



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DA ESPUMA DE JENIPAPO (*Genipa
americana* L.) COM DIFERENTES ADITIVOS VISANDO À
SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA.**

ELLEN GODINHO PINTO

**ITAPETINGA – BAHIA - BRASIL
FEVEREIRO - 2009**

ELLEN GODINHO PINTO

**CARACTERIZAÇÃO DA ESPUMA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.) COM
DIFERENTES ADITIVOS VISANDO À SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração em Engenharia de Processos de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. D.Sc. Modesto Antonio Chaves

Co-Orientadora: Prof^ª. D.Sc. Ronielli Cardoso Reis

**ITAPETINGA – BAHIA - BRASIL
FEVEREIRO- 2009**

634.7 Pinto, Ellen Godinho.
P727c Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana L.*) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma. / Ellen Godinhc Pinto. – Itapetinga, BA: UESB, 2009.
65p.

Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. DSc. Modesto Antonic Chaves e co-orientação da Profª DSc. Ronielli Cardoso Reis

1. Jenipapo – Análise físico-química. 2. Jenipapo – Leito de espuma - Secagem. 3. Fruticultura – Jenipapo – Pesquisas I. Universidade Estadual de Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, *Campus* de Itapetinga. II. Chaves, Modesto Antonio. III. Reis, Ronielli Cardoso. IV. Título

CDD(21): 634.7

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Jenipapo – Análise físico-química
2. Jenipapo – Leito de espuma
3. Jenipapo – Secagem
4. Fruticultura – Pesquisas

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Área de Concentração em Engenharia de Processos de Alimentos

Campus de Itapetinga – BA

TERMO DE APROVAÇÃO

Título: “Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma”.

Autor: Ellen Godinho Pinto

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de **Mestre em Engenharia de Alimentos**, área de concentração em **Engenharia de Processos de Alimentos**, pela Banca Examinadora:

Prof. D.Sc. Modesto Antonio Chaves – UESB
Presidente

Prof. D.Sc Tiyoko Nair Hojo Rebouças– UESB

Prof. D.Sc. Célio Kersul do Sacramento- UESC

Data da defesa: 27/02/2009

UESB – Campus Juvino Oliveira, Praça Primavera nº 40 – Telefone: (77) 3261-8629
Fax: (77) 3261-8701 – Itapetinga – BA – CEP: 45.700-000 – E-mail: ppgeal@uesb.br

A Deus, que me sustentou e amparou principalmente nos momentos mais difíceis.
CONSAGRO

A minha mãe, *Eva Luciana* e a minha vó *Ana*.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor D.Sc. Modesto Antônio Chaves, por todos os seus ensinamentos dispensados durante nossa convivência profissional, e principalmente, pelo exemplo de competência que ele representa em minha vida;

À co-orientadora D.Sc. Ronielli Cardoso Reis, por toda a dedicação;

Aos membros da banca examinadora, pelo aceite e contribuições indispensáveis a este trabalho;

À CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado;

A todos professores do Mestrado em Engenharia de Alimentos, pelos valiosos ensinamentos repassados durante todo o mestrado;

As professoras Renata Bonomo e Sibelli Passini em especial, pela amizade e compreensão;

À companheira de experimento Eliza Caldas, amiga de todas as horas e se Deus conceder de toda a vida;

Às amigas Alexandra, Rilvaynia, Arianne, Isadora, Betânia, Iara e Alessandra por toda a ajuda e amizade durante o experimento;

Aos amigos de mestrado que de forma direta e indireta me ajudaram: Tatiana, Ingrid, Rafael, Alana, Michele, Lidiane, Alex, Jaime, Normane, Luciana, Josué, Gutto, Calila, Ítalo, Jaqueline, Rosali, Silvania, Ivan e Regina obrigada pelo carinho e amizade;

Aos amigos que conquistei durante este tempo, que serão levados para a vida toda: Ana Prudência, Andréia, Carina, Verônica, Helio André, Emanuel, Cynthia, Aracele, Wmerson, Maycon, Tatiana Caffé, Alessandra, Wilson, Lílian, Taciane e a todos que conheci aqui e que se tornaram tão importantes para mim;

Ao Leandro por toda sua ajuda em todo o experimento e especialmente pela sua paciência e dedicação;

À Bárbara e Viviane secretárias do mestrado que sempre nos ajudam e nos dão forças;

À minha família pela amizade e incentivo;

Ao Nivio pela disponibilidade do laboratório, paciência, e toda ajuda prestada;

À todos os funcionários pela a dedicação e carinho;

À minha mãe e avó, por toda paz, ensinamento, amor e dedicação incalculáveis durante minha caminhada;

À DEUS TODO PODEROSO....pela força espiritual sempre recebida.

Muito Obrigada!!!

*Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos,
e não tivesse amor, seria como o metal que soa
ou como o sino que tine.*

Corintios, 13:1

RESUMO

PINTO, E. G. Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma. Itapetinga – BA: UESB, 2009, 65p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos – Engenharia de Processos de Alimentos)⁽¹⁾.

O jenipapo (*Genipa americana* L.) pertence à família Rubiaceae, sendo considerada uma espécie de importância econômica, tanto pela sua essência florestal, quanto pela produção de alimentos. As poucas informações referentes ao desenvolvimento, armazenamento e secagem desta frutífera motivaram a realização deste experimento. Realizou-se um estudo para avaliar as propriedades da espuma de jenipapo formada por diferentes aditivos, para uma subsequente secagem foam-mat. Para a formação das espumas foram utilizadas polpa de jenipapo com os 4 aditivos: albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga® nas concentrações: 5, 10, 15 e 20% em massa, utilizando-se uma batedeira de uso doméstico, por um tempo de 15 minutos. Mediuse as características físico-químicas: umidade, sólidos solúveis (SS), atividade de água, cor, pH, acidez titulável, vitamina C, massa específica, estabilidade a 25 e 50 °C, açúcares redutores e totais do jenipapo *in natura* e das espumas. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado com os dados submetidos à análise de variância e regressão. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: a caracterização físico-química da polpa *in natura* de jenipapo foi satisfatória apresentando nos padrões desejados para produção de produtos agroindustriais; a espuma de jenipapo com os aditivos maltodextrina e emustab® em todas concentrações estudadas apresentaram melhor estabilidade a 25 e 50 °C, sendo que para a massa específica o melhor aditivo para reduzi-la foi o Emustab®, já para a atividade de água e para a umidade o aditivo que mais reduziu com o aumento das concentrações foi a Superliga®, sendo a maltodextrina o aditivo que teve menor alteração na cor das espumas em relação a polpa *in natura*, o pH das espumas de jenipapo só teve diferença significativa para a albumina, se distanciando do pH da polpa *in natura*, na acidez titulável foi observada uma redução com o aumento da concentração dos aditivos, com exceção da Superliga®, para o sólidos solúveis foi observado um aumento para todos os aditivos e para o teor de vitamina C não houve diferença com o valor encontrado na polpa *in natura*, com exceção da maltodextrina que reduziu este teor. Portanto conclui-se que, como a massa específica e a estabilidade da espuma são as características mais relevantes para uma posterior secagem foam-mat, o Emustab® foi o aditivo que obteve os melhores resultados para estas características.

Palavras-chave: Análises físico-químicas, estabilidade de espumas, massa específica, foam-mat, Emustab® e conservação.

¹ Orientador: Modesto Antonio Chaves, D.Sc., UESB e Co-orientadora: Ronielli Cardoso Reis, D.Sc., UESB-Itapetinga-BA.

ABSTRACT

PINTO, E. G. Genipap (*Genipa americana* L.) foam characterization with the use of different kinds of additives to used in the foam-mat dehydration. Itapetinga – BA: UESB, 2009, 65p. (Dissertation – Master Degree in Food Engineering – Food Process Engineering) ⁽¹⁾.

The Genipap (*Genipa americana* L.) belongs to the Rubiaceae family, it is been considered a very important species to economical purposes because of its both forest essence and food products which are made with it. This experiment was motivated by the fact that there are few information about its development, store and dehydration. A study was realized to evaluate the foam properties of genipap been these foams made by addition of different additives aiming a future dehydration by the foam-mat method. There were used four additives in the genipap pulp to make the foams: albumin, Emustab®, maltodextrin e Superliga®. The concentrations of additives used were: 5, 10, 15 e 20% in mass. A domestic use beater was used during 15 minutes in foam production. For both, the genipap pulp and the foams, the following physical-Chemical characteristics were measured: water content, Amount of soluble solids (SS), water activity, color, pH, titratable acidity, C vitamin, specific mass, stability at 25 and 50°C, amount of sugar total and reductors. The experimental design was completely randomized the data was submitted to the variance and regression analysis. The results found allowed to conclude that: the physical-chemical characterizations of the genipap pulp, *in natura*, was satisfactory and it is in accordance with the standards for farm industry production; the genipap foam produced with the additives maltodextrin and Emustab® presented the best stability at 25 and 50°C for all concentrations; the best additive, in order to reduce the specific mass was Emustab®, by the other hand, the aditive which more reduced the water activity wiht the increase of the concentrations was Superliga®, and maltodextrin was the additives which presented the low alteration in the genipap pulp colour, in relation to the pulp *in natura*; The genipap's foams pH only showed significative difference, in relation to the pulp *in natura* when albumin was used as additive; in the analysis of the titratable acidity it was observed that it was reduced with the increasing of the concentration of the additives with exception for the Superliga®, It was observed an increase of SS with the use of anyone of the additives; the C vitamin amount of the foams did not differ from that of the pulp *in natura* with exception of the maltodextrin which reduced this amount. So, it was concluded that Emustab® was the additive the presented the best results, since foam specific mass and foam stability are the most relevant characteristics for the future dehydration of the foam.

Keywords: Physical-Chemical analysis, Foam stability, specific mass, foam-mat, Emustab® e consenation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização físico e físico-química do jenipapo.....	33
Tabela 2. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para massa específica da espuma de jenipapo.....	37
Tabela 3. Análise da estabilidade das espuma de jenipapo a 25 e 50°C.....	38
Tabela 4. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para atividade de água da espuma de jenipapo.....	40
Tabela 5. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-student para L* da espuma de jenipapo.....	42
Tabela 6. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-student para a* da espuma de jenipapo.....	43
Tabela 7. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-student para b* da espuma de jenipapo.....	44
Tabela 8. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-student para dE* da espuma de jenipapo.....	45
Tabela 9. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para pH da espuma de jenipapo.....	47
Tabela 10. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para acidez da espuma de jenipapo.....	49
Tabela 11. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para umidade da espuma de jenipapo.....	50
Tabela 12. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para sólidos solúveis da espuma de jenipapo.....	51
Tabela 13. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para açúcares redutores da espuma de jenipapo.....	53
Tabela 14. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para açúcares totais da espuma de jenipapo.....	53
Tabela 15. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para a relação entre a acidez titulável (em % de ácido cítrico) e o teor de sólidos solúveis (°Brix).....	55
Tabela 16. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para a relação entre os açúcares redutores e o teor de sólidos solúveis (°Brix).....	56
Tabela 17. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-student para a relação entre os açúcares totais e o teor de sólidos solúveis (°Brix)	57
Tabela 18. Valores médios de teor de Vitamina C.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de isoterma dessorção (°) e adsorção(•)de um alimento seco.....	17
Figura 2: Influência da atividade de águas nas velocidades de varias reações de deterioração em alimentos.....	18
Figura 3. Modelo de cor CIELAB.....	20
Figura 4. Fluxograma de obtenção da espuma de jenipapo.....	28
Figura 5. Caracterização dos aditivos.....	35
Figura 6. Massa específica da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	36
Figura 7. Atividade de água da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	39
Figura 8. Valores de L* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	40
Figura 9. Parâmetro a* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	42
Figura 10. Parâmetro b* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	43
Figura 11. Parâmetro dE* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	45
Figura 12. pH da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	46
Figura 13. Acidez da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	48
Figura 14. Umidade da polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	49
Figura 15. Sólidos solúveis totas da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	51
Figura 16. Açúcares redutores e Totais da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração.....	52
Figura 17. Relação ° Brix /acidez (ácido cítrico) da espuma de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®.....	54
Figura 18. Relação ° Brix /açúcares redutores da espuma de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®.....	56
Figura 19. Relação entre os açúcares totais e o teor de sólidos solúveis (°Brix) das espumas de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®.....	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AR	Açúcares redutores
AT	Açúcares totais
Aw	Atividade de água
ATT	Acidez titulável total
M_{H_2O}	Massa de água
M_{total}	Massa total
SS	Sólidos solúveis
VitC	Vitamina C
U_{bs}	Umidade base seca
U_{bu}	Umidade base úmida
URE	Umidade relativa de equilíbrio

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. O jenipapo.....	12
2.2. Percibilidade e sazonalidade em frutos	12
2.3. Aditivos.....	13
2.4. Aditivos utilizados neste experimento: albumina, maltodextrina, Emustab® e Superliga®.....	15
2.5. Análises físico-químicas de uso rotineiro na avaliação de produtos desidratados.....	15
2.5.1. Umidade.....	15
2.5.2. Sólidos solúveis (SS).....	16
2.5.3. Atividade de água (Aw).....	17
2.5.3.1. Métodos para medir atividade de água.....	18
2.5.3.2. Aqualab.....	18
2.6. Cor.....	19
2.7. pH.....	21
2.8. Acidez titulável.....	22
2.9. Vitamina C (ácido ascórbico).....	23
2.10. Massa específica aparente.....	24
2.11. Estabilidade da espuma.....	25
2.12. Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável.....	25
2.13. Secagem em leito de espuma.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. Matéria-prima.....	28
3.2. Caracterização das espumas.....	29
3.2.1. Massa específica.....	29
3.2.2. Estabilidade da espuma a temperatura ambiente (25°C).....	29
3.2.3. Estabilidade da espuma a 50 °C.....	29
3.2.4. Atividade de água (Aw).....	30
3.2.5. Cor.....	30
3.2.6. pH.....	30
3.2.7. Acidez titulável (A.T.).....	30
3.2.8. Umidade.....	30
3.2.9. Sólidos solúveis (SS).....	30
3.2.10. Açúcares redutores e açúcares totais.....	31
3.2.11. Vitamina C.....	31
3.2.12. Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável.....	32
3.2.13. Relação Sólidos Solúveis/ Açúcares Redutores.....	32
3.2.14. Relação Sólidos Solúveis/ Açúcares Totais.....	32
3.3. Análise dos resultados.....	32
3.4. Análise das espumas.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Caracterização da matéria-prima.....	33
4.2. Propriedades físicas da espuma de jenipapo.....	35
4.2.1. Massa específica.....	35
4.2.2. Estabilidade das espumas a 25 e 50 °C.....	37
4.2.3. Atividade de água (Aw).....	38
4.2.4. Cor.....	40
4.2.4.1. L*.....	40
4.2.4.2. Parâmetro a*.....	42
4.2.4.3. Parâmetro b*	43
4.2.4.4. dE*.....	44

SUMÁRIO (Continuação....)

4.3. Propriedades físico-químicas da espuma de jenipapo.....	46
4.3.1. pH.....	46
4.3.2. Acidez Titulável (AT).....	47
4.3.3. Umidade.....	49
4.3.4. Sólidos solúveis (SS).....	50
4.3.5. Açúcares Redutores e Totais.....	52
4.3.6.Sólidos Solúveis X Acidez Titulável.....	54
4.3.7. Sólidos solúveis X Açúcares Redutores e Totais.....	55
4.3.8. Vitamina C.....	58
5. CONCLUSÕES.....	59
6.REFERÊNCIAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O jenipapo (*Genipa americana* L.) é uma frutífera originária da América Central, disseminada pelas diversas regiões tropicais úmidas das Américas, Ásia e África. No Brasil, ocorre de forma espontânea desde São Paulo até o Amazonas, principalmente na região litorânea.

De acordo com Santos (2001), a frutificação do jenipapo ocorre uma vez por ano, entre novembro e março e, às vezes, de abril a agosto com florescimento das plantas ocorrendo entre outubro e dezembro, com maturação dos frutos de maio a agosto e pico de maturação no mês de junho.

A escassez de trabalhos desenvolvidos com essa fruteira associada à exploração extrativista torna a espécie bastante vulnerável, com o risco de perdas de genótipos com características superiores, para aproveitamento econômico e possíveis redução de sua diversidade.

Trata-se de um produto regional muito utilizado para a fabricação de licores, balas e doces. Devido a sua sazonalidade a produção de jenipapo é restrita, e a secagem permitiria o seu uso durante o ano todo e ampliaria a possibilidade de fabricação de vários outros produtos.

A deficiência de tecnologias de produção de frutíferas tropicais é o principal obstáculo à exploração comercial, tanto para o mercado interno quanto ao mercado externo. Desse modo, o escasso conhecimento acerca das qualidades químicas, físico-químicas, físico-sensoriais e o rendimento industrial de frutos do jenipapeiro, motivaram a escolha deste fruto.

Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, estudar as propriedades físicas e químicas das espumas da polpa de jenipapo com vistas a uma posterior utilização no processo de secagem pelo método Foam-mat.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O Jenipapo

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.), família *Rubiaceae* é originário da América Central e atualmente encontra-se distribuído nas regiões tropicais de diversos países da América, Ásia e África (FRANCIS, 1993). A planta tem grande importância para os índios, devido às suas propriedades medicinais, alimentícias, madeireiras e, o fruto é considerado pelos nativos excelente fonte de ferro (BARROS, 1970).

O jenipapo raramente é consumido tal como se encontra na natureza. Por exemplo, pode ser servido passado na frigideira com manteiga e depois adoçado com bastante açúcar e pó de canela. O fruto maduro presta-se para compotas, cristalizados, sorvetes e refrescos; se colocado em infusão em álcool, saboroso licor; e, se submetido à fermentação, tem-se um vinho também muito saboroso (GOMES, 1982).

O fruto é uma baga, subglobosa, amarelada quando madura, contudo é observado que existe variação, encontrando-se frutos de cor parda ou pardacento-amarelada, casca mole e solta ou firme e aderida à polpa, membranosa, fina e enrugada. A polpa apresenta colorações pardas, suculentas, doces e moles (SANTOS, 1978 citado por SOUZA, 2007a). Os frutos são de alta perecibilidade, o que diminui seu tempo de conservabilidade *in natura*.

Com relação às suas características químicas, Figueiredo et al. (1986), obtiveram os seguintes valores para jenipapos produzidos na região de Maranguape-CE, colhidos no estágio 'de vez': acidez total titulável: 0,98% expresso em ácido cítrico; sólidos solúveis: 20 °Brix; traços de vitamina C; e pH: 4,0. Por outro lado, segundo Wong (1995), os frutos de jenipapo, em condições comerciais, devem apresentar teores de sólidos solúveis entre 18 e 20 °Brix; acidez total titulável entre 0,20 e 0,40%, e teor de vitamina C entre 1,0 e 2,0 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa.

De acordo com Lorient & Linden (1996) os teores de vitamina C em frutos, tendem a aumentar com o avanço do amadurecimento, alcançando o pico alguns dias ou semanas antes do completo amadurecimento, permanecendo constante, e decrescendo na senescência.

2.2. Perecibilidade e sazonalidade em frutos

Os frutos são muito perecíveis e apresentam em geral três meses de safra, assim a industrialização é uma maneira prática e simples de aproveitar o excesso de frutas produzidas na safra e tornar a matéria-prima disponível pelo restante do ano. Segundo Mattietto (2005), são exatamente esses dois fatores que delimitam o consumo de um fruto *in natura*: sua sazonalidade e a sua perecibilidade.

Segundo Anselmo et al. (2006) a comercialização dos frutos está restrita a sua sazonalidade, e a sua perecibilidade é alta, necessita-se, para viabilizar a diversas agroindústrias, de unidades de processamento que possam alimentar as indústrias fora do período de safra. Uma das técnicas que vem sendo desenvolvida nos últimos anos é a secagem por atomização que tem por finalidade transformar a polpa da fruta em forma de pó, permitindo um armazenamento prolongado e uma maior estabilidade e longevidade do produto, de modo a ter uma maior vida de prateleira, podendo o consumidor ter acesso a esse produto durante todo ano, e não apenas no período de safra da fruta.

A exemplo da maioria das frutas tropicais, o jenipapo é altamente perecível, deteriorando em poucos dias, fato que dificulta a sua comercialização, aumentando as perdas. Estima-se que, nas áreas tropicais e subtropicais, as perdas pós-colheitas de frutas e hortaliças oscilem entre 15 e 50 %, principalmente por manuseio e preservação inadequadas (ANDRADE et al., 2003).

Mata et al. (2005) estudaram a alta perecibilidade do tomate e novos processos de industrialização têm sido pesquisados, objetivando a redução das elevadas perdas pós-colheita. Em função disso, muitos trabalhos com desidratação de alimentos vêm sendo realizados, despontando como excelente alternativa à produção de tomates secos. Para a produção de tomates secos alguns parâmetros técnicos necessitam de maior investigação, uma vez que a grande maioria dessa produção ainda se dá em pequenas indústrias caseiras.

O conhecimento da variação sazonal de um produto agrícola tem grande utilidade na orientação dos agentes que atuam na respectiva cadeia produtiva. A sazonalidade de produtos agrícola está normalmente relacionada com os períodos de safra e entressafra. O período de safra, por sua vez, pode ser diferenciado dependendo da variedade plantada e da região onde é explorada.

No caso das uvas finas, no Estado de São Paulo, de acordo com Sato (2000) a região de Jales concentra sua produção mais no fim de ano, de agosto a dezembro. Na região de Itapetininga e Sorocaba colhem-se as uvas de janeiro a abril. O mesmo autor salienta que a produção de uva fina do Paraná entra no mercado paulista na entressafra (maio-julho) influenciando significativamente a sazonalidade dos preços em junho.

2.3. Aditivos

Um grande número de substâncias químicas é adicionado aos alimentos durante o processo de fabricação. Entre eles estão os aditivos, que são utilizados para manter uma dispersão uniforme de um líquido em outro, tal como óleo e água. Os agentes emulsificantes (ou surfactantes) são substâncias adicionadas às emulsões para aumentar a sua estabilidade cinética tornando-as razoavelmente estáveis e homogêneas (NITSCHKE & PASTORE, 2002).

A emulsificação tem um papel importante na formação da consistência e textura, bem como na dispersão de fase e na solubilização de aromas. Os biossurfactantes são utilizados como emulsionantes no processamento de matérias-primas. Os agentes tenso-ativos encontram aplicação em panificação e produtos derivados de carne, onde influenciam as características reológicas da farinha e a emulsificação de gorduras (NITSCHKE & PASTORE, 2002).

A estrutura química de um agente emulsificante, em geral, inclui uma porção hidrofóbica (tal como uma longa cadeia alquílica) e uma parte hidrofílica (iônica ou polar). São, na verdade, surfactantes: a porção hidrofóbica do agente se dissolve no óleo e a hidrofílica na fase aquosa, formando uma dispersão de micro-gotas deste óleo. Essas substâncias são usadas em emulsões, para facilitar a dispersão de aromatizantes hidrofóbicos, prevenirem a formação de cristais de gelo em produtos congelados (sorvete) e melhorar o volume e uniformidade de produtos.

Os estabilizantes e espessantes exercem muitas funções nos alimentos. Muitas são formadas por polissacarídeos, como amido, ou ainda por proteínas, como a gelatina. A principal função é aumentar a viscosidade do produto final, bem como estabilizar emulsões (SBRT, 2008).

A grande maioria dos surfactantes disponíveis comercialmente é sintetizada a partir de derivados de petróleo. Entretanto, o crescimento da preocupação ambiental entre os consumidores, combinado com novas legislações de controle do meio ambiente levaram à procura por surfactantes naturais como alternativa aos produtos existentes. Alguns exemplos de surfactantes iônicos utilizados comercialmente incluem ésteres sulfatados ou sulfatos de ácidos graxos (aniônicos) e sais de amônio quaternário (catiônico) (DESAI & DESAI, 1993).

Os biossurfactantes constituem uma das principais classes de surfactantes naturais sendo classificados de acordo com a sua composição química e sua origem microbiana. As principais classes incluem glicolipídios, lipopeptídios e lipoproteínas, fosfolipídios e ácidos graxos, surfactantes poliméricos e surfactantes particulados (DESAI & DESAI, 1993).

A emulsificação tem um papel importante na formação da consistência e textura, bem como na dispersão de fase e na solubilização de aromas. A propriedade de formação e estabilização de emulsões é a principal característica a ser influenciada pela adição de surfactantes em alimentos controlando a aglomeração de glóbulos de gordura e estabilizando sistemas aerados. Os emulsificantes têm outras aplicações como: melhorar a textura e vida de prateleira de produtos contendo amido, pela formação de complexos com os componentes destes; modificar as propriedades reológicas da farinha de trigo, pela interação com o glúten; melhorar a consistência e textura de produtos à base de gorduras, pelo controle de polimorfismo e da estrutura cristalina das gorduras (SBRT, 2008). Em geral as proteínas são considerados bons agentes emulsificantes porque possuem numa mesma molécula regiões hidrofílicas e

hidrofóbicas, as quais reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão (ELIZALDE et al., 1991).

Os principais emulsificantes utilizados pelas indústrias alimentícias são os monoglicerídeos e os ésteres de ácidos lácticos, os quais são selecionados de acordo com suas propriedades. Os monoglicerídeos, mais comumente empregados, pertencem à categoria dos produtos reconhecidos como seguros (GRAS). São permitidos em concentrações não-limitadas nas legislações internacionais (KAMEL, 1997).

2.4. Aditivos

Albumina é geralmente derivado de ovos brancos e empregado como um emulsificante em alimentos e cosméticos. Pode provocar uma reação alérgica aos ovos para aqueles, e em grandes quantidades podem produzir sintomas de falta de biotina, um fator de crescimento do revestimento das células (IGOE, 1983).

As maltodextrinas são biopolímeros originados da hidrólise parcial do amido e têm extensa utilização como ingrediente por proporcionar características desejáveis a alimentos processados. Maltodextrinas são classificadas pelo seu grau de hidrólise, expresso em dextrose equivalente (DE), que é a porcentagem de açúcares redutores calculados como glicose em relação ao peso seco do amido. Estes polímeros são metabolizados de forma lenta e constante o que pode ajudar a sustentar os níveis de energia durante atividades que necessitam de resistência (MCPHERSON & SEIB, 1997).

O Emustab® é produzido com mono e diglicerídios destilados (SOARES et al, 2001).

Superliga® é um produto à base de sacarose, carboximetil-celulose e goma guar (SOARES et al., 2001).

2.5. Análises físico-químicas de uso rotineiro na avaliação de produtos desidratados

2.5.1. Umidade

A umidade indica a quantidade de água presente em uma amostra, podendo ser expressa em base úmida e base seca.

A umidade em base úmida (U_{bu}) é a quantidade de água por unidade de massa de amostra úmida é expressa em porcentagem (%) equação 1.

$$U_{bu} = \frac{M_{H_2O}}{M_{total}} * 100 \quad (1)$$

Em que M_{H_2O} = Massa de água (g)

M_{total} = Massa total do produto no início do processo (g)

A umidade na base seca (U_{bs}) é a quantidade de água por unidade de sólido seco na amostra, ela é expressa na forma decimal conforme equação 2.

$$U_{bs} = \frac{M_{H_2O}}{M_{mat\ sec}} \quad (2)$$

Em que $M_{mat\ sec}$ = Massa de material seco (g)

Deve ser advertido que quando a umidade é expressa na base seca podem ser encontrados valores superiores a 100% se a quantidade de água presente na amostra é superior à quantidade de sólidos secos presente (SINGH & HELDMAN, 1998).

Umidade relativa é a razão da fração molar (ou pressão de vapor) do vapor de água no ar e da fração molar (ou pressão de vapor) do vapor de água no ar saturado à mesma temperatura e pressão atmosférica, é obtida em percentagem (%) através de um aparelho chamado psicrômetro (CARVALHO, 1994).

A umidade absoluta é a quantidade de vapor d'água existente numa porção de atmosfera num determinado momento. É medida em gramas pelo higrômetro. Existe também o ponto de saturação, que é a quantidade de vapor d'água suportável por essa mesma porção de atmosfera (CARVALHO, 1994).

A razão de umidade do ar é definido como a relação entre a massa de vapor d'água e a massa de ar seco em um determinado volume de mistura. Alguns autores confundem os termos razão de umidade e umidade absoluta; a umidade absoluta, denominada também de densidade do vapor de água, é a relação entre a massa de vapor d'água e o volume que ocupa a mistura de ar seco e vapor d'água (MELONI, 2003).

2.5.2. Sólidos solúveis (SS)

Sólidos solúveis presentes no fruto representam os componentes que são solúveis em água, sendo eles: açúcares, vitaminas, ácidos orgânicos, aminoácidos e algumas proteínas (HOBSON & GRIESON, 1993). Os ácidos orgânicos predominam no fruto verde com o amadurecimento do fruto diminui o seu teor, devido à utilização deste como fonte de energia durante a respiração ou como fonte de carbono para a síntese de açúcares (AWAD, 1993).

Os açúcares constituem a maior parte dos SS, os quais podem ser medidos utilizando um refratômetro. Como a solubilidade dos açúcares dependem da temperatura, é necessário que se proceda à correção do teor de SS para a temperatura de 20°C e o resultado é expresso em graus Brix (KLUGE et al., 1997).

O teor de SS é influenciado pelo estágio de maturação e, normalmente aumenta com o amadurecimento do fruto devido à degradação de polissacarídeos, até a fase em que o fruto

passa a utilizar esta reserva de açúcares para manter sua atividade metabólica (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Grau Brix é definido como sólidos solúveis por 100g de suco (não por 100 mL de suco) e é uma medida de todos os sólidos solúveis incluindo os pigmentos, ácidos, glicerol e açúcar (PAUL, 2003). Sendo que normalmente o refratômetro que se usa é calibrado para medir a sacarose, portanto pode ocorrer à inversão deste açúcar e o refratômetro não faz a leitura deste.

2.5.3. Atividade de água (Aw)

Um dos parâmetros mais importantes na desidratação de alimentos é a condição de equilíbrio que determina o limite do processo. Embora este valor seja parte importante do gradiente que provoca o movimento da água, a atividade de água pode ser convertida em fator determinante no estudo da estabilidade dos alimentos secos (SINGH & HELDMAN, 1998).

Por definição, a atividade de água é a umidade relativa de equilíbrio dividida por 100. Na figura 1 é mostrada a relação existente entre a umidade e a atividade de água para maioria dos alimentos. A forma sigmoide da isoterma é típica de alimentos secos, embora sejam diferentes as isotermas de adsorção e dessorção de um mesmo produto. A umidade de equilíbrio é o limite inferior do gradiente para a eliminação de água do produto, que junto com a atividade de água determinam a estabilidade do produto armazenado (FIGURA 2).

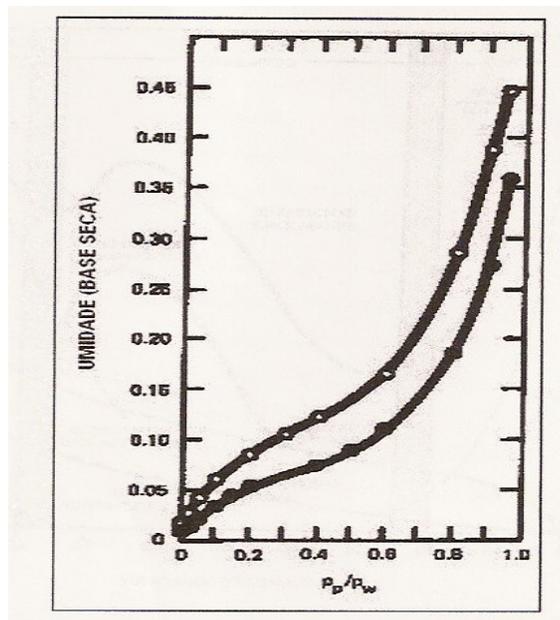


Figura 1. Exemplo de isoterma dessorção (°) e adsorção (•) de um alimento seco (SINGH & HELDMAN, 1998).

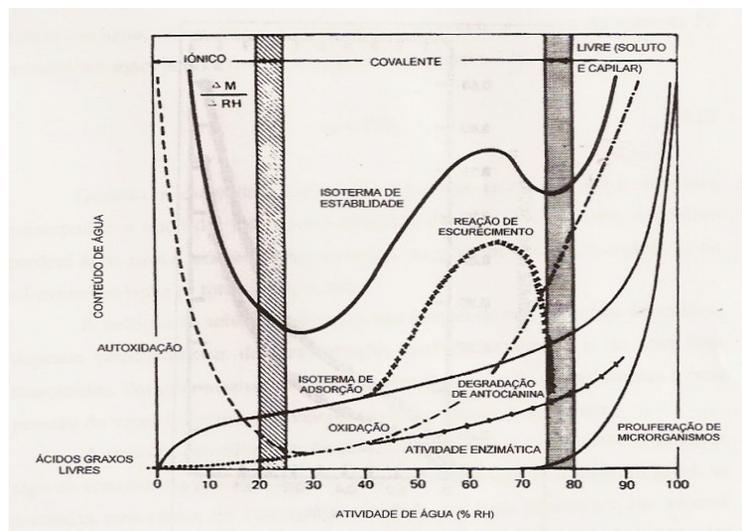


Figura 2. Influência da atividade de águas nas velocidades de varias reações de deterioração em alimentos (SINGH & HELDMAN, 1998).

A pressão parcial de vapor, na situação de equilíbrio, é característica de cada líquido a dada temperatura e pressão externa. Essa pressão é denominada pressão de vapor. Quando um soluto é adicionado a um líquido puro, a razão em que as moléculas se desprendem da fase líquida e passam para a fase gasosa será menor, com a conseqüente redução da pressão de vapor da solução (PINHEIRO, 2004).

