



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

ELIBE SILVA SOUZA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE ESPUMAS OBTIDAS A PARTIR DE
POLPAS DE ABACAXI E UMBU**

CAMPINA GRANDE

2016

ELIBE SILVA SOUZA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE ESPUMAS OBTIDAS A PARTIR DE
POLPAS DE ABACAXI E UMBU**

Trabalho de conclusão de Curso em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como pré-requisito para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

**CAMPINA GRANDE
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S729a Souza, Elibe Silva.

Avaliação da estabilidade de espumas obtidas a partir de polpas de abacaxi e umbu [manuscrito] / Elibe Silva Souza. - 2016.

47 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Pablícia Oliveira Galdino, Departamento de Química".

1. Secagem. 2. Foam-mat. 3. Umbu. 4. Abacaxi. 5. Estabilidade. I. Título.

21. ed. CDD 664

ELIBE SILVA SOUZA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE ESPUMAS
OBTIDAS A PARTIR DE POLPAS DE ABACAXI E UMBU**

Trabalho de conclusão de Curso em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como pré-requisito para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

APROVADO EM 20/10/16.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino - Orientadora
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Angela Maria Santiago
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

CAMPINA GRANDE - PB
2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pois sem ele eu nada sou. Sou grata à Deus, meu mestre, autor da minha vida que em toda minha caminhada permitiu que tudo isso acontecesse, me capacitando e dando forças ao longo dessa trajetória e assim demonstrando seu amor infinito.

Agradeço à minha mãe Maria da Paz, meu maior exemplo de vida e superação que apesar das adversidades sempre me ajudou e apoiou em tudo. Aos meus familiares, minhas irmãs Elilde, Ewellyn e Elaine pela paciência e compreensão principalmente nas horas de estresses estudando para as provas. Ao meu sobrinho (Davi Luiz) que tanto amo, aos meus tios, tias, avó e primos que sempre estiveram presentes, ainda que à distância.

Ao meu companheiro Emanuel Itaquê, por todo amor, carinho, paciência e compreensão que tem me dedicado, mesmo as vezes estando longe, saiba que te amo. Obrigada pela tua alegria, tua atenção, tuas vibrações com as minhas conquistas e teu ombro em cada momento difícil que você me ajudou a atravessar. Você foi o melhor presente e professor que ganhei desde o início deste curso. Sem você, essa conquista não seria a mesma. Agradeço também, especialmente aos meus sogros “Seu Fernando e Dona Tita” pelos conselhos e puxões de orelha.

À minha orientadora, professora Dra. Pablícia Galdino pela paciência, atenção que me foi dada, pelo suporte e correções no pouco tempo que lhe coube; aceitou de última hora e dedicou seu valioso tempo para me orientar.

Ao professor Dr. Marcello Maia de Almeida, pela orientação, apoio e confiança.

Às Professoras Dras. Ângela Maria Santiago e Márcia Ramos Luiz pelo apoio na banca examinadora, assim como pelos conselhos e conhecimentos adquiridos durante o curso.

Aos meus colegas de curso, Raquel, Fellype, Sabrina, Fernanda, Ana Paula, Katharina, Rayssa e Joandson, aprendi muito com cada um de vocês e construí laços eternos. Obrigada por todos os momentos de estudos, de brincadeiras e principalmente de churrasqueiros (risos). Encontrei em cada um de vocês verdadeiros irmãos. Obrigada pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

À minha amiga Simone Iris pelo apoio e cumplicidade mesmo distante, sempre presente em minha vida.

Obrigada à todos que direta ou indiretamente, mesmo não citados aqui, contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso e formação do ser humano que hoje sou.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

