de atividade de água ($a_w < 0,600$), além das condições higiênico-sanitárias adequadas.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FUNDECT pelo fomento.

REFERÊNCIAS

ALZAMORA, S.M. **Alimentos conservados por factores combinados**. In: AGUILERA, J.M. (Ed.) *Temas em Tecnologia de Alimentos*. México: Instituto Politécnico Nacional, 1997. p337.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, p. 111-118, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC international, 1997. 1141p

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Virginia: AOAC International, 2000.

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

BEZERRA, T. S. **Desidratação de hortaliças: aspectos teóricos**. Brasília, 2007. 54p. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Brasília – UnB.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2001.

CARVALHO, P. G. B. de *et al.* Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura brasileira**. Brasília, v. 24, n.4, p. 397-404, 2006.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JUNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 861-864, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora Edullis f. flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, p. 382-386, abr.-jun., 2007.

FENNEMA, O.R.; DAMOADRAN, S. PARKIN, K.L. **Fennema's food chemistry**. 4 ed. London: CRC Press. 2008, 1144p.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, p. 73-80, 2003.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens Plásticas: Propriedades de Barreira**. Campinas: ITAL, 1989, 44p.

GOMES, P.M.; FIGUERÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 384-389, 2004.

HIATT, A. N.; TAYLOR, L. S.; MAUER, L. J. Influence of simultaneous variations in temperature and relative humidity on chemical stability of two vitamin C forms and implications for shelf life models. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 58, p. 3532-3540, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. V.1, 4 Ed., Brasília, 2005. 1018p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4 Ed., 1a ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

- JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 573-579, 2005.
- KADAM, D. M.; WILSON, R. A.; KAUR, S. Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 1626-1632, 2010.
- KHALLOUFI, S.; GIASSON, J.; RATTI, C. Water activity of freeze dried mushrooms and berries. **Canadian Agricultural Engineering**, v. 42, n. 1, p. 7.1-7.13, 2000.
- LEE, F. A. **Basic Food Chemistry**, Westport: The Avi, 1983, 564p.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Peharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest biology and technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- MARTINEZ, M.V.; WHITAKER, J.R. The biochemisty and control of enzymatic browning. **Trend in Food Sience and Technology**, v.6, n.6, p.195-200, 1995.
- MARTINS, S.I.F.S.; JONGEN, W.M.F.; VAN BOEKEL, M.A.J.S. A review of Maillard reaction in food and implication to kinetic modeling. **Trends in Food Science and Technology**, v. 11, n. 9-10, p.364-373, 2000.
- MOURA, S.C.S.R. BERBARI, S.A. GERMER, S.P.M.; ALMEIDA, M.E.M.; FEFIM, D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçá-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 141-148, 2007
- PINTO, E. G. **Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma**. Itapetinga, 2009. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- RAMOS, D. D.; CARDOSO, C. A. L.; YAMAMOTO, N. T. Avaliação do potencial citotóxico e atividade antioxidante em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 774-776, 2007.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in carotenoids during processing and storage of foods. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. V.49, n.3, p.38S-47S, 1999.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenóides: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p.
- SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. CUNHA, R. L. HUBINGER, M. D. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. **Italian journal of food science**, vol.17, n.3. p.305-314, 2005.

SANJUÁN, N.; BOM, J.; CLEMENTE, G.; MULET, A. Changes in quality of dehydrated florets during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 62, p. 15-21, 2004.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. **Lebensmittel wissenschaft und technologie**, Londres, v. 37, n. 1, p. 517-525, 2004.

SANZ, M. L.; DEL CASTILLO, M. D.; CORZO, N.; OLANO, A. Formation of amadori compounds in dehydrated fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, p. 5228-5231, 2001.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, R. L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.6, p. 1899-1905, 2008.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, M. F. A.; TENIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo: Varela, 2007, 552.

SILVA, R. N. G.; FIGUÊREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, 1179-1184, 2005

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

TAOUKIS, P.S.; LABUZA, T.P. Integrative concepts. In: FENNEMA, O.R. (Ed) Food chemistry, 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1996.

TEIXEIRA NETO, R. O.; VITALI, A. A.; GERMER, S. P. M. **Testes Acelerados de vida-de-prateleira de alimentos**. In: REAÇÕES DE TRANSFORMAÇÃO E VIDA-DE-PRATELEIRA DE ALIMENTOS PROCESSADOS. Moura, S. C. S. R.; Germer, S. P. M. Campinas: ITAL. 36p, 1993. (Manual Técnico nº 6).

TEONOU, E.; FITZPATRICK, J. J. Effect of storage time and consolidation on food powder flowability. **Journal of Food Engineering**, v. 43, n. 2., p. 97-101, 2000

VERMA, R. C.; GUPTA, A. Effect of pré-treatments on quality of solar-dried amla. **Journal of Food Engineering**, v. 65, n. 3, p. 397-402, 2004.