A atividade de água (A_w) de um alimento ou de uma solução é definida como a relação entre a pressão de vapor da água do substrato alimentício, P (soluto em água, na maioria dos alimentos) e a pressão de vapor do solvente P_0 (usualmente água pura) à mesma temperatura (Equação 3).

$$A_w = \frac{P}{P_0} \quad (3)$$

Quando a umidade relativa da atmosfera que circunda o alimento corresponde a um valor inferior de atividade de água do alimento, o produto perderá água para o ambiente. Ao passar que na situação inversa, a superfície do alimento tenderá a se tornar mais úmida.

2.5.3.1. Métodos para medir atividade de água.

Podem ser divididas em medida do abaixamento do ponto de congelamento de uma solução e posterior conversões em valores de A_w e medida relativas de equilíbrio (U.R. E) de um sólido ou líquido.

2.5.3.2. Aqualab

O Aqualab é, atualmente, o mais rápido e preciso instrumento para medir atividade de água no mercado. O Aqualab utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a Aw de um produto. Esta técnica é originária da medida de umidade relativa aprovada pelo AOAC (Associação de Químicos Analistas).

Quando a amostra é medida no Aqualab, uma câmara com um espelho de aço inoxidável é repetidamente esfriada e aquecida, enquanto o orvalho se forma e é subsequentemente dissipado.

O instrumento possui uma ventoinha que faz circular o ar em uma câmara, acelerando o processo de equilíbrio da pressão de vapor. A cada instante através do orvalho formado no espelho, o Aqualab mede a temperatura e Aw da amostra, guardando esses valores para comparar com valores posteriores através de repetidas leituras. Quando o valor Aw de consecutivas leituras se altera a menos que 0,001, o processo de medição está completo (BRASEQ, 2009).

Sabadini et al.(2001) estudaram a atividade de água na carne salgada desidratada , através do salga úmida e seca, observando redução nos níveis de atividade de água, tendo uma acentuada redução na salga seca,sendo este parâmetro importante para o controle do processo de carne salgada desidratada.

Ferreira Neto et al.(2005) avaliaram o comportamento da atividade de água em farinhas temperadas ao longo de um período de 180 dias de armazenamento, consistindo em cinco formulações diferentes, embaladas em saco de plástico de polietileno de baixa densidade e utilizando três temperaturas (25; 30 e 35°C), e observou que a atividade de água aumentou com a temperatura e o tempo de armazenamento, porém com valores inferiores a 0,6.

Cano-Chauca et al.(2004) realizaram curvas de secagem de banana passa, utilizando três temperaturas do ar de secagem, para obter um produto com o teor de umidade de 23,5%, foram necessários tempos de secagem de 51, 36 e 30 horas para as temperaturas de 50, 60 e 70°C, respectivamente. Determinou a atividade de água ao longo do processo nas três temperaturas, observando que a atividade de água variou em função do tempo de secagem, tendo aumentado com a diminuição da temperatura durante o mesmo período de tempo.

2.6. Cor

A cor é um dos atributos sensoriais que mais influenciam na qualidade dos produtos elaborados com a polpa. Além de ser um dos primeiros aspectos qualitativos observados pelo consumidor, a coloração é uma característica utilizada no controle de processamento de polpas de frutas (REMANCHA et al., 1992). Muitos pigmentos naturais são destruídos pelo aquecimento durante o processamento e armazenagem, pela alteração de pH ou oxidações de

compostos. Como resultado, os alimentos processados podem perder a sua cor característica e, conseqüentemente, o seu valor comercial. O escurecimento não enzimático é uma das causas importantes na alteração de cor dos alimentos (FELLOWS, 2000).

Em 1967, a CIE (Comissão Internationale de l'Eclairage) recomenda a CIE L*, a* e b* ou CIELAB, utilizando a escala de cor. Sendo destinada a fornecer um padrão, aproximadamente uniforme para a escala de cor que poderiam ser utilizados por todos, para que os valores de cor pudessem ser facilmente comparados (HUNTERLAB, 2008).

A cor de determinado alimento ou qualquer outro objeto é representada por um ponto no espaço tridimensional. As coordenadas representativas das cores estão assim distribuídas:

-o L* que varia do preto (0) ao branco (100) representa luminosidade, ou seja, a capacidade de refletir a luz incidida;

-o a* varia do vermelho (+100) ao verde (-80),

- e o b* variando do azul (-70) ao amarelo (+70).

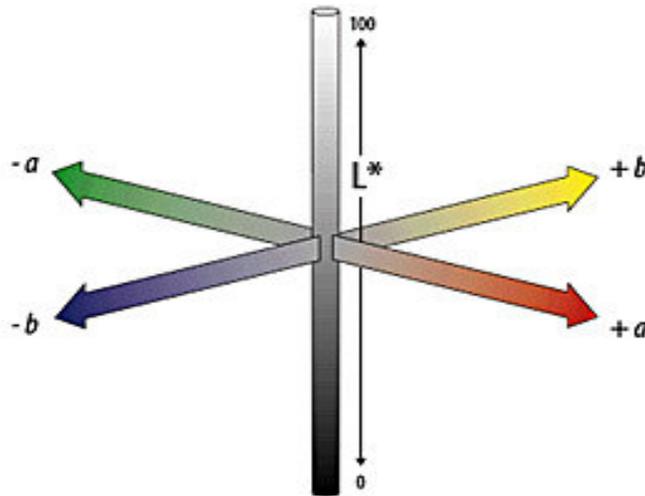


Figura 3. Escala de cor CIELAB.

Existem valores de delta associados a esta cor escala. ΔL^* , Δa^* e Δb^* indica quanto uma amostra padrão é diferente de L*, a* e b*. Os valores de delta são muitas vezes utilizados para o controle de qualidade ou ajuste de fórmula.

A diferença total de cor, ΔE^* , pode ser calculada. A ΔE^* é único valor que leva em conta as diferenças entre as L*, a* e b* da amostra e do padrão.

A seguir as fórmulas para calcular ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE^* :

$$\Delta L^* = L^*_{amostra} - L^*_{padrão} \quad (4)$$

$$\Delta a^* = a^*_{amostra} - a^*_{padrão} \quad (5)$$

$$\Delta b^* = b^*_{amostra} - b^*_{padrão} \quad (6)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (7)$$

Segundo Lozano & Ibarz (1997), a deterioração da cor em fruta pode ser causada por vários fatores como reações de escurecimento enzimático e não-enzimático, entretanto, as frutas são menos sensíveis que as verduras à deterioração de cor, quando submetidas à temperatura de secagem.

Gurjão (2006) avaliou a cor durante a secagem em leito de espuma da polpa de tamarindo nas temperaturas de 60 e 70°C, observando que a temperatura de 60°C teve um menor efeito no escurecimento, em relação às outras temperaturas de secagem para obtenção do extrato seco do tamarindo.

Martim (2006) estudou o processo de desidratação osmótica de manga cultivar Tommy Atkins previamente adoçado com edulcorantes ou agentes de corpo, visando obter frutas com melhor estabilidade de cor, textura e aumento da vida de prateleira. Analisando no final da desidratação que houve uma maior tendência ao escurecimento, e conseqüentemente uma redução do L* em relação às mangas *in natura*.

2.7. pH

O pH é o símbolo para a grandeza físico-química 'potencial hidrogeniônico'. Essa grandeza indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução líquida. O termo pH foi introduzido, em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939) com o objetivo de facilitar seus trabalhos no controle de qualidade de cervejas (à época trabalhava no Laboratório Carlsberg, da cervejaria homônima). O "p" vem do alemão potenz, que significa poder de concentração, e o "H" é para o íon de hidrogênio (H⁺). Às vezes é referido do latim pondus hydrogenii. Matematicamente, o "p" equivale ao simétrico do logaritmo (cologaritmo) de base 10 da atividade dos íons a que se refere. Para íons H⁺:

$$\text{pH} = -\log_{10}[a_{\text{H}^+}]$$

Sendo que a_{H^+} representa a atividade em mol dm⁻³. Em soluções diluídas (abaixo de 0,1 mol dm⁻³), os valores da atividade se aproximam dos valores da concentração, permitindo que a equação anterior seja escrita como abaixo:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

O pH pode ser determinado usando um pHmetro que consiste em um eletrodo acoplado a um potenciômetro. O medidor de pH é um milivoltímetro com uma escala que converte o valor de potencial do eletrodo em unidades de pH. Esse tipo de eletrodo é conhecido como eletrodo de vidro, que na verdade, é um eletrodo do tipo "íon seletivo" (HARRIS, 2005).

Torres (2003) realizou um estudo do carambola em três estágios de maturação: maduros, semi-maduros e verdes. Da polpa extraída foi realizada análises químicas, físico-químicas e, ou, físicas. Verificou que os valores de pH decresceram entre a polpa madura e a polpa semimadura e entre esta e a polpa verde, nos valores de 3,69, 3,61 e 3,52, respectivamente, sendo o pH influenciado significativamente pelo estágio de maturação.

El-aquar & Murr (2003) estudaram a cinética e modelagem do processo de desidratação osmótica de cubos de mamão 'Formosa' (*Carica papaya* L.), assim como da qualidade do produto final. O tratamento osmótico foi conduzido a 30°C, utilizando-se dois tipos de soluções de sacarose 70°Brix: a primeira contendo lactato de sódio 2,4% p/p e ácido láctico 0,1M e a segunda com lactato de sódio 2,4% p/p e ácido cítrico 0,1M. Observou que a fruta desidratada com ácido láctico obteve resultados melhores de pH (3,57) e esse foi um dos fatores para a escolha da melhor condição de preservação das características da fruta fresca.

Bastos (2005) realizou a secagem de polpa de manga por *foam mat drying*, visando estabelecer um método de conservação para a fruta, sendo desidratadas à temperatura de 70 e 85°C. Realizando análises químicas e físico-químicas na polpa *in natura* e desidratada, após reconstituição em água. No entanto, foi observada uma pequena, porém estatisticamente significativa variação no pH. Onde se descreve que à medida que o processo de desidratação avança, algumas substâncias antes solúveis no alimento alcançam a saturação e precipitam. É possível que uma desnaturação baseada neste princípio tenha acontecido durante a desidratação da polpa, e, após a reconstituição, em água, algumas substâncias desnaturadas podem não ter voltado a se dissolverem, o que pode ter refletido no pH das polpas reconstituídas.

2.8. Acidez titulável

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular com soluções álcali padrão a acidez do produto ou a soluções aquosa ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios. Este método é aplicável em soluções claras ou levemente coloridas nos diversos tipos de produtos de frutas. O método baseia-se na titulação com hidróxido de sódio até o ponto de viragem com o indicador fenolftaléina (ADOLF LUTZ, 1985).

Guiné (2000) estudou as características químicas e físicas de pêras secadas a temperaturas de 30, 40 e 50°C. Relativamente houve um decréscimo da acidez à medida que a temperatura de secagem aumentava, podendo constatar-se que também esta propriedade é significativamente influenciada pelas condições de secagem, particularmente pela temperatura de operação. Esse comportamento é perfeitamente expectável, já que uma parte da acidez das pêras é acidez volátil, sendo mais facilmente eliminada por vaporização a temperaturas mais elevadas.

Mota (2005) produziu banana passa das cultivares marmelo, ouro, maçã, nanica, prata e YB 42-03 por secagem em estufa com circulação forçada de ar, após imersão em solução antioxidante à base de ácido cítrico e ascórbico, observou que o pré-tratamento osmótico acelerou a desidratação, e reduziu a acidez natural da fruta e incorpora certa quantidade de sólidos ao produto, com aumento do seu valor calórico e perda do sabor característico da fruta determinado pelo balanço entre açúcares e ácidos.

2.9. Vitamina C (ácido ascórbico)

A idéia de que determinados compostos orgânicos presentes em alimentos em quantidades mínimas eram essenciais nutricionalmente, ou seja, a idéia da existência das “vitaminas” surgiu a partir dos resultados de estudo em duas áreas de pesquisa: a de necessidades nutricionais e a de patologia de doenças, como: escorbuto (doença causada pela falta de vitamina C, caracterizada por enfraquecimento geral, hemorragias diversas; mau hálito e sangria das gengivas) e beribéri (doença causada pela falta de vitamina B1), que depois foram classificadas como doenças de deficiência nutricional.

A vitamina C funciona como agente preservativo em alimentos. Para evitar a ação do tempo nos alimentos, as indústrias se valem de agentes que preservam a integridade do produto, aumentando a sua data de validade. Existem dois grandes grupos: os antioxidante e os antimicrobiais. Os antioxidante são compostos que previnem a deterioração dos alimentos por mecanismos oxidativos.

A vitamina C também está envolvida na absorção de ferro. Se por um lado existe o fator positivo de sua ingestão produzir maior absorção de ferro pelas pessoas que apresentam uma deficiência desse mineral ou atletas que necessitam de dosagens maiores, por outro lado, pode muitas vezes fazer com que o excesso de ferritina no sangue aumente muito e conseqüentemente gere uma maior produção de radicais livres, o que a torna contra-indicada nos casos de ser tomadas após as refeições, especialmente aquelas que contenham carne vermelha.

Gabas et al.(2003) realizaram a liofilização das ameixas *in natura* e as acondicionou em dessecadores contendo diferentes soluções salinas a temperatura de 4°C. Após atingir o equilíbrio, os dessecadores foram submetidos à temperatura na faixa de 40 a 80 °C, a

degradação da vitamina C foi observada durante 5 dias. Verificou que com o aumento da temperatura e maior teor de umidade ocasionou uma perda acentuada da vitamina C.

Segundo El-aquar & Murr (2003) realizaram a desidratação osmótica de cubos mamão 'Formosa', utilizando-se dois tipos de soluções de sacarose 70°Brix: a primeira contendo lactato de sódio 2,4% p/p e ácido láctico 0,1M e a segunda com lactato de sódio 2,4% p/p e ácido cítrico 0,1M. Verificaram que as perdas de vitamina C foram mínimas para ambas as condições. Tal fato pode ter ocorrido devido à introdução de aditivos (ácidos cítrico e láctico; lactato e sódio) nas soluções osmóticas, prevenindo com isso a degradação por oxidação.

2.10. Massa específica

A massa específica é a relação entre a massa de uma substância e o volume que ela ocupa. Muitas vezes se encontra o termo "massa específica verdadeira ou absoluta", quando a medida é feita no vácuo, portanto eliminando o efeito do empuxo do ar, e "massa específica aparente" quando é feita no ar.

A massa específica de uma dada substância geralmente indicada pelo símbolo ρ_t onde t é a temperatura na qual a massa específica foi determinada. Geralmente a massa específica de líquidos é determinada através de picnômetros: recipientes construídos para permitirem a determinação do peso de um volume conhecido de líquido. Recentemente estão disponíveis medidores eletrônicos de líquidos, pequenas amostras de líquido são colocadas em um oscilador mecânico, a massa específica é determinada medindo-se a frequência de ressonância, que está em função da densidade do material. A vantagem é que não é necessário determinar a massa nem o volume da amostra, o que torna a medida extremamente rápida (SALVAGNINI, 2008).

Astolfi-Filho et al.(2005) realizaram a encapsulação de suco concentrado de maracujá em sacarose por co-cristalização, determinando a densidade aparente no produto final. Observaram que há uma tendência de aumento da densidade aparente em baixas concentrações de suco, o que pode indicar que menores frações de suco levam a um produto de menor porosidade e também concluiu que a densidade aparente não é afetada significativamente pelo pH e pela fração de suco adicionada.

Perina & Silva (2005) observaram o encolhimento e as propriedades físicas relacionadas com este fenômeno, assim como, compreender como a temperatura de transição vítrea pode estar relacionada com a cinética do encolhimento da maçã. E pode-se observar que a massa específica diminuiu durante a secagem independente da temperatura trabalhada, já a porosidade, foi inversamente proporcional ao teor de umidade.

2.11. Estabilidade da espuma

A propriedade física mais importante de uma emulsão é a sua estabilidade. Esta pode ser relacionada a três fenômenos: sedimentação, floculação e quebra ou rompimento da emulsão por causa da coalescência das gotículas dispersas. Os fatores que favorecem a estabilidade de emulsões são tensão interfacial baixa, filme interfacial mecanicamente forte, repulsão das duplas camadas elétricas, volume relativamente pequeno da fase dispersa, gotículas pequenas e viscosidade Newtoniana elevada. A estabilidade das espumas depende de dois fatores principais: a tendência dos filmes líquidos sofrerem drenagem e se tornarem mais finos e a tendência à ruptura em consequência de perturbações aleatórias. Para aumentar a estabilidade é necessário o uso de um agente espumante (SHAW, 1975).