RESUMO

O Brasil é um país que possui grande potencial e variabilidade de espécies frutíferas para estudos e desenvolvimento de tecnologias. Abordando o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) e do umbu (*Spondias Tuberosa* L), é de grande importância levar em consideração os estudos de tecnologias com ambos, por se tratarem de frutos de grande disponibilidade, saborosos, odorosos, ricos em vitaminas, proteínas e sais minerais. Avalia-se que o crescimento do consumo e comercialização de polpa de frutas aumentam significativamente a cada ano. A grande abundância do cultivo de frutas, ocasiona grande desperdício devido à perecibilidade dos frutos, levando à aplicação de técnicas de conservação, como a secagem. Produtos em pó *in natura* são cada vez mais utilizados por aumentarem a vida útil do alimento, diminuírem custos com embalagens, transporte, armazenamento e conservação. A secagem pelo método *foam-mat*, consiste na transformação do suco ou da polpa em espuma estável através de aditivos, desidratação do material em camada fina até massa constante e desintegração da massa seca em escamas e, posteriormente, em pó. Neste trabalho, estudou-se a estabilidade de espumas de polpas de abacaxi e umbu utilizando planejamentos fatoriais, em temperatura ambiente. As variáveis de entrada foram: massas das polpas (abacaxi e umbu) e massas dos aditivos (hortelã, albumina, gelatina e *Agar-agar*). As variáveis respostas foram: umidade em base úmida, pH, massa específica, expansão, tempo de queda da primeira gota, estabilidade e fração de volume drenado. A polpa de abacaxi com aditivos albumina e hortelã, permitiu melhor expansão das espumas formuladas e massas específicas dentro de uma faixa favorável a secagem, não sendo suficiente para uma boa estabilidade da espuma. O uso do aditivo *Agar-agar* como estabilizante para formular as espumas da polpa do umbu com massa de albumina fixa, não se mostrou satisfatório, uma vez que para variáveis importantes ao processo como expansão e tempo de desprendimento do líquido, não apresentou significância além de apresentar uma má qualidade de ajuste. Contudo, para a polpa de umbu com aditivos albumina e gelatina, foram obtidas formulações com melhores resultados estatisticamente significativos, com qualidade de ajuste do modelo aceitável em ambas as variáveis, principalmente quando utiliza-se altas concentrações de albumina e pequenas concentrações de gelatina, levando a pressupor o uso destes aditivos como agente espessante e estabilizante. Desta forma ao utilizar-se pequenas quantidades de gelatina, melhora-se a estabilidade da espuma e ao mesmo tempo contribuindo para a secagem da espuma, já que o comportamento da gelatina de formar película influencia na secagem viabilizando redução de custos no processo final do produto. Recomenda-se estudos de estabilidade de espumas com estes aditivos em temperaturas semelhantes às de secagem.

Palavras-chave: *foam-mat*, umbu, abacaxi, estabilidade

ABSTRACT

Brazil is a country with great potential and variability of fruit species for research and development of technologies. Addressing the pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and umbu (*Spondias tuberosa* L), is of great importance to take into account the study of technologies with both, because they are fruits of high availability, tasty, odorous, rich in vitamins, proteins and minerals. It is estimated that the growth of consumption and marketing of fruit pulp significantly increase every year. The great abundance of fruit cultivation, causes great waste due to the perishability of the fruit, leading to the implementation of conservation techniques such as drying. Powders in nature are increasingly used for increasing the shelf life of food, decreasing cost of packaging, transportation, storage and preservation. The foam-mat method drying consists in processing juice or pulp stable foam by additives, dehydrating the thin layer material until constant weight and disintegration of the dry mass scale and subsequently powdered. In this work, the stability of pineapple pulp foams and umbu using factorial designs at room temperature. The input variables were: masses of pulps (pineapple and umbu) and masses of additives (mint, albumin, gelatin and agar-agar). The variables were: moisture on a wet basis, pH, density, expansion, fall time of the first drop, stability and drained volume fraction. The pineapple pulp with additives albumin and mint, allowed better expansion of foams formulated and densities within a favorable range drying is not sufficient for a good foam stability. The use of the additive agar-agar as a stabilizer to make the foams of umbu pulp at fixed albumin mass proved unsatisfactory, since for important variables in the process such as expansion and fluid release time, showed no significance beyond present a poor adjustment. However, for the pulp umbu with additives albumin and gelatin, the formulations were obtained with better statistically significant results, with adjustment of quality acceptable model for both variables, especially when used high albumin concentrations and low concentrations of gelatin, taking to assume the use of these additives as a thickener and stabilizer. Thus when using small amounts of gelatin, improves the stability of the foam and at the same time contributing to the drying of the foam, since the behavior of the gelatin film forming influence on drying enabling cost reduction in the final product process. It is recommended foam stability studies with these additives at temperatures similar to drying.