Capítulo 4

Conclusões Gerais

4 CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados expostos nos capítulos 2 e 3, pode-se concluir que a desidratação da polpa de guavira pelo processo em camada de espuma constitui uma alternativa para o aproveitamento de frutos regionais objetivando o aumento do valor agregado através de técnicas acessíveis do ponto de vista técnico e econômico. O processo favoreceu a obtenção de um produto estável a temperatura ambiente com conteúdo de vitamina C suficiente para suprir as necessidades diárias requeridas para consumo humano.

A produção da polpa de guavira em pó pela indústria poderá contribuir para a preservação da espécie, que atualmente é explorada através de práticas extrativistas, contribuindo também para o desenvolvimento econômico da população local.

Apêndice

APÊNDICE A – FIGURAS



Figura 1. Frutos de guavira selecionados, higienizados e sanitizados.



Figura 2. Aparato utilizado para a avaliação da estabilidade das espumas



Figura 3. Disposição da polpa de guavira em pó armazenada em embalagens de polietileno de baixa densidade em ambiente controlado.



Figura 4. Polpa de guavira em pó obtida da formulação com 2,0% de Emustab e 1,0% de Pectina e desidratada a 74°C.

APÊNDICE B – MÉTODOS DE ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA

- Umidade

A umidade foi determinada por técnica gravimétrica em estufa com circulação de ar (Solab) a 70°C por 24h. Esta técnica foi adaptada devido à concentração de açúcares no produto ser elevada. Os resultados foram expressos em % base úmida (BU) de acordo com a equação 1.

$$UBU (\%) = \frac{\text{Peso da amostra úmida} - \text{Peso da Amostra seca}}{\text{Peso da amostra úmida}} \quad (\text{Equação 1})$$

- Açúcares Totais e Redutores

Determinados pelo método Eynon-Lane citado na AOAC (1984), utilizando Reagente de Fehling padronizado. O método é baseado na redução dos íons de cobre bivalente. Os resultados foram expressos em %.

- Minerais

O teor de minerais foi determinado em mufla (fornitec) à 550°C até a obtenção de cinzas esbranquiçadas (cerca de 4h). Os resultados foram expressos em % (IAL, 2005).

- Proteínas

As proteínas das amostras foram quantificadas pelo método Micro-Kjedahl de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em %.

- Lipídeos

Os lipídeos foram quantificados pelo método de Soxhlet utilizando hexano como solvente extrator (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em %.

- Fibra Bruta

A análise de fibra bruta foi realizada em determinador de fibras (Marconi) onde as amostras foram submetidas à digestão ácida por 30 minutos com solução de ácido sulfúrico a 1,25% e digestão alcalina por 30 minutos com solução de hidróxido de sódio a 1,25%. Os resultados foram expressos em %.

- Acidez Titulável (AT)

Determinada pela titulação de 1g ou 1mL de amostra diluída em 100mL de água destilada com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,01N e solução de fenolftaleína como indicador até coloração rósea persistente por 15 segundos (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em %.

- Ácido Ascórbico

Para a determinação do teor de ácido ascórbico foi utilizado método da AOAC (1997) modificada por Benassi e Antunes (1998).

As determinações foram realizadas em triplicata, utilizando amostras de aproximadamente 2,0g. As amostras foram homogeneizadas em 50g de solução de ácido oxálico 2,0% (solução extratora), com o auxílio de um *Mixer Black & Decker*. Uma alíquota de 20g do extrato foi retirada e transferida para balão volumétrico de 50mL, onde foi completado o volume com a solução extratora. Esta solução foi filtrada e alíquotas de 10mL foram tituladas com solução padronizada de 2,6-diclorofenolindofenol 0,01% até coloração rósea persistente. O conteúdo de vitamina C foi calculado de acordo com a equação 2 e expresso em %.

$$Vit\ C\ (\%) = \frac{DCFI_{amostra}}{DCFI_{padrão}} \times \frac{100}{M_{amostra}} \times \frac{(M_{solvente} + M_{amostra})}{M_{solução}} \times \frac{50mL}{10mL} \times F$$

(Equação 2)

Onde **Vit C (%)** representa o conteúdo de vitamina C na amostra, **DCFI_{amostra}** o volume de DCFI gasto na titulação da amostra (mL), **DCFI_{padrão}** o volume de DCFI gasto na titulação da solução padrão (mL), **M_{amostra}** a massa da amostra utilizada (g), **M_{solvente}** quantidade de solução extratora (g), **M_{solução}** quantidade de extrato (g) e **F** a quantidade de ácido ascórbico necessária para reduzir o DCFI (mg) que é calculado conforme a equação 3.

$$F = \frac{M_{aa}}{50} \times \frac{1}{25} \times 10$$

(Equação 3)

Onde **M_{aa}** representa a quantidade em massa (mg) de ácido ascórbico para a padronização do DCFI.

- Atividade de Água (**a_w**)

A atividade de água foi determinada por leitura direta em higrômetro (*Aqualab, Decagon Devices, Series 3.0*) calibrado previamente com água destilada e soluções saturadas de sulfato de potássio, cloreto de potássio e cloreto de sódio. As leituras foram realizadas com as amostras à temperatura de 25°C.

- pH

A medição do pH foi realizada por leitura direta em pHmetro digital (*Labmeter*), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2005).