2.12. Relação Sólido Solúveis /Acidez Titulável

Há uma empírica relação SS/AT, calculada pela divisão do °Brix, em %, (corrigido na temperatura) pela percentagem de acidez titulável como ácido cítrico, que é o mais utilizado indicador da qualidade e maturação do suco da fruta, sendo mais conhecida nos meios técnicos e acadêmicos, relação. A relação 14, por exemplo, significa que há 14 partes de sólidos solúveis para uma parte de ácido. Quanto mais baixa a relação, mais ácido é o suco, e quanto mais alta a relação, mais doce é o suco. Essa relação pode ser utilizada como um índice de maturação, por que os sólidos solúveis aumentam e os ácidos diminuem, durante o crescimento e maturação da fruta. Apesar da relação sólidos solúveis para acidez somente descrever o sabor da fruta, é o melhor índice de maturação disponível que é fácil de determinar e aproxima o grau de maturação. A relação sozinha não fornece a qualidade do suco pela evidente causa de que o total de sólidos solúveis e ácidos, não são indicados por ela. Sucos com diferentes quantidades de ácidos e sólidos podem ter as mesmas relações de sólidos solúveis para acidez (BENASSI JÚNIOR, 2005).

Benassi Júnior (2005) formulou três tipos de bebidas cítricas: refrigerante, refresco e energético, e avaliam a influência do nível de maturação do suco na qualidade final dessas formulações. O refrigerante foi formulado com 10 % de suco, em 5 diferentes níveis de maturação, com relação SS/AT de: 8, 10, 12, 14 e 17. Observou que o refrigerante não foi influenciado pelo nível de maturação do suco, apresentando menores: viscosidade, opacidade e teor de pectina, e maiores: pH, teor de ferro e cor, dentre as bebidas, sendo a bebida com a melhor avaliação sensorial. O refresco foi influenciado pelo nível de maturação do suco na formulação, onde os refrescos formulados com suco de “Ratio” 10 apresentaram a menor viscosidade, a maior opacidade e o maior teor de ácido ascórbico, enquanto que os refrescos formulados com suco de “Ratio” 17 apresentaram cor mais clara e alaranjada, e maiores teores de prolina, cinzas e minerais, mas a pior avaliação sensorial dentre as bebidas avaliadas. O energético (2% de suco) também sofreu influência da maturação com os energéticos formulados

com suco de “Ratio” 10, apresentando maiores valores de: opacidade e teor de ácido ascórbico e os energéticos formulados com “Ratio” 17, maior teor de cinzas, sendo esses as bebidas com a maior viscosidade, menor teor de minerais, e avaliação sensorial intermediária entre refrigerantes e refrescos.

2.13. Secagem em leito de espuma

A secagem em leito de espuma é um processo no quais alimentos líquido são batidos até formarem espumas estáveis e então são desidratados. Esse tipo de secagem consiste basicamente de três etapas: produção do suco ou polpa em forma de uma espuma estável, pela adição de aditivos, secagem do material em uma camada fina de espuma até desidratação final, desintegração da massa seca em escamas e, por fim, em pó (UBOLBI, 1971; TRAVAGLINI et al., 2001). Esse processo mantém alta qualidade dos produtos, oferecendo grandes possibilidades comerciais, sendo aplicados em: café, sucos de laranja, grapefruit, uva, carambola, abacaxi, umbu-cajá, coco, batatas, alimento para crianças, leites, ameixa, maçã, sopas, cremes, ovos, tomate e outros produtos instantâneos (UBOLBI, 1971 SOARES et al., 2001, VERNON-CARTER et al. 2001, SANKAT & CASTAIGNE, 2004).

A secagem em leito de espuma é um método de desidratação altamente apropriado para produtos sensíveis e alimentos viscosos. Nesse método, um concentrado líquido junto com um estabilizador é submetido à desidratação em leito de espuma. Nesse método a temperatura envolvida é relativamente baixa. As taxas de secagem em leito de espuma são comparativamente altas por causa de um enorme aumento na relação do gás líquido, apesar do fato da transferência de calor esta impedida por um grande volume de gás atual na massa de espuma (SANKAT & CASTAIGNE, 2004).

As vantagens dessa técnica em relação a outras técnicas de secagem de líquidos como a secagem pulverizada (spray-drying) e a secagem em tambor (drum-drying) são: técnica mais simples, custo operacional menor, possibilita o uso de temperaturas mais baixas o que preserva melhor o sabor e o valor nutricional (FRANCIS, 2000) e secagem mais rápida. A espuma aumenta a eficiência de secagem porque aumenta a área superficial e incrementa a transferência de calor e massa. Além disso, a capilaridade através dos poros da espuma facilita a perda da umidade. Isso faz com que a secagem de uma camada de espuma seja aproximadamente três vezes mais rápida do que a secagem de uma camada similar de líquido (FRANCIS, 2000).

Soares et al.(2001) desidratou de acerolas utilizando o Método ”secagem em leito de espuma”, onde foram realizados vários testes com agentes químicos sendo estes Emustab® e Superliga@ que favorecem a formação de espuma, tendo se obtido um pó com 7,2% de umidade.

A produção de extrato em pó de tamarindo realizado por Gurjão (2006), se deu pelo processo de secagem em leito de espuma, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, sendo que as melhores temperaturas para a secagem da polpa de tamarindo foram 60 e 70°C, sendo utilizado como emulsificante, a albumina. O extrato obtido foi avaliado em relação à cor, sólidos solúveis, acidez total titulável, vitamina C e pH.

A desidratação de manga *Tommy Atkins* realizada por Bastos (2005), foi feita nas temperaturas de 70 e 85°C, e testados os seguintes emulsificantes carboxil-metil celulose, Tween 60 (Polietilenoglicol sorbitano monoestearato Monoestearato de polioxietileno sorbitano), goma xantana e clara de ovos. Onde o tween 60 a 70°C teve uma melhor estabilidade e melhores resultados nas análises físico-químicas.

As espumas foram preparadas a partir de purê de carambolas com adição de diferentes concentrações metilcelulose por Karim & Wai (1998). Overrum (separação) e densidade das espumas a partir de diferentes concentrações de metilcelulose foram comparadas. A secagem em duas temperaturas (70 e 90°C) foram usadas. A separação e estabilidade de espumas aumentaram com o aumento da concentração até metilcelulose valor máximo foi obtida em um metilcelulose concentração de 0,4% w / w. Tempo de secagem poderá ser reduzido por mais de 30 min quando secagem temperatura for aumentada de 70 para 90°C. No entanto, óbvias mudanças na cor foram observadas no produto seco a 90°C. Este estudo revelou que, nas condições experimentais empregadas o pó foi bom nas características obtidas.

Galdino et al. (2005) realizaram a produção de polpa de umbu em pó mediante desidratação pelo método foam-mat, com secagem em estufa com circulação de ar e temperatura de secagem de 70 °C. Estudou-se a estabilidade do produto mediante o acompanhamento da evolução de suas propriedades durante o armazenamento por um período de 60 dias, em dois tipos de embalagem, sendo uma laminada e outra de polietileno, expostas a temperatura ambiente. Em todas as características avaliadas as reduções ou aumentos verificados ao longo do armazenamento, ocorreram em menores proporções nos materiais em embalagens laminadas, indicando uma melhor conservação das amostras nesse tipo de acondicionamento.

Berry et al. (1972) fizeram a secagem em leito de espuma com suco de laranja com 0,5% de metilcelulose de emulsificante, onde o suco foi concentrado para 50° Brix, massa específica de 0,3 Kg/m³, diâmetro da bolhas de 25µ, realizou a secagem a 60°C e obtiveram um pó com 7% de umidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ensaio de Materiais e Projetos Agroindustriais da Universidade Estadual do Bahia -UESB, Campus de Itapetinga-BA.

3.1. Matéria-prima

A matéria prima utilizada foi o jenipapo (*Genipa americana L.*) no estágio maduro, colhido na Fazenda Primavera, de propriedade do senhor Otoniel Leal de Andrade, de único jenipapeiro, no Município de Itapetinga-BA, maio de 2008.

O fluxograma do processo encontra-se na Figura 4.



Figura 4. Fluxograma de obtenção da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Imediatamente após a colheita, os frutos foram lavados em água clorada (50ppm de cloro ativo/15 min) por imersão.

Para o despulpamento, foi utilizado o despulpador de frutas da marca Itametal, com peneira com furos de 2,5 mm de diâmetro.

A polpa obtida foi congelada até o momento do uso, após o descongelamento a polpa foi submetida à pasteurização a 85°C por 3 segundos.

Como agentes aditivos foram utilizados: Maltodextrina, albumina, liga neutra® e Emustab® em diferentes proporções (5, 10, 15 e 20% em massa), sendo adicionados na polpa de jenipapo com 10 mL de água destilada.

Para se produzir à espuma utilizou-se uma batedeira de uso doméstico, por um tempo de 15 minutos para a formação de espuma. A partir de 100 g de polpa de jenipapo com o emulsificante, na concentração desejada, adicionado de 10 mL de água.

3.2. Caracterização das espumas

A caracterização foi feita em triplicata constituindo-se de: massa específica, estabilidade da espuma a temperatura ambiente (25 °C) e a temperatura de secagem da espuma (50 °C), atividade de água, cor, pH, acidez titulável, umidade, sólidos solúveis, açúcares redutores e totais e vitamina C.

3.2.1. Densidade

O método usado para determinar a massa específica foi realizado com um balão volumétrico de 10±0,1 mL; sendo a amostra colocada até o volume desejado e pesada para se obter a relação massa por volume (BROCK et al., 2008).

3.2.2. Estabilidade da espuma a temperatura ambiente (25°C)

A espuma formada foi colocada em um filtro de tela de aço inox para se observar à estabilidade, durante 2 horas. Foram pesadas 10 g da espuma inicial e pesado o filtrado a cada 30 minutos. Esse método baseia-se no método usado por Baptista (2002), mas difere por usar 10 g em vez de 80 mL.

3.2.3. Estabilidade da espuma a 50 °C

A estabilidade da espuma foi avaliada pela percentagem de espuma coalescida em relação ao volume inicial. Amostras de 20 cm³, colocadas em cilindro graduado, foram submetidas à temperatura de secagem, 50°C, por 120 minutos, após o que se mediu a altura da espuma no cilindro. Este método preconizado por Sankat & Castaigne (2003), mas difere por usar 50°C em vez de 60°C.

3.2.4. Atividade de água (Aw)

A atividade de água das espuma de jenipapo foi determinada utilizando-se o equipamento Aqualab TE da Decagon Devices, com precisão de 0,003AW. A medição foi feita com as amostras à 25°C.

3.2.5. Cor

A cor das amostras de espuma de jenipapo foi medida por meio da escala CIELAB, utilizando-se o colorímetro ColorQuest XE da Hunterlab, foram realizadas três leituras em cada amostra obtendo-se a média destas.

3.2.6. pH

A medição do pH da espuma de jenipapo foi feita por leitura em pHmetro de bancada; da marca Quimis; com precisão de duas casas decimais.

3.2.7. Acidez titulável (AT)

A determinação de ATT foi realizada por titulação com solução de NaOH(0,01N) e indicador fenoftaleína, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.8. Umidade

A umidade foi determinada por técnica gravimétrica em estufa a 70°C até peso constante e os resultados expressos em % base úmida (BU) , conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.9. Sólidos solúveis (SS)

O teor de SS, expresso em °Brix, foi determinado pelo método proposto pela AOAC (1984) nas frutas *in natura* e nas espumas de jenipapo. Sendo utilizado um refratômetro manual com escala de 0 a 30°Brix e precisão 1°Brix. Antes da cada medição o aparelho foi devidamente aferido com água destilada. Uma alíquota da amostra foi colocada no refratômetro, procedendo-se à leitura direta do teor de SS.

3.2.10. Açúcares redutores e açúcares totais

Os açúcares redutores e totais foram extraídos pelo método de Lane Enyon citado na AOAC (1984). Para esta determinação dos açúcares redutores foram misturados 5mL da solução A e 5mL da solução B dos reativos de Fehling, adicionando 40mL de água destilada. Utilizou-se a amostra contendo açúcares redutores como agente titulante, e o aparecimento de precipitado vermelho como indicador do ponto de viragem.

Para açúcares totais: a inversão da sacarose foi feita por hidrólise ácida, utilizando-se 25mL da amostra e completando-se o volume final para 100mL com água destilada, a solução diluída foi aquecida a 70°C, recebeu a adição de 5mL de HCl e permaneceu em banho-maria por mais 5 minutos, sendo o sistema resfriado e recebendo cerca de 8mL de solução de hidróxido de sódio 30%, até verificar a mudança de pH. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100mL, completado com água destilada e se fez a titulação, como descrita para os açúcares redutores.

3.2.11. Vitamina C

A determinação de vitamina C foi realizada com iodato de potássio. Este método é aplicado para a determinação de vitamina C ou ácido L-ascórbico, em alimentos *in natura* ou enriquecidos. Homogeneizou-se a amostra e pesou-se uma quantidade que, supostamente, deve conter ao redor de 5 mg de ácido ascórbico. Transferiu-se a amostra para um frasco Erlenmeyer de 300 mL com auxílio de aproximadamente 50 mL de água. Adicionou-se 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20%. Homogeneizou-se e adicionou-se os 10mL de solução de ácido sulfúrico a 20%. Adicionou-se, a seguir, 1mL de solução de iodeto de potássio a 10% e 1mL de solução de amido a 1%. Titulou-se a solução de iodato de potássio, até coloração azul. Dependendo da quantidade de vitamina C contida na amostra, utilizou-se a solução de iodato de potássio 0,02M ou 0,002M.

Para o cálculo do teor de vitamina C utilizou-se a expressão:

$$VitC = \frac{100 * V * F}{P} \quad (10)$$

Sendo :

Vit C = teor de vitamina C em mg/100g

V = volume de iodato gasto na titulação

F = 8,806 ou 0,8806 respectivamente para KIO₃ 0,02M ou 0,002M

P = massa da amostra em gramas.

3.2.12. Relação Sólidos Solúveis/ Acidez Titulável

A relação sólidos solúveis /acidez titulável foi obtida dividindo-se a porcentagem de sólidos solúveis pela de acidez titulável (ADOLF LUTZ, 1985).

3.2.13. Relação Sólidos Solúveis / Açúcares Totais

A relação sólidos solúveis /açúcares totais foi obtida dividindo-se a porcentagem de sólidos solúveis pela de açúcares totais (WIDODO, 1996).

3.2.14. Relação Sólidos Solúveis / Açúcares Redutores

A relação sólidos solúveis /açúcares redutores foi obtida dividindo-se a porcentagem de sólidos solúveis pela de açúcares redutores (WIDODO, 1996).

3.3. Análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado foi totalmente casualizado num esquema fatorial 4 (aditivos)X 4 (concentrações) com 3 repetições.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão, tendo como variável independente à concentração do agente espumantes e variáveis dependentes cada uma das respostas obtidas nas análises supra citadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da matéria-prima

Os resultados das análises da caracterização do jenipapo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas da polpa de jenipapo.UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Propriedade	Valor	
Acidez Titulável Total(% de ácido cítrico)	0,43	
Sólidos Solúveis(° Brix)	15	
Umidade (%)	80,06	
Atividade de água (Aw)	0,992	
Massa Específica(ρ) (Kg/m ³)	1,184	
pH	3,45	
Relação SS/ATT	34,88	
Açúcar redutor (%)	6,46	
Açúcar total (%)	8,14	
Vitamina C (mg/100g)	2,28	
Cor	L*	60,33
	a*	12,04
	b*	39,98
	dE*	63,33

Observou-se que os valores medidos de algumas propriedades foram próximos aos valores encontrados Silva et al. (1998), que foi de 15,41°Brix para os SS e de 3,57 para o pH; sendo que foi encontrado um valor ligeiramente diferente para acidez titulável de 0,325. As diferenças observadas podem estar relacionadas a fatores tais como variedade, localização da lavoura, tratos culturais e estágio de maturação. Contudo, Santos (2007) relata grande variabilidade no valor da acidez titulável, dada a subjetividade na interpretação da mudança de cor, quando da titulação. Deve-se, portanto, buscar métodos mais precisos, de preferência automáticos, para esta variável, sendo esperada uma variabilidade maior em análises manuais(SOUZA,2007b).

Andrade (2002) encontrou valores de umidade de 81,53%, próximo do encontrado neste trabalho (80,06%), confirmando o estágio de maturação dos frutos. A polpa de jenipapo apresentou elevada atividade de água (0,992), valores próximos foram encontrados por Bezerra et al. (2004) e Lopes (2005), para polpas de bacuri (0,990) e pitanga (0,992), respectivamente. Contudo, não encontramos na literatura referencia, à atividade de água, específica para a polpa de jenipapo. Como se sabe, essa variável é mais importante, nos estudos de preservação dos

alimentos que o teor de água, uma vez que esta determina valores absolutos para crescimento de fungos e bactérias e para desenvolvimento de reações bioquímicas, o que não ocorre com o teor de água. .