Keyword: *foam-mat*, umbu, pineapple, stability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Abacaxi do tipo Pérola.....	13
Figura 2 - Umbu <i>Spondias Tuberosa L</i>	15
Figura 3 - Hortelã da folha miúda	17
Figura 4- Diagrama de blocos experimental da obtenção e avaliação da espuma	24
Figura 5 - Imagem do procedimento de provetas para determinar a estabilidade da espuma..	28
Figura 6 - Espumas da polpa de abacaxi	30
Figura 7 - Espumas da polpa de umbu	30
Figura 8 - Curvas cinética de estabilidade - polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	35
Figura 9 - Diagrama de Pareto - ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3 ...	36
Figura 10 - Diagrama de Pareto - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	36
Figura 11 - Diagrama de Pareto - T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	36
Figura 12 - Diagrama de Pareto - ε para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	36
Figura 13 - Diagrama de Pareto - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	36
Figura 14 - Preditos x Observados - ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3 .	37
Figura 15 - Preditos x Observados - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	37
Figura 16 - Preditos x Observados - T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3 .	37
Figura 17 - Preditos x Observados - ε para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	37
Figura 18 - Preditos x Observados - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	37
Figura 19 - Diagrama de Pareto - ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2 ..	39
Figura 20 - Diagrama de Pareto - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	39
Figura 21 - Diagrama de Pareto - ε para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	39
Figura 22 - Preditos x Observados - ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2 .	40
Figura 23 - Preditos x Observados - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	40
Figura 24 - Preditos x Observados - T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	40
Figura 25 - Preditos x Observados - ε para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	40
Figura 26 - Preditos x Observados - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição físico-química do abacaxi da variedade Pérola	14
Tabela 2 - Valores dos principais nutrientes do Umbu Spondias Tuberosa L.	16
Tabela 3 - Aditivos e suas funções nos alimentos.	19
Tabela 4 - Matriz de planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de abacaxi	25
Tabela 5 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de umbu	26
Tabela 6 - Matriz de planejamento fatorial 2^2 com duas repetições no ponto central para polpa de umbu	26
Tabela 7 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de abacaxi para os ensaios na $T \cong 25^\circ \text{C}$	31
Tabela 8 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de umbu para os ensaios na $T \cong 25^\circ \text{C}$	32
Tabela 9 - Matriz de planejamento fatorial 2^2 com duas repetições no ponto central para polpa de umbu para os ensaios na $T \cong 25^\circ \text{C}$	33
Tabela 10 - Anova análise de regressão para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3	38

LISTA DE SÍMBOLOS

T - Toneladas

β - Expansão da espuma

ρ_{polpa} - Massa específica da

ρ_{espuma} - Massa específica da espuma

pH - Potencial hidrogeniônico

U(b.u) - Umidade em base úmida

ε - Estabilidade

θ - Fração de volume drenado

T_{qpg} - Tempo de queda da primeira gota

M_g - Massa de gelatina

M_a - Massa de albumina

M_p - Massa de polpa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ABACAXI (<i>Ananas comosus L. Merrill</i>)	13
2.2 UMBU (<i>Spondias Tuberosa L.</i>)	14
2.3 HORTELÃ DA FOLHA MIÚDA (<i>Mentha piperita L.</i>)	17
2.4 ANTIOXIDANTES	17
2.5 ESTABILIDADE DA ESPUMA	18
2.5.1 Aditivos alimentares	18
2.5.2 Aditivos espessantes e estabilizantes	19
2.5.3 Gelatina	20
2.5.4 Agar- Agar	21
2.5.5 Aditivos flavorizantes e antioxidantes	21
2.6 ESTADO DA ARTE	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 RECEPÇÃO E HIGIENIZAÇÃO DAS FRUTAS	24
3.2 PREPARAÇÃO DA POLPA	24
3.3 FORMULAÇÃO DAS ESPUMAS	25
3.4 CARACTERIZAÇÃO	27
3.4.1 Massas específicas das polpas e das espumas e expansão das espumas	27
3.4.2 pH	27
3.4.3 Umidade em base úmida (b.u)	28
3.5 ESTABILIDADE DAS ESPUMAS (ϵ)	28
3.6 CINÉTICA DE ESTABILIDADE	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 CINÉTICA DE ESTABILIDADE	34
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
4.2.1 Polpa de umbu: Planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central	35
4.2.2 Polpa de umbu: Planejamento fatorial 2^2 com duas repetições no ponto central	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A procura ao consumo de alimentos naturais e hábitos alimentares mais saudáveis, intensificam o estudo de tecnologias alternativas para obtenção de produtos *in natura*, menos industrializados a base ou sabor de frutas.