A massa específica encontrada para a polpa de jenipapo, está de acordo com os encontrados na literatura para polpa de frutas, com teor de água semelhante, embora existam poucos trabalhos sobre a massa específica da polpa de frutas. Mata et al. (2005) determinaram a massa específica para polpa de cajá, encontrando $1,253 \text{ Kg/m}^3$. Dantas Junior et al. (2007) encontraram um valor de $1,009 \text{ Kg/m}^3$, para polpa de manga, na mesma temperatura. Lima *et al* (2003), encontraram valores de $1,006 \text{ Kg/m}^3$ para polpa de umbu, com 10°Brix . O valor de massa específica aqui encontrado mostra que a polpa de jenipapo é mais densa que a água, o que é uma tendência das polpas de fruta em geral. Esta variável depende da temperatura e dos SS, entre outras propriedades da polpa. Ela serve como caracterizadora do fruto, sendo dado importante em técnicas de separação e em sistemas de mistura e homogeneização. A massa específica da polpa está diretamente relacionada com a sua porosidade. Neste trabalho, buscou-se diminuir esta massa específica pelo uso de aditivos, na intenção de diminuir o tempo de secagem e de permitir a formação de um pó mais solúvel, quando da desidratação pelo processo foam-mat

Andrade et al.(2003) observaram para o jenipapo valor de açúcar redutor de 14,86%, por outro lado Souza(2007a), que encontrou valor de 3,64% e Hansen et al. (2008) em dois anos acharam valores médios de 9,25% e 8,85%. Os valores aqui encontrados (6,46%) são mais próximos dos obtidos por Souza (2007a) e Hansen et al. (2008) os valores obtidos por Andrade (2003) são, inclusive superiores ao teor de açúcares totais obtidos neste trabalho. Importa observar que os valores obtidos por Souza (2007a) se referem a frutos colhidos em propriedades do Sul da Bahia, em condições de controle e os estudos por Andrade (2003) com jenipapos adquiridos na feira-livre em Recife. Contudo, os valores obtidos por Hansen et al. (2008), se referem a seis cidades do estado da Bahia, nos anos de 2004 e 2005, desta forma podemos inferir que o valor obtido neste trabalho representa bem os cultivares e as condições do Estado da Bahia, podendo diferir dos cultivares e condições de outros locais.

Para os açúcares totais, o valor aqui obtido neste trabalho (8,14%) foi inferior aos obtidos por Hansen et al. (2008) que foram de 12,61% e 12,28%. Esta diferença pode ser atribuída ao estágio de maturação dos frutos e ao fato dos frutos analisados por Hansen et al. (2008) terem sido postos a madurar antes de serem analisados.

No que se refere ao teor de açúcar, os dados do experimento são confirmados pelos de Hansen et al. (2008) no que se refere ao fato do jenipapo possuiu um teor maior de açúcares redutores que de não redutores, de forma semelhante ao maracujá e contrária a da manga, por exemplo, que apresenta maior teor de açúcares não redutores. Portanto, Silva et al. (1998) encontraram valores de vitamina C de 3,52 mg/100 g próximos ao encontrados neste trabalho

(2,28 mg/100 g) e no de Hansen et al. (2008) que foram de 2,76 e 275 mg/100 g. Contudo, segundo Wong (1995), os frutos de jenipapo contêm teor de vitamina C entre 1,0 e 2,0 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. Estes resultados mostram que os dados de Wong (1995) necessitam ser atualizados, uma vez que, provavelmente em função da evolução dos tratamentos culturais, o jenipapo parece ter conseguido ligeiro aumento no seu teor de Vitamina C embora este seja cerca de metade do teor encontrado na laranja que é 60 mg/100 g segundo Franco (1999) e esteja muito abaixo da acerola que é de 100 mg/100 g, ainda segundo Franco (1999).

Os resultados da caracterização dos aditivos estão presentes na Figura 5. Observa-se que Albumina e o Emustab® são alcalinos sendo que a Superliga® e a maltodextrina ácidos, também foi observado que o Emustab® apresentou um menor teor de SS (1,5 °Brix) em relação aos outros aditivos analisados.

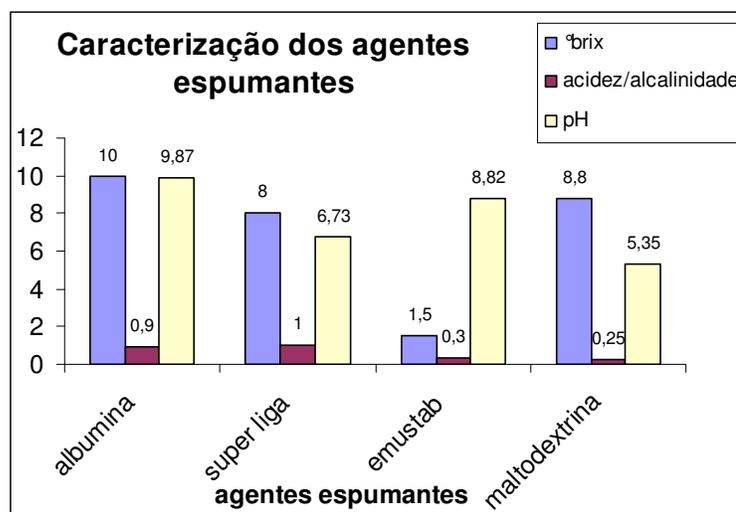


Figura 5. Caracterização dos aditivos. UESB, Itapetinga-Ba, maio, 2008.

4.2. Propriedades físicas da espuma de jenipapo

4.2.1. Massa específica

Para as espumas feitas com albumina e com Superliga®, não houve efeito da concentração sobre a massa específica sendo a média geral da massa específica da espuma de polpa de jenipapo, com estes aditivos, de 0,986 e 1,19, respectivamente.

Para o caso da albumina, os valores encontrados foram superiores aos observados por Thuwapanichayanan et al. (2008) que encontraram que com o aumento da concentração de albumina houve um decréscimo da massa específica de espuma de banana de 0,6, 0,3, 0,27, Kg/m³ para as concentrações de 2, 5 e 10% , respectivamente, Como os teores de albumina utilizados neste experimento foram bem superiores aos usados por Thuwapanichayanan et al. (2008) é possível que, o decréscimo de massa específica tenha atingido um valor máximo e

permanecido constante. Contudo, se tal diminuição, ainda que tenha ocorrido, foi mínima, uma vez que os valores são próximos daqueles para o jenipapo *in natura* ($1,184\text{Kg/m}^3$) caso do jenipapo

Comportamento semelhante ao das espumas de jenipapo com albumina foi encontrado para a espuma de jenipapo com Superliga®.

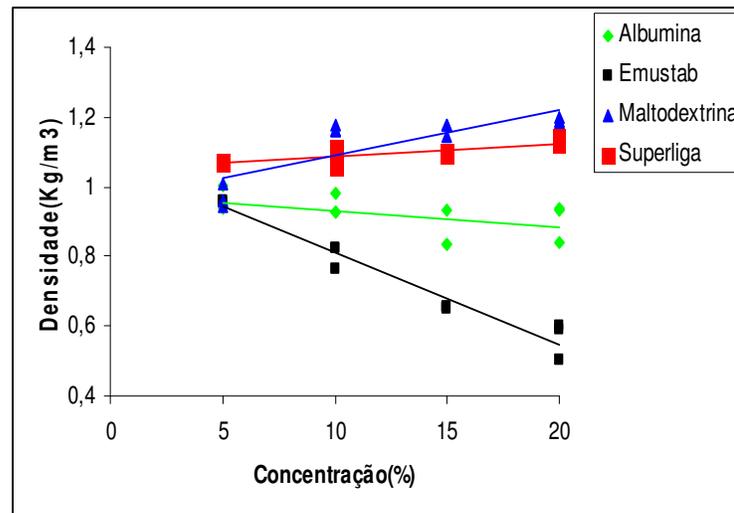


Figura 6. Massa específica da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-Ba, maio, 2008.

Os efeitos dos aditivos sobre a espuma foram distintos. O aumento da concentração de maltodextrina e aumentou a massa específica da espuma, Mata et al.(2005), encontraram aumento da massa específica na polpa de cajá e atribuíram estes aumentos ao aumento de sólidos solúveis. Entretanto, como a maltodextrina apresentou teor de sólidos solúveis menor que o jenipapo tal hipótese não pode ser aplicada. Provavelmente a maltodextrina exerceu um efeito de ligante e não o desejado efeito de espumante. Porém, com o Emustab® ocorreu o inverso, ou seja, a diminuição da massa específica com o aumento da concentração, o mesmo foi verificado por Karim & Wai (1999), no estudo da espuma de purê de carambola, que testaram metilcelulose como espumante. Sankat & Castaigne (2003) verificaram, em purê de banana, redução significativa da massa específica para concentrações de 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10% do emulsificante proteína de soja. Portanto, o Emustab® apresentou o efeito espumante desejado. Neste caso, a baixa densidade das espumas nas maiores concentrações se deve ao fato que o movimento da espuma age a partir da fase aquosa para a ar-aquosa, sendo insuficiente para a redução da tensão superficial, o que reforça a formação de espuma (KARIM & WAI, 1999).

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$DENSIDADE = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração do aditivo

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

A escolha do modelo foi realizada observando a significância dos parâmetros, apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para massa específica da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-Ba, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
Emustab®	Intercepto	0,5717	11,11	<0,0001
	Inclinação	0,3156	0,84	0,4071
maltodextrina	Intercepto	0,9654	26,44	<0,0001
	Inclinação	1,192	4,16	0,0003
albumina	Intercepto	1,087	18,53	<0,0001
	Inclinação	-2,609	-6,09	<0,0001
Superliga®	Intercepto	1,104	74,84	<0,0001
	Inclinação	-0,088	-0,82	0,4196

Os resultados da Tabela 2 evidenciam que os coeficientes ajustados somente para a intercessão dos aditivos, foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, exceto para albumina e maltodextrina que o intercepto também foi significativo, este fato indica que o intercepto apresenta pouca contribuição no modelo ajustado.

Tendo em mente que a inclinação positiva representa que a reta é crescente, então dependendo do valor do intercepto o valor da massa específica será maior quanto maior a inclinação. Mas para o trabalho em questão, se objetiva baixar a massa específica através dos aditivos, sendo que o aditivo que a melhor apresentou esse efeito foi o Emustab® nas concentrações estudadas.

4.2.2. Estabilidade das espumas

Os resultados da estabilidade da espumas de jenipapo a 25 °C e a 50°C estão descritos na Tabela 3.

Para a temperatura de 25°C observou-se que os aditivos que provocaram a coalescência da espuma foram a albumina nas concentrações 5 e 10% e maltodextrina em todas as concentrações estudadas. A importância deste teste reside na determinação de um nível mínimo de agente estabilizante necessário para a produção de espuma de polpa de jenipapo, com estabilidade adequada para o processo de secagem. Para o caso da temperatura de 50°C observa-

se que os mesmos aditivos provocaram a coalescência da espuma, sendo a albumina na concentração 5% e maltodextrina em todas as concentrações estudadas. Observa-se que a estabilidade das espumas de jenipapo a 50°C (temperatura de secagem das espumas) só se diferenciou da a 25°C na espuma de jenipapo a 10 % de albumina.

Tabela 3. Análise da estabilidade das espumas de jenipapo a 25 °C e a 50 °C. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Espumas	Filtrado (g)	
	25 °C	50°C
Emustab® 5%	-	-
Emustab® 10%	-	-
Emustab® 15%	-	-
Emustab® 20%	-	-
albumina 5%	0,37	0,02
albumina 10%	0,05	-
albumina 15%	-	-
albumina 20%	-	-
Superliga® 5%	-	-
Superliga® 10%	-	-
Superliga® 15%	-	-
Superliga® 20%	-	-
maltodextrina 5%	0,52	0,01
maltodextrina 10%	0,38	0,01
maltodextrina 15%	0,04	0,01
maltodextrina 20%	0,018	0,01

Dessa forma, a albumina e a maltodextrina, além de não terem sido efetivas na diminuição da densidade da polpa, caso sejam utilizadas no processo de secagem, podem apresentar coalescência o que pode levar a problemas técnicos como acúmulo de resíduos, entupimentos, contaminações, etc.

4.2.3. Atividade de água (Aw)

Para o Emustab®, não houve efeito da concentração sobre a atividade de água, cujo valor médio foi de 0,9920, isto, provavelmente, se deve ao fato de o Emustab® ter um teor de sólidos solúveis baixo (1,5 °Brix) o que limita sua capacidade de diminuição da atividade de água. Para as espumas feitas com os demais aditivos, a atividade de água diminuiu com o aumento da concentração do aditivo sendo a taxa de decréscimo aproximadamente igual para a albumina e a maltodextrina e mais acentuada para a Superliga® apresentando, portanto, esta uma melhor redução da atividade de água, resultado semelhante foi encontrado por Diniz et al. (2003), em polpa de acerola concentradas, com o aumento da concentração obteve-se uma diminuição da atividade de água. Esses autores comentaram que o teor de sólidos solúveis da albumina (10 °Brix) não foi o que houve maior diminuição da atividade de água e sim da

Superliga ® (8 ° Brix), isso pode ter ocorrido devido ao tamanho da molécula e ao peso molecular que têm relação direta com a capacidade de redução da atividade de água. Portanto embora a Superliga não tenha sido efetiva na diminuição da massa específica da espuma, sua propriedade de redução da atividade de água poderia ser usada, em combinação com outro agente espumante, de forma a se obter redução no tempo de secagem em leito de espuma.

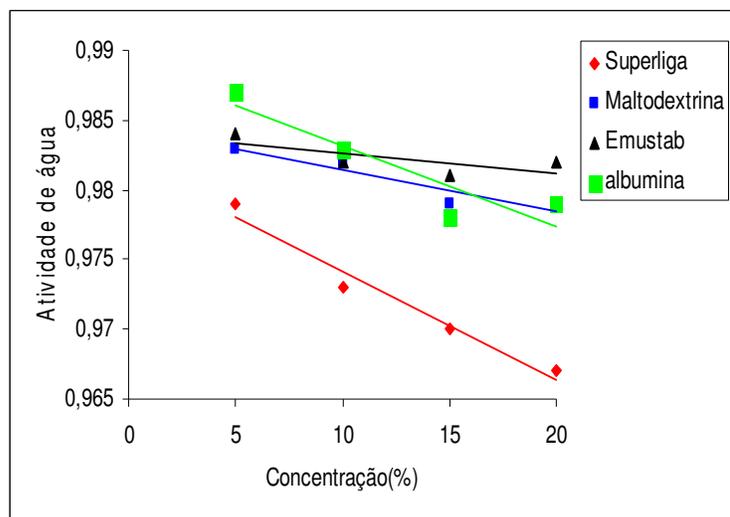


Figura 7. Atividade de água da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise de regressão linear para a relação entre a atividade de água e concentração dos aditivos albumina, maltodextrina e Superliga®. Embora se saiba que, o decréscimo da atividade de água não poderá ser linear em toda sua faixa, para as concentrações estudadas, o modelo linear ajustou-se bem aos dados.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$A_w = a \times C + b$$

Sendo:

A_w = atividade de água;

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Tabela 4. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para atividade de água da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	0,9842	266,09	<0,0001
	Inclinação	-0,0004077	-1,38	0,2256

maltodextrina	Intercepto	0,9835	584,50	<0,0001
	Inclinação	0,00033	-2,69	0,0363
Superliga®	Intercepto	0,9818	374,08	<0,0001
	Inclinação	-0,00074	-3,86	0,0084
Emustab®	Intercepto	0,984	207,79	<0,0001
	Inclinação	-0,00018	-0,52	0,6214

De acordo com a Tabela 4 observamos que os coeficientes ajustados somente para a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, exceto para Superliga® que a inclinação também foi significativa. Este fato indica que o intercepto apresenta pouca contribuição no modelo ajustado.

A inclinação positiva representa que a reta é crescente a negativa indica que a reta é decrescente, sendo que desejamos baixar a atividade de água com adição de aditivos o aditivo que melhor representou o decréscimo com as concentrações estudadas foi à Superliga®.

4.2.4. Cor

4.2.4.1. L*

Na Figura 8 estão apresentados os valores de L* nas espumas de jenipapo.

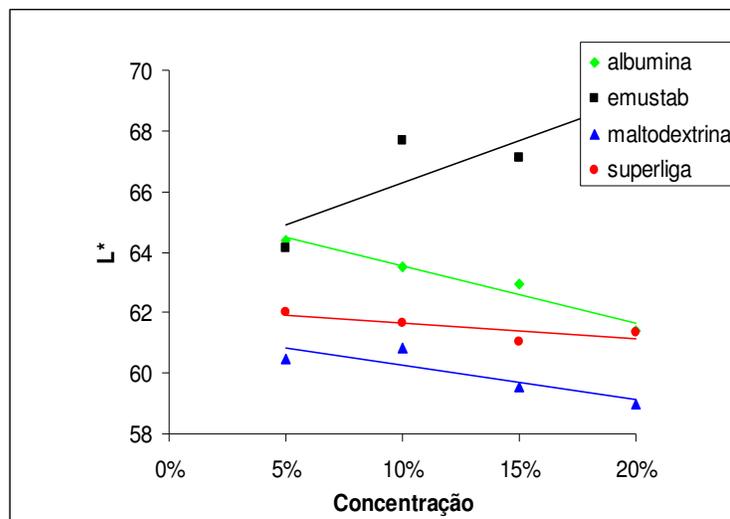


Figura 8. Valores do parâmetro L* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Na Figura 8, observou-se um decréscimo no parâmetro L* nas espumas de jenipapo com o aumento das concentrações de albumina, Superliga® e maltodextrina, com exceção da Emustab® que apresentou um aumento este parâmetro. Quando observado o valor de L* para os

aditivos todos eles apresentam uma luminosidade acima dos encontrados nas espumas de jenipapo, devido à concentração deste ser pequena em relação à polpa de jenipapo. Gurjão (2006) observou o mesmo comportamento para espuma de tamarindo, onde as formulações das espumas tiveram maior valor de L^* que a polpa de tamarindo.

O decréscimo do valor L^* implica no escurecimento da amostra que, possivelmente, pode estar relacionado com o escurecimento enzimático, devido à ação das polifenoloxidasas (PPO) e peroxidases (PDO), que utilizam compostos fenólicos como substratos (ROBARDS et al.(1999), ou escurecimento não-enzimático que ocorre intensamente na presença de açúcares (SOUSA et al. 2003 citado por Gurjão, (2006)). Bezerra et al.(2004), observaram na polpa de bacuri sem tratamento para inibição enzimática a redução do valor de L^* com o escurecimento da polpa.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$L^* = a \times C + b$$

Sendo:

L^* = Luminosidade;

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 5. mostram que somente ajustaram os coeficientes a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$. Esse fato indica que a inclinação apresenta pouca contribuição no modelo ajustado. Os valores de L^* que tiveram uma inclinação positiva são os desejáveis devido ter uma maior luminosidade, e que após a secagem aproxime da cor original da polpa de jenipapo.

Observou-se uma relação inversa com o Emustab® entre os parâmetros L^* e a^* , sendo que o parâmetro a^* teve um decréscimo, podendo ser explicado devido o a^* do Emustab® ser negativo (-1,39) tendendo ao esverdeado e o mais baixo entre os aditivos estudados. Também pode se observar que o parâmetro a^* das espumas diferem bastante do da polpa *in natura* de jenipapo (12,04), tendo todos os aditivos usados um valor de a^* menor do que o encontrado na polpa de jenipapo.

Tabela 5. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-Student para L^* da espuma de jenipapo.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	65,44	170,81	<0,0001
	Inclinação	-0,319	-6,81	0,0209
malto dextrina	Intercepto	61,44	100,61	<0,0001

Superliga®	Inclinação	-0,11	-2,57	0,1239
	Intercepto	62,68	381,81	<0,0001
Emustab®	Inclinação	-0,11	-9,55	0,0108
	Intercepto	63,43	44,96	0,0005
	Inclinação	0,28	2,73	0,11

4.2.4.2. Parâmetro a*

Na Figura 9. estão apresentados os valores médios de a* nas espumas de jenipapo.

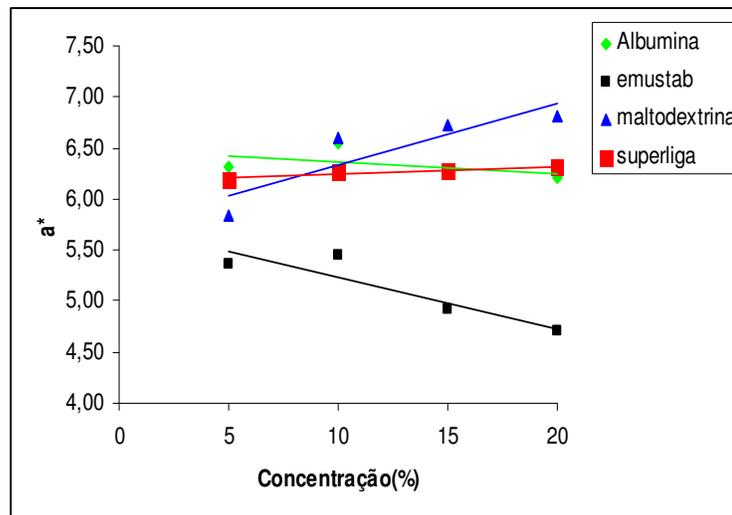


Figura 9. Parâmetro a* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$a^* = a \times C + b$$

Sendo:

a* = Parâmetro a*;

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 6 mostram que os coeficientes ajustados somente para a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, exceto para a Superliga® onde houve significância em todos os coeficientes, isso evidenciam um perfeito ajuste do modelo linear no parâmetro a* para a Superliga®.

Tabela 6. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-Student para a* da espuma de jenipapo.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	0,9842	266,09	<0,0001
	Inclinação	-0,0004077	-1,38	0,2256
maltodextrina	Intercepto	0,9835	584,50	<0,0001
	Inclinação	0,00033	-2,69	0,0363
Superliga®	Intercepto	0,9818	374,08	<0,0001
	Inclinação	-0,00074	-3,86	0,0084
Emustab®	Intercepto	0,984	207,79	<0,0001
	Inclinação	-0,00018	-0,52	0,6214

4.2.4.3. Parâmetro b^*

Pela Figura 10 observou-se um decréscimo no parâmetro b^* com o aumento das concentrações de Emustab®, Superliga® e albumina, com exceção da maltodextrina que teve um aumento deste parâmetro, sendo que todos os valores de b^* estão acima dos valores de b^* dos aditivos, portanto o menor valor de b^* encontrado entre os aditivos foi do Emustab®(-1,73) tendo uma tendência ao azulado.

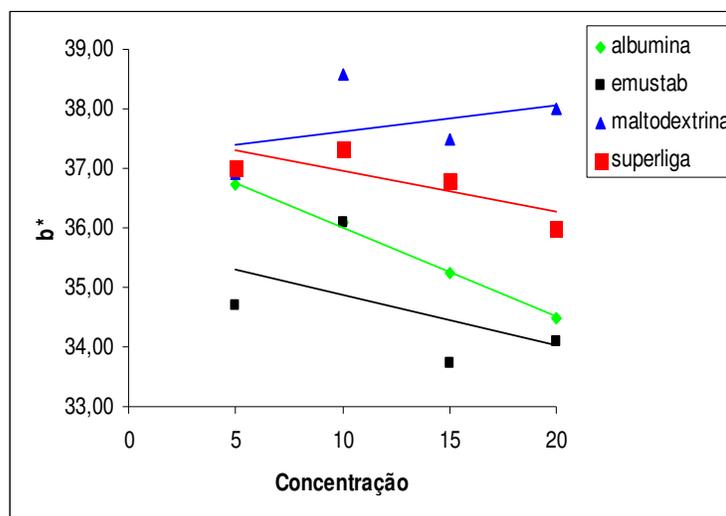


Figura 10. Parâmetro b^* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$b^* = a \times C + b \quad (15)$$

Sendo:

b^* = Parâmetro b^* ;

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 7 mostram que somente os coeficientes ajustados para a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, com exceção da albumina que para o parâmetro b^* teve significância nos coeficientes, evidenciando um ajuste ao modelo linear. Quando a inclinação é negativa o valor de b^* tende a coloração azulada.

Tabela 7. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-Student para b^* da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	37,52	446,73	<0,0001
	Inclinação	-1,15	-24,54	0,0017
maltodextrina	Intercepto	37,18	38,09	0,0007
	Inclinação	0,045	0,62	0,5970
Superliga®	Intercepto	37,65	74,69	0,0002
	Inclinação	-0,06	-1,89	0,1989
Emustab®	Intercepto	35,71	27,07	0,0014
	Inclinação	-0,084	-0,87	0,4748

4.2.4.4. dE^*

Pela Figura 11, detectou-se um decréscimo no parâmetro dE^* com o aumento das concentrações de albumina, Superliga® e maltodextrina, com exceção da Emustab® que teve um aumento deste parâmetro. Este mesmo comportamento foi observado com L^* , isso se deve ao fato do dE^* ser calculado pelos valores da diferença de cor entre os parâmetros L^* , a^* e b^* , sendo que o L^* tem um valor maior em relação aos demais parâmetros de cor .

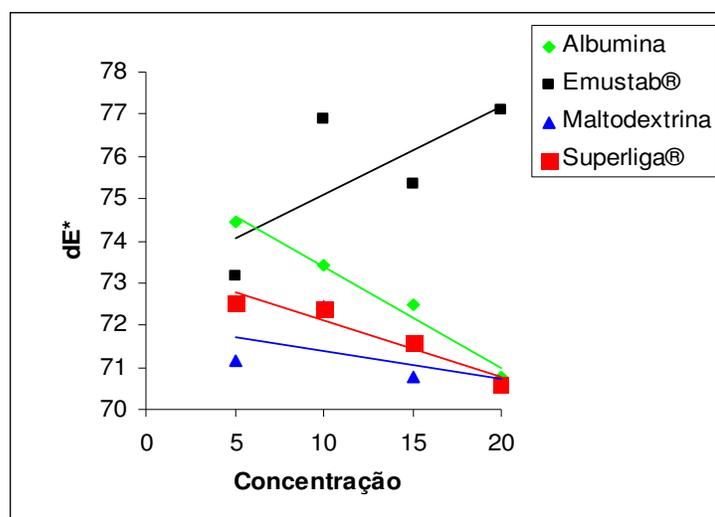


Figura 11. Parâmetro dE^* da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$dE^* = a \times C + b \quad (16)$$

Sendo:

$dE^* = dE^*$;

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 8. mostram que os coeficientes ajustados somente para a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$.

Tabela 8. Análise de significância dos parâmetros por meio do teste t-Student para dE^* da espuma de jenipapo.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	75,78	222,48	<0,0001
	Inclinação	-0,24	-9,66	0,0105
maltodextrina	Intercepto	72,07	67,88	0,0002
	Inclinação	-0,06	-0,88	0,4732
Superliga®	Intercepto	73,43	185,2	<0,0001
	Inclinação	-0,13	-4,57	0,0448
Emustab®	Intercepto	74,03	39,27	0,0006
	Inclinação	0,21	1,52	0,2672

A principal preocupação no processamento de alimentos e a manutenção da qualidade do produto, assim, o aditivo que mais contribuiu para a manutenção da cor do jenipapo foi a maltodextrina em todas suas concentrações, entretanto, a espuma de jenipapo na concentração de 20% de albumina apresentou uma luminosidade apresentada pela polpa de jenipapo. A Superliga® não teve uma diferença significativa com o aumento das concentrações da polpa in natura e o Emustab® teve um acréscimo na luminosidade com aumento da concentração se distanciando da luminosidade da polpa de jenipapo. Para todos os aditivos em todas concentrações estudadas a espuma de jenipapo obteve valores do parâmetro a^* abaixo do encontrado na polpa de jenipapo e os valores encontrados de b^* próximos da polpa de jenipapo.

4.3. Propriedades físico-químicas da espuma de jenipapo

4.3.1. pH

Pela Figura 12, observa-se um aumento do pH na espuma de jenipapo com o aumento da concentração de albumina, para os demais aditivos não houve diferença significativa estatisticamente para a concentração.

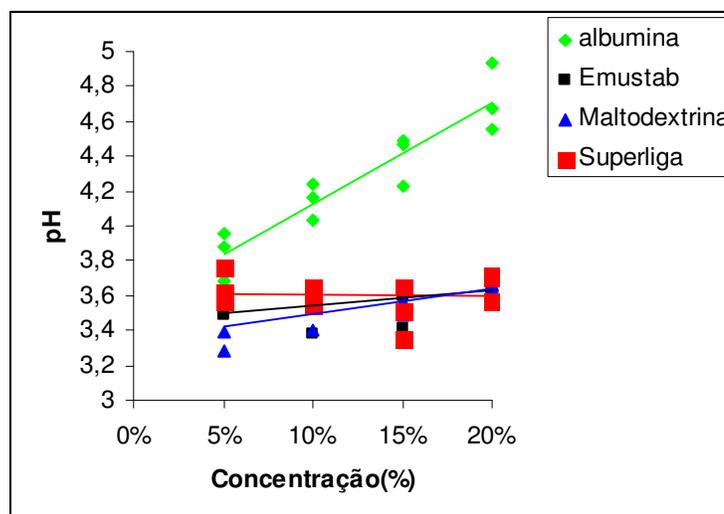


Figura 12. pH da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Para a espuma de jenipapo com Emustab® o valor médio do pH foi 3,57, para a Superliga® 3,60 e para Maltodextrina foi de 3,53. De acordo com o valor encontrado na fruta *in natura* (3,45) podemos observar que a presença dos aditivos não teve uma contribuição significativa no pH do produto, com exceção da espuma de jenipapo com albumina que o valor do pH teve um acréscimo com aumento da concentração do aditivo variando de 3,88 a 4,67. Isso pode ser devido o fato do pH da albumina ser maior que dos outros aditivos.

Os valores encontrados neste trabalho são inferiores ao relatados por Silva et al. (1998) que encontraram 4,41 de pH e acima dos citados por Souza (2007a) que relatou 2,88, está diferença entre os valores de pH pode ter ocorrido devido as variações ambientais, solo. Para a espuma de jenipapo a 5% de maltodextrina encontrou-se um valor de pH abaixo do observado para polpa *in natura* (3,45) verifica-se valor de pH de 3,39. Provavelmente, deve ter havido alguma reação de liberação de ácido, com o uso desse aditivo, efeito este que foi anulado com o aumento da concentração do mesmo, o que também explicaria o fato do aumento de pH para este aditivo ser menor do que o observado para a albumina. Já para a espuma de jenipapo com Superliga observou-se que mesmo essa tendo pH muito maior que o da polpa (8,45 para 3,45) não houve alteração significativa no pH da espuma. É possível que tenha ocorrido, neste caso, o efeito de uma função tamponante sendo que de acordo Fennema (2000) isso ocorre porque essas soluções contêm um componente ácido e um básico em sua constituição.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$pH = aC + b$$

pH= potencial hidrogeniônico

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Em relação ao efeito da concentração sobre o pH da espuma de jenipapo, observou-se um aumento do pH com os aditivos, com exceção da Superliga®.

Os resultados da Tabela 9 mostram que os coeficientes ajustados para a inclinação e intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$. O valor da inclinação e da intercessão que se aproxima do pH original da polpa de jenipapo é a maltodextrina.

Tabela 9. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para pH da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coeficiente	Estatística t	P
maltodextrina	Intercepto	3,345	50,62	<0,0001
	Inclinação	1,507	3,12	0,0108
albumina	Intercepto	3,553	37,08	<0,0001
	Inclinação	5,767	-8,24	<0,0001

4.3.2. Acidez titulável (AT)

Pela Figura 13 pode-se observar a diminuição da acidez com o aumento das concentrações.

Observa-se que a acidez titulável se apresenta maior na espuma do que na polpa, quando submetida à alta temperatura de pasteurização, o que vem a garantir o sabor ácido característico do fruto, este mesmo resultado foi encontrado por Soares et al.(2001), na polpa de acerola.

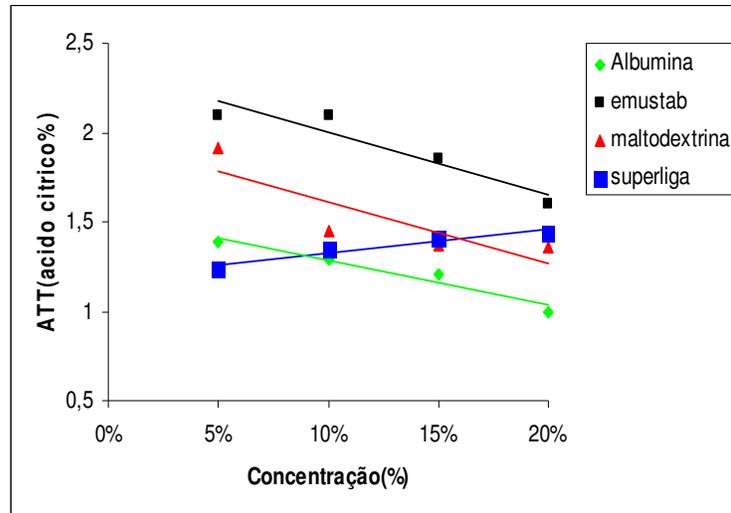


Figura 13. Acidez da espuma de polpa de Jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

De forma semelhante ao pH, ajustou-se um modelo linear, para cada aditivo, relacionando a acidez com a concentração, no formato:

$$ACIDEZ = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 10 mostram que os coeficientes ajustados somente para a intercessão dos aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, com exceção da Superliga® também teve o ajuste da inclinação, que significa que o modelo teve um melhor ajuste, sendo que o objetivo da escolha do aditivo é um que se assemelhe com o valor original da polpa de jenipapo. Então a albumina é a que apresentou valor mais próximo do original.