No Brasil, o cultivo de frutas é um seguimento de grande potencial e por ser localizado em zonas tropical e temperada, é propício a produzir variabilidade de espécies frutíferas para estudos e desenvolvimento de tecnologias. Segundo a FAO (2004) do total da produção anual estima-se que 14% (cerca de 5 milhões de toneladas) seja constituída por frutas tropicais pouco exploradas economicamente, tais como: goiaba, melancia, mamão, abacaxi, entre outras frutas.

Abordando o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) e do umbu (*Spondias Tuberosa* L), ambos são frutos saborosos, odorosos, ricos em vitaminas, proteínas e sais minerais. O abacaxi é cultivado em regiões de climas tropical e subtropical, já o umbuzeiro é típico da caatinga e adapta-se em condições climáticas desfavoráveis, sua raiz na estiagem é utilizada como alimento.

A grande abundância do cultivo de frutas, ocasiona grande desperdício devido à perecibilidade dos frutos. O crescimento do consumo e comercialização de polpa de frutas vem aumentando significativamente a cada ano (Costa *et al.*, 2013).

Produtos em pó *in natura* são cada vez mais procurados, pois aumentam a vida útil do alimento, diminui custos com embalagens, transporte, armazenamento e conservação além de fortalecer o estudo acerca de novas formas de se obtenção de polpa de frutas *in natura*.

Um dos métodos para obtenção de polpas de frutas em pó é a secagem pelo método *foam-mat* que consiste em transformar o suco ou da polpa em espuma estável através de aditivos, desidratação do material em camada fina até massa constante e desintegração da massa seca em escamas e, posteriormente, em pó (FURTADO *et al.*, 2010). Este método foi desenvolvido afim de uma rápida secagem de alimentos líquidos, porém vem sendo muito utilizado para alimentos pastosos como purês e polpas de frutas (BAG *et al.*, 2011).

Neste trabalho foram obtidas formulações com os aditivos: albumina, gelatina e *Agar-agar*, que atuaram como estabilizante e espessante que foram utilizadas para avaliar a estabilidade da espuma da polpa do abacaxi e umbu.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a estabilidade das espumas a partir das polpas de umbu e abacaxi em diferentes formulações.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as polpas das frutas (abacaxi e umbu) através dos seguintes parâmetros: pH, massa específica e umidade.
- Preparar espumas com diferentes formulações com as polpas de abacaxi e umbu fazendo uso dos aditivos albumina, hortelã, gelatina e *Agar-agar*.
- Caracterizar as espumas quanto aos parâmetros: pH, massa específica e umidade.
- Estudar a estabilidade das espumas na temperatura ambiente, durante 60 minutos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ABACAXI (*Ananas comosus L. Merril*)

O abacaxi de nome científico *Ananas comosus L. Merril*, é bastante cultivado em regiões de clima tropical e subtropical. O fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração. A polpa apresenta cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o peso médio dos frutos de um quilo, dos quais 25% são representados pela coroa (GIACOMELLI, 1981). A Figura 1, ilustra o abacaxi *Ananas comosus L. Merril*, do tipo pérola.

Figura 1- Abacaxi do tipo Pérola



Fonte: www.lideragronomia.com.br/2012/07/abacaxi.html (2016).

Em um estudo comparativo da produção do abacaxi, no ano de 2012 obteve-se 3.453.378 (T), no ano de 2013 obteve-se 3.235.903 (T) e no ano de 2014 3.343.260 (T), ou seja, segue a mesma tendência quantitativa da produção do fruto a cada ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

É importante que se leve em consideração a variância de fatores que possam influenciar na composição química como: grau de maturação, condições climáticas e porção da fruta pode explicar a discrepância encontrada por diferentes pesquisadores para determinados componentes do fruto (CAMPOS, 1993).

O abacaxi é um fruto rico em nutrientes que exercem funções importantes no organismo humano. É muito consumido “*in natura*” e utilizado na indústria para obtenção de geleias, doces em calda, produtos minimamente processados e sucos. Quando a produção ocorre no período do verão são gerados frutos com maior teor de açúcares e menor acidez (GRANADA, 2004).

Medina (1987) relata que o fruto apresenta alto conteúdo em bromelina, que auxilia o processo de digestão. A Tabela 1 apresenta as propriedades físico-químicas do abacaxi variedade Pérola.