Tabela 10. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para acidez da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	1,698	11,82	<0,0001
	Inclinação	-2,518	-2,40	0,0220
Emustab®	Intercepto	1,918	9,42	<0,0001
	Inclinação	0,7822	0,53	0,6024
maltodextrina	Intercepto	84,61	-5,17	0,0002
	Inclinação	-0,92	-0,85	0,0004
Superliga®	Intercepto	102,08	-4,65	0,0012
	Inclinação	-1,88	-0,86	0,0023

4.3.3. Umidade

Pela Figura 14 pode se observar redução da umidade nas espumas de jenipapo com a adição dos aditivos, sendo que houve diferença significativa nas concentrações para a albumina, maltodextrina e Superliga®, entretanto não houve diferença significativa estatisticamente para o Emustab®. Portanto a menor umidade obtida nas espumas de jenipapo foi pela Superliga® (74,97 %), sendo também encontrada a menor atividade de água (0,967), o que está de acordo com Diniz et al. (2003) que afirmaram que o aumento da concentração desta aditivo acentua a perda de umidade. Potanto, todos os aditivos apresentaram potencial para redução de umidade sendo que, na concentração de 20% este potencial é aproximadamente o mesmo, com exceção da albumina, cujo potencial foi muito inferior aos demais.

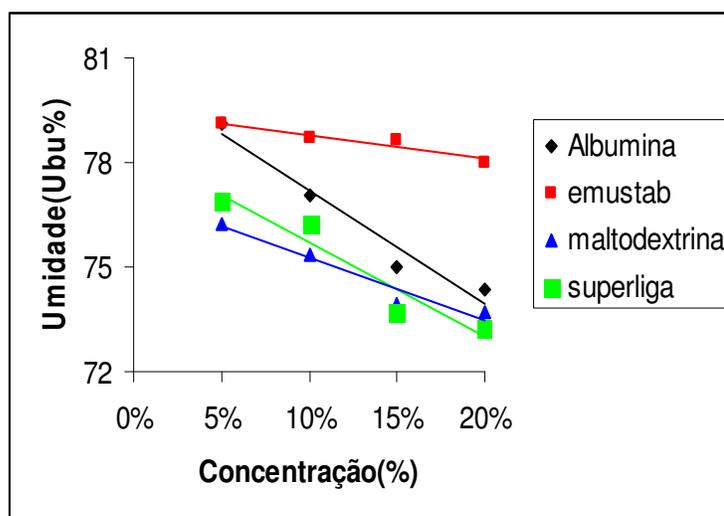


Figura 14. Umidade da polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Com base nos resultados obtidos, procedeu-se a um ajuste por regressão, segundo o modelo linear, dado por:

$$Umidade = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração dos aditivos;

a e b = constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 11 mostram que os coeficientes foram ajustados para a os aditivos albumina e Superliga®, sendo que para o Emustab® e maltodextrina só se ajustaram para a intercessão. Sendo que o objetivo na escolha do aditivo é um que tenha um maior poder

de diminuição da umidade, entre estes estudados foi encontrada a Superliga® , devido à inclinação negativa.

Tabela 11. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para umidade da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	80,47	-8,63	<0,0001
	Inclinação	-1,60	-0,94	<0,0001
Emustab®	Intercepto	80,66	0,24	<0,0001
	Inclinação	-0,30	-0,60	0,6024
maltodextrina	Intercepto	2,01	12,47	<0,0001
	Inclinação	-2,301	-2,03	0,0503
Superliga®	Intercepto	1,64	12,78	<0,0001
	Inclinação	-3,077	-3,28	0,0024

4.3.4. Sólidos solúveis (SS)

Na figura 15 observou-se um acréscimo nos sólidos solúveis com o aumento das concentrações o que já era de se esperar, devido os aditivos terem um valor de °Brix alto, com exceção do Emustab®. Com o aumento da concentração dos aditivos, conseqüentemente, há um aumento do teor de sólidos solúveis nas espumas de jenipapo. De todos os aditivos, o Emustab® foi, portanto, o que promoveu o menor aumento no teor de sólidos solúveis. Este aumento é interessante por que poderá vir provocar melhorias nas propriedades sensoriais do produto final. Além disto, melhora as propriedades nutricionais, em relação á polpa *in natura*.

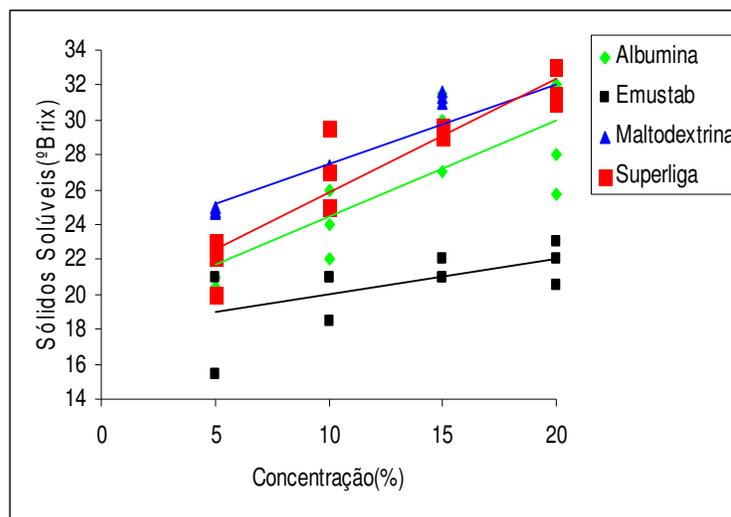


Figura 15. Sólidos solúveis da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Também para os sólidos solúveis foi ajustado um modelo do tipo linear:

$$SS = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração dos aditivos;

a e b= constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 12 mostram que os coeficientes ajustados para os aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, que significa que o modelo teve um bom ajuste, com exceção do Emustab® onde não houve significância para a inclinação. Com a inclinação positiva teremos uma reta crescente, tendo um maior teor de sólidos solúveis que conseqüentemente uma menor umidade e atividade de água, o aditivo que apresentou um maior teor de sólidos solúveis foi à Superliga®.

Tabela 12. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para sólidos solúveis da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	19,04	10,70	<0,0001
	Inclinação	54,47	4,19	0,0018
maltodextrina	Intercepto	22,85	19,52	<0,0001
	Inclinação	45,88	5,37	0,0003
Superliga®	Intercepto	20,75	11,04	<0,0001
	Inclinação	56,45	4,11	0,0021
Emustab®	Intercepto	17,95	15,51	<0,0001
	Inclinação	20,62	2,44	0,0348

4.3.5. Açúcares Redutores e Totais

Pela Figura 16 observa-se que houve um aumento dos açúcares redutores e totais em relação à concentração de aditivos, com exceção da Superliga®, que teve uma redução dos açúcares redutores, sendo que possa ter ocorrido uma reação da Superliga® com um açúcar redutor. Mas pode se observar nos agentes espumantes (albumina e maltodextrina) existe mais açúcares redutores em relação à polpa *in natura* (6,46). Portanto, o aumento deve ter ocorrido devido à presença de açúcares redutores e totais nos aditivos.

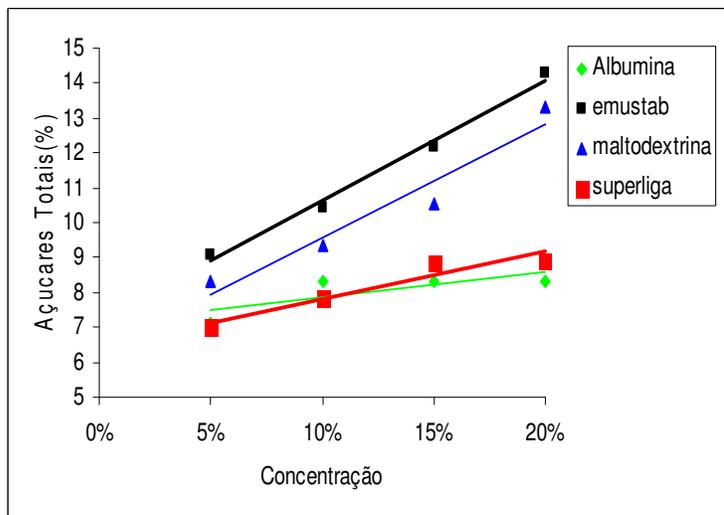
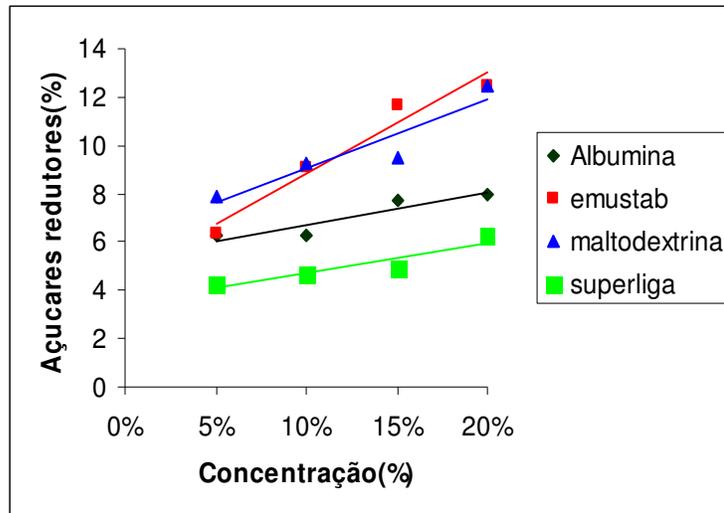


Figura 16. Açúcares Redutores e Totais da espuma de polpa de jenipapo em função dos aditivos e da concentração. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Também para os açúcares redutores e totais foram ajustado um modelo do tipo linear:

$$Açúcares = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração do agente espumante;

a e **b**= constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 13 mostram que os coeficientes ajustados para os aditivos foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, que significa que o modelo teve um bom ajuste, com exceção da Superliga® onde não houve significância para os coeficientes. Com a inclinação positiva teremos uma reta crescente, tendo uma maior quantidade de açúcares redutores. Portanto, a espuma de jenipapo com albumina é a que mais se assemelha com do valor de açúcares redutores da polpa de jenipapo.

Tabela 13. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para açúcares redutores da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	5,97	5,66	<0,0001
	Inclinação	0,70	0,87	0,0002
maltodextrina	Intercepto	0,46	8,9	<0,0001
	Inclinação	1,38	0,94	<0,0001
Superliga®	Intercepto	14,01	11,04	0,0124
	Inclinação	0,61	4,11	0,0248
Emustab®	Intercepto	22,66	1,02	<0,0001
	Inclinação	0,19	0,95	<0,0001

Os resultados da Tabela 14 mostram que os coeficientes ajustados para somente para a maltodextrina foi significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, e para a intercessão da Superliga®. Portanto, para os demais aditivos, não houve significância. Com a inclinação positiva teremos uma reta crescente, tendo um maior quantidade de açúcares totais sendo a albumina e Superliga® que chega mais próxima dos valores originais da polpa de jenipapo.

Tabela 14. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Sudent para açúcares totais da espuma de jenipapo. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	7,53	1,12	0,1429
	Inclinação	0,17	0,34	0,2857
maltodextrina	Intercepto	4,38	7,45	<0,0001
	Inclinação	1,4	0,92	<0,0001
Superliga®	Intercepto	0,066	0,82	<0,0001
	Inclinação	0,79	0,30	0,2174
Emustab®	Intercepto	80,66	0,23	0,0188
	Inclinação	0,30	0,60	0,0377

4.3.6. Sólidos Solúveis X Acidez Titulável

Segundo Machado et al. (2003), a relação SS/ATT deve ser considerada como indicativo da palatabilidade dos frutos. Pela Figura 17 observou-se que houve diminuição de sólidos solúveis com o aumento de acidez titulável, sendo que Widodo et al. (1996) observou um comportamento inverso com a solução de ácido cítrico, observando uma tendência ao aumento de sólidos solúveis com o aumento de acidez titulável. Observou-se uma tendência à linearidade em todas as espumas de jenipapo, o que indica uma boa correlação entre a relação SS/ATT, e verificou que quando maior a concentração dos aditivos menor a relação SS/ATT o que indica uma maior acidez do produto.

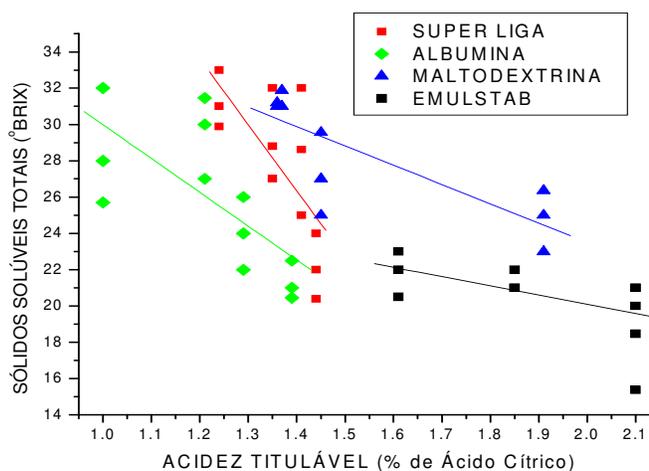


Figura 17. Relação entre a acidez titulável (em % de ácido cítrico) e o teor de sólidos solúveis (°Brix) das espumas de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Também para a relação ATT /SS foi ajustado um modelo do tipo linear:

$$ATT / SS = a \times C + b \quad (22)$$

Sendo:

C = concentração do agente espumante;

a e b= constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 15 evidenciam que todos os coeficientes ajustados foram significativos, isto é apresentam valores de significância $p > 0,01$, que significa que o modelo teve um bom ajuste.

Tabela 15. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para a relação entre a acidez titulável (em % de ácido cítrico) e o teor de sólidos solúveis (°Brix).

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	48,642	5,99497	<0,001
	Inclinação	-18,64854	7,37911	<0,001
maltodextrina	Intercepto	44,81692	3,74367	<0,001
	Inclinação	-10,66256	2,43214	<0,001
Superliga®	Intercepto	77,24823	16,04271	<0,001
	Inclinação	-36,3547	11,7775	<0,001
Emustab®	Intercepto	30,25062	4,72339	<0,001
	Inclinação	-5,07735	2,45271	<0,001

4.3.7. Sólidos Solúveis X Açúcares Redutores e Totais.

Na Figura 18, observou-se que a espuma de jenipapo com Emustab® e Superliga® diminuiu o teor de SS com aumento de açúcares redutores, entretanto, a albumina e maltodextrina tiveram uma relação inversa, aumento dos SS com aumento dos açúcares redutores. Sendo que Widodo et al. (1996) encontraram o mesmo comportamento encontrado na espuma de jenipapo com os aditivos albumina e maltodextrina, o aumento do teor de SS com aumento de açúcares redutores.

Os valores de R^2 encontrado por Widodo et al. (1996) para a relação sólidos solúveis/ açucares redutores e sólidos solúveis/ açúcares totais no suco de laranja foi de 0,625, e 0,683, respectivamente, sendo considerado baixa correlação, portanto para as espumas de jenipapo os valores de R^2 com exceção para a relação sólidos solúveis/açúcares redutores da espuma de jenipapo com albumina(0,712) foram abaixo dos encontrados por este autor, mostrando uma baixa correlação entre SS/AR ou SS/AT e quando maior a relação SS/AR, maior a possibilidade de ocorrer à reação de Maillard também chamada de escurecimento não enzimático que é considerada um importante fator de deterioração dos alimentos durante a estocagem, principalmente em elevadas temperaturas de secagem.(SARANTÓPOULPS et al., 2001). Também é importante ressaltar que o açúcar predominante no jenipapo é o açúcar não-redutor, isso explica a baixa correlação entre a relação açúcares redutores e sólidos solúveis. Ainda existem poucos trabalhos, na literatura, que mostram essa relação de SS/AR ou SS/AT.

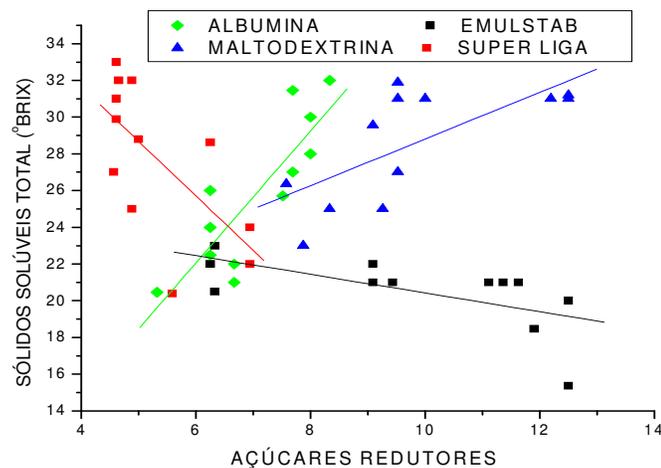


Figura 18. Relação sólidos solúveis/açúcares redutores da espuma de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Também para a relação AR /SS foram ajustado um modelo do tipo linear:

$$AR / SS = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração do agente espumante;

a e **b**= constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 16 evidenciam que os coeficientes foram ajustados para Emustab® e maltodextrina, sendo que para a albumina só se ajustou à inclinação e para a Superliga® só se ajustou a intercessão.

Tabela 16. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para a relação entre os açúcares redutores e o teor de sólidos solúveis (°Brix). UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	0,51402	5,07051	26,78
	Inclinação	3,59126	0,71311	<0,001
maltodextrina	Intercepto	16,10077	4,09505	<0,001
	Inclinação	1,27047	0,41113	<0,001
Superliga®	Intercepto	43,51956	5,82452	<0,001
	Inclinação	-2,96841	1,08548	18,32
Emustab®	Intercepto	25,5113	2,02521	<0,001
	Inclinação	-0,50885	0,20123	<0,001

Na Figura 19 observou que as espumas de jenipapo de albumina e maltodextrina tiveram um aumento dos SS com o aumento dos açúcares totais e verificou-se que o Emustab® teve um decaimento, este mesmo comportamento foi observado na relação SS e açúcares redutores.

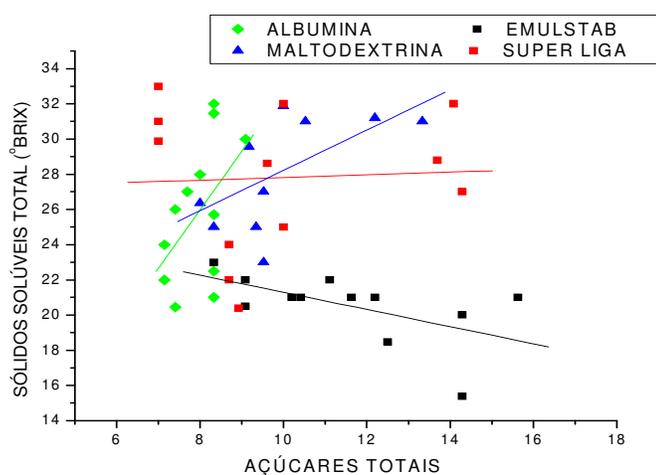


Figura 19. Relação entre os açúcares totais e o teor de sólidos solúveis (°Brix) das espumas de albumina, Emustab®, maltodextrina e Superliga®. UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Também para a relação AT /SS foram ajustado um modelo do tipo linear:

$$AT / SS = a \times C + b$$

Sendo:

C = concentração do agente espumante;

a e b= constantes obtidas por análise de regressão.

Os resultados da Tabela 17. mostram que os coeficientes foram ajustados para Emustab® e maltodextrina, sendo que para a albumina só se ajustou a inclinação e para a Superliga® só se ajustou a intercessão, este mesmo comportamento foi observado para os açúcares redutores.

Tabela 17. Análise de significância dos coeficientes por meio do teste t-Student para a relação entre os açúcares totais e o teor de sólidos solúveis (°Brix). UESB, Itapetinga-BA, maio, 2008.

Aditivos	Termo	Coefficiente	Estatística t	P
albumina	Intercepto	-0,66654	14,41529	20,54
	Inclinação	3,32943	1,80566	<0,001
maltodextrina	Intercepto	26,16364	2,6091	<0,001
	Inclinação	-0,48739	0,22161	<0,001
Superliga®	Intercepto	27,05167	4,97992	<0,001
	Inclinação	0,07605	0,48589	18,32
Emustab®	Intercepto	16,77353	4,37763	<0,001
	Inclinação	1,14457	0,41862	<0,001

4.3.8. Vitamina C

Os resultados da vitamina C estão descritos na Tabela 18.

Tabela 18. Valores médios de teor de Vitamina C.

	Teor de vitamina C(mg/100g)
Jenipapo <i>in natura</i>	2,28
Albumina	*
Emustab®	*
Maltodextrina	*
Superliga®	*
Emustab® 5%	2,28
Emustab® 10%	2,28
Emustab® 15%	2,28
Emustab® 20%	2,28
Albumina 5%	2,28
Albumina 10%	2,28
Albumina 15%	2,28
Albumina 20%	2,28

Superliga® 5%	2,28
Superliga® 10%	2,28
Superliga® 15%	2,28
Superliga® 20%	2,28
Maltodextrina 5%	1,41
Maltodextrina 10%	1,41
Maltodextrina 15%	1,41
Maltodextrina 20%	1,41

*valores considerados insignificantes por serem inferiores a 0,01 mg/100g

O teor de vitamina C encontrado no jenipapo *in natura* foi de 2,28 mg vitC/100g, não houve variação da vitamina com a adição de aditivos, com exceção da maltodextrina sendo que, neste caso, ocorreu uma redução da vitamina C, isto pode ter ocorrido devido a maltodextrina ter reagido com o jenipapo, alguns dos fatores que elevam as perdas de vitamina C estão presente durante o armazenamento, pré-preparo, alterações de pH, presença de íons metálicos, exposição ao oxigênio, a temperaturas elevadas. Para uma resposta mais concreta serão necessários estudos posteriores.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na caracterização físico-química e química da polpa de jenipapo apresentam-se nos padrões desejáveis para a produção de produtos agroindustrializados ainda que não exista o Padrão de Identidade e Qualidade para esta polpa, definido pelo Ministério da Agricultura Pecuário e Abastecimento-MAPA.

Para estabilidade das espumas de jenipapo a 25 °C e a 50 °C, pode-se concluir que os aditivos que mantêm essa estabilidade são o Emustab® e maltodextrina em todas suas concentrações estudadas.

Para a massa específica da espuma o aditivo que fornece o menor valor é o Emustab®, que com o aumento da sua concentração, nos valores estudados, diminui a massa específica da espuma de jenipapo.

Em relação à umidade e atividade da água pode-se concluir que a Superliga é o aditivo que proporciona maior redução desta.

A espuma de jenipapo que apresenta a menor alteração na cor em relação a polpa *in natura*, nas concentrações estudadas, é a feita com a maltodextrina.

O valor de pH nas espumas de jenipapo só apresenta aumento significativo com o uso da albumina.

Todos os aditivos provocam, nas concentrações usadas levam a aumento da acidez titulável em relação à polpa *in natura*, sendo que este aumento depende do aditivo usado. Da forma semelhante, todos os aditivos levam a um aumento do teor de sólidos solúveis e dos açúcares redutores, neste último caso, com exceção da Superliga®. Estes aumentos dependem do tipo de aditivo.

Entre os aditivos usados, a maltodextrina foi a única a apresentar efeito na redução da vitamina C, devendo ser evitado seu uso, quando se pretende preservar este componente.

Como a massa específica e a estabilidade da espuma são as características mais relevantes para uma posterior secagem pelo método foam-mat, o Emustab® é o aditivo que, nas concentrações usadas, se apresenta como o melhor para o uso neste tipo de desidratação.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S. A. C.; METRI, J. C.; BARROS NETO, B.; GUERRA, N. B. Desidratação osmótica de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n. 2, p. 276-281, 2003.
- ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; ARRUDA, P. C. A.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.06, n.02, p.58-65, 2006.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**, Williams, S. (Ed.) 14 Ed. Arlington, 1984. 1141p.
- ASTOLFI-FILHO, Z.; SOUZA, A. C.; REIPERT, É. C. D.; TELIS, V. R. N. Encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 795-801, 2005.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BARROS, R. C. **Jenipapo**. F flor. n.4, v.18, p.1-3,1970.
- BASTOS, D. da S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAÚJO, K. G. de L.; VERRUMABERNARDI, M. R. Desidratação da Polpa de Manga Tommy Atkins Utilizando a Técnica de- Avaliações Químicas, Físico-químicas e Sensoriais Foam Mat Drying. **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.4, p. 283-290, out./dez. 2005
- BAPTISTA, R. F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da variação de temperatura de armazenamento**, Dissertação de mestrado em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 99p., 2002.
- BERRY, R. E.; WAGNER JR., C. J.; BISSET, O. W.; VELDHUIS, M. K. Preparation of instant orange juice by foam-mat drying. **Jornal of Food Science**. v. 37, p.803-805, 1972.
- BENASSI JÚNIOR, M. **Avaliação da influência do grau de maturação do fruto cítrico na composição química e sensorial de refrigerantes, refrescos, e energéticos à base de suco de laranja**. Tese de doutorado em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 233p., 2005.
- BEZZERRA, G. A. S.; MAIA, G. A.; FIQUEIREDO, R. W.; GOMES, A. M. M.; SOUZA FILHO, M. S. M. Influência da redução da atividade de água, adição de conservantes e branqueamento na preservação da polpa de bacuri por métodos combinados. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n. 2, p.217-232, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000. Aprova regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas (Anexo 1). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, p. 54-58, Brasília, 10 de janeiro de 2000.
- BROCK, J. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.3, , 2008, p.564-570.
- CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, P. I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.1, p.121-132, 2004.

- CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 165 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.
- DANTAS JÚNIOR, E. E. Determinação e elaboração de modelos de predição da massa específica da manga espada. **Revista Educação Agrícola Superior-Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior- ABEAS** - v.22, n.1,p.39-42, 2007.
- DESAI, J. D.; DESAI, A. J. **Em Biosurfactants: production, properties, applications**; Kosaric, N., ed.; Marcel Decker: New York, cap. 3, 1993.
- DINIZ, E.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Atividade de água e condutividade elétrica de polpas de acerola concentradas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, n.1, p.9-17, 2003.
- ELIZALDE, B.E.; PILOSOFF, A.M.R.; BARTHOLOMAI,G.B. Prediction of emulsion instability from emulsion composition and physicochemical properties of proteins. **Journal of Food Science**, v.56, n.1, p.116-1, 1991.
- EL-AOUAR, A. A. MURR Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubo de mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 69-75, 2003.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. Ed. Atheneu, São Paulo, 652 p., 2005.
- FELLOWS, P. **Tecnologia del processado de los alimentos: principios y prácticas**. Zaragoza, Espanha: Editorial Acribia, 2000.
- FENNEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. Ed. Acribia, 2ª edição, Zaragoza(Espana), 2000,1258 p..
- FERREIRA NETO C. J.; FIGUEIREDO R.M.F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.04, p.795-802, 2005.
- FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; MONTEIRO, J. C. Características físicas e químicas do jenipapo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.4, p.421-428, 1986.
- FRANCIS, J. K. **Genipa americana L. Jagua, genipa**. New Orleans,L.A: US.Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest experiment Stantion, 5p. 1993. Disponível em:<<http://fs.fed.us/global/iitf/Genipaamericana.pdf>>. Acesso em 20/09/2008.
- FRANCIS, F. J. **Encyclopedia of Food Science and Technology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. v. 1, 2000, 2907 p.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.
- 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.

- GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.73-80, 2003.
- GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 8.ed. São Paulo: Nobel, p.278-281, 1982.
- GUINÉ, R. P. F. Análise das características químicas e físicas de pêras secadas. **Revista Educação, Ciência e Tecnologia**, Visau, p.213-221, 2000.
- GURJÃO, K.C.V.; **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de Tamarindo**. 2006, 165p. Tese (Doutorado-em Agromomia)-Faculdade Federal da Paraíba, Areia PB, 2006.
- HANSEN, D.S. et al. **Pré-melhoramento do jenipapeiro no recôncavo baiano** IN: Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 12 a 17 de Outubro de 2008 - Centro de Convenções – Vitória/ES.
- HARRIS, D. C. Medida do pH com um eletrodo de vidro. In: **Análise Química Quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, cap. 15-5, p. 312-319, 2005.
- HOBSON, G. E.; GRIESON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London., Cap.13, p.405-442,1993.
- IAL – NORMAS ANALITICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo. O Instituto. V.I. 1985.
- IGOE, R. **Dictionary of Food Ingredients**. New York, 1983.
- KAMEL, B. S. Emulsifiers., **Journal food additive user's handbook**. London:Blackie, , p. 169-201, 1997.
- KARIM, A. A.; WAI, C. C. Foam-mat drying of starfruit (Averrhoa carambola L.) puree. Stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v.64, p. 337-343,1998.
- KLUGE, R. A.; NATCHTICAL, J. C.; FACHINELO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós –colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Editora UFPel, 163p., 2002.
- LIMA, Í. J. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Propriedades termofísicas da polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Especial, n.1, p.31-42, 2003
- LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 193p., 2005.
- LORIENT, D.; LINDEN, G. **Bioquímica agroindustrial**. Zaragoza: Acribia, 454p., 1996.
- LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in Concentrated Fruit Pulp During Heating at High Temperatures. **Journal of Food Engineering**. v.31., p 365-367, 1997.
- MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara – Bahia. **Magistra, Cruz das Almas - BA**, v. 15, n. 2, 2003.

- MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) Variedade *tommy atkins* desidratada**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 94 p., 2006.
- MATA, M. E. R. C.; BRAGA, M. E. D, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.25, n.2, p.488-498, 2005.
- MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*spondias lutea* l.) e umbu (*spondias tuberosa*, arruda câmara)**. Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 239p., 2005.
- MCPHERSON, A. E.; SEIB, P. A. Preparation and properties of wheat and corn starch maltodextrins with a low dextrose equivalent. **Cereal Chemistry**, v.74, n.4, p.424-430, 1997.
- MELONI, P. L. S. Desidratação de frutas e hortaliças. **Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal**, Fortaleza, 2003, 87 p.
- MOTA, R. V. Avaliação da qualidade de banana passa elaborada a partir de seis cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p. 560-563, 2005.
- NITSCHKE, M & PASTORE, G. M. **Biosurfactantes: Propriedades e aplicações**. Química Nova. Vol25, nº- 5,772.776,2002.
- REMACHA, J. E.; IBRARZ, A.; GINER, J. Evolución del color, por efecto de la temperatura, em pulpas de frutas. **Revista Alimentaria**, v.04, p. 59-68,1992.
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v.66, n. 4, p.401-436, 1999.
- SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. A.; CARVALHO Jr., B. C. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 14-19,2001.
- SALVAGNINI, W. <http://www.hottopos.com.br/regeq3/densidad.htm>, acessado em 25 de setembro
- SANTOS, R.O.S. **caracterização de jenipapo em Cruz das almas-BA**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), 65 p., 2001.
- SANKAT, C.K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. **Food Science and Technology**, v.37, n.1, p. 517-525, 2003.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 215p.
- SATO, G. S. Panorama da Viticultura no Brasil. **Informações Econômicas**, v.30, n.11, nov. p:53-61, 2000.
- SILVA, A. P.; LIMA, C. L. C.; VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. **Science agrícola**, v. 55, n. 1, p. 29-34, 1998.

- SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. **Introducción a la Ingeniería de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1998, 194p.
- SHAW, **Introdução à Química dos Colóides e de Superfícies**, Editora Edgard Blücher Ltda, 1975.
- SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA Jr., A. S.; FILHO, M. de S. de. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.) pelo processo foam-mat. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 21, n. 2, p.164-170, 2001.
- SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)**. Dissertação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, 2007a.
- SOUZA, T. S. **Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos**. Dissertação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2007b.
- PAUL, R. **The Australian & New Zealand Grapegrower and Winemaker**. N..473a, p.127, 2003.
- PERINA, V. C. & SILVA, M. A. Alterações macro e microscópicas de maçã durante a secagem. **VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, p.1-6, 2005.
- PINHEIRO, G. S. **Propriedades físicas, termofísicas e físico-químicas de purê de banana adicionado de açúcar**. Tese de doutorado em Ciências do Alimentos, UFLA. Lavras-MG, 152p., 2004.
- THUWAPANICHAYANAN, R.; PRACHAYAWARAKORN, S.; SOMCHART, S. Drying characteristics and quality of banana foam mat. **Journal of Food Engineering**, v.86, 573–583p., 2007.
- TORRES, L. B. V.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização química de carambolas produzidas em região semi-árida do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.43-54, 2003.
- TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SIQUEIRA, E. T. F. **Desidratação de frutas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 40p.
- UBOLDI, M. **Desidratação por camada de espuma (foam-mat) de suco de tomate**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 32 p., 1971.
- VERNON-CARTER, E.J.; ESPINOSA-PAREDES, G.; BERISTAIN, C.I.; ROMERO-TEHUITZIL, H.R. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. **Food Research international**, v.34, n.1, p. 587-598, 2001.
- WIDODO, S. E.; SHIRAISHI, M.; SHIRAISHI, S. On the Interpretation of "Brix Value for the Juice of Acid Citrus. **J. Sci. Food Agric.** v.71, p.537-540, 1996.
- WONG, S.W.S. **Química de los alimentos: mecanismos y teoría**. Zaragoza: Acribia, 475p., 1995.

Brasileira de equipamentos BRASEQ <http://www.braseq.com.br/> acessado em 05/01/2009.

HUNTERLAB <http://www.hunterlab.com>, acessado em 05/01/2009.

Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - <http://www.sbrt.ibict.br>, acessado em 09/05/2008.