Tabela 1- Composição físico-química do abacaxi da variedade Pérola

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	VALORES
Sólidos Solúveis, (°Brix)	13,43
pH	4,14
Umidade (base úmida), (%)	86,7
Cinzas (%)	0,24
Fibras (%)	0,48
Proteínas (%)	0,59
Lipídeos, (%)	0,16
Açúcares Redutores Totais, (g/100mL)	13,86
Açúcares Redutores, (g/100mL)	3,98
Acidez, (g ácido cítrico/100mL)	0,33

Fonte: Adaptado de VALENTE, 2007

2.2 UMBU (*Spondias Tuberosa L.*)

O umbuzeiro é uma árvore típica do bioma Caatinga, altamente adaptada a condições climáticas não muito favoráveis, uma vez que sua raiz conserva água e produz uma batata que em grande estiagem é utilizada como alimento.

O fruto do umbuzeiro é pequeno e arredondado, de casca lisa ou com pequenos pelo, que lhe conferem uma textura levemente aveludada. Com cheiro doce e sabor agradável, levemente azedo, o umbu tem a coloração verde-amarelada. Grande parte da sua composição é aquosa e possui consideráveis propriedades nutricionais. É muito apreciado para consumo *in natura* ou beneficiado, na produção de polpas de fruta, sorvetes, geleias e doces (BARRETO E CASTRO, 2010).

No período de seca, ocorre o ciclo reprodutivo do imbuzeiro, caracterizado pela baixa umidade relativa do ar e por maiores temperaturas. No final da segunda quinzena de agosto o imbuzeiro começa a emitir o primórdio do botão floral, em seguida, ocorrem a floração e frutificação, até a segunda quinzena de setembro e outubro (CAVALCANTI, 2000). A Figura 2, ilustra o fruto típico do umbuzeiro.

Figura 2 - Umbu *Spondias Tuberosa L*



Fonte: www.cerratinga.org.br/umbu/ (2016).

Na Bahia, estado responsável por quase 88% da produção nacional de umbu, o preço médio pago ao extrativista na safra 2014 foi de R\$ 0,99 por kg do fruto (CONAB, 2014).

O umbuzeiro, cujo fruto e raiz são ricos em vitamina C e sais minerais, serve tanto para a alimentação do homem quanto para a de animais, e seu uso tem grande importância para as populações rurais do semiárido, principalmente nos anos de seca. Seus frutos são vendidos pelos pequenos agricultores para consumo *in natura* ou na forma de polpa, suco, doce, umbuzada, licor, xarope de umbu, pasta concentrada, batida, umbu cristalizado, etc. (EMBRAPA, 2007).

O interesse pelos frutos e seus produtos é crescente, principalmente aqueles que apresentam em sua composição substâncias com atividade antioxidante, como os

carotenoides, vitamina C e flavonoides, que os caracterizam como alimentos funcionais (LIMA, 2000).

O fruto do imbuzeiro contém vitamina C, além de minerais, como potássio, cálcio, magnésio e fibras solúveis e insolúveis. Por outro lado, o xilopódio do imbuzeiro contém proteína, fibra bruta, extrato etéreo, tanino, amido, enxofre, fósforo, cálcio e magnésio (LIMA, 1996). A Tabela 2, apresenta alguns dos principais nutrientes presentes na polpa do umbu.

Tabela 2 - Valores dos principais nutrientes do Umbu *Spondias Tuberosa L.*

	Porção de 100 g
Valor energético	34 Kcal
Carboidratos	8,8 g
Proteínas	0,5 g
Lipídeos	0,1 g
Colesterol	0,0
Fibras	1,3 mg
Cálcio	11 mg
Magnésio	8 mg
Ferro	0,3 mg
Sódio	5 mg
Fósforo	11 mg
Vitamina A	10 UI
Vitamina B1	0,6 mg
Vitamina B2	0,01 mg
Vitamina B3	0,4 mg
Vitamina C	0,3 mg

Fonte: Taco 2011.

2.3 HORTELÃ DA FOLHA MIÚDA (*Mentha piperita* L.)

A hortelã da folha miúda, possui nome científico *Mentha piperita*. L, podendo ser encontrada como hortelã pimenta, menta, menta inglesa, sândalo, hortelã das cozinhas, dentre outras. É uma planta aromática, anual ou perene, medindo cerca de 30 cm de altura, semiereta, ramos de cor verde escura a roxa purpúrea, folhas elípticas e acuminadas (LORENZI, 2008). A Figura 3, ilustra a espécie de hortelã da folha miúda.

Figura 3 - Hortelã da folha miúda



Fonte: www.ciplamasces.wordpress.com/tag/hortela-da-folha-miuda/ (2016).

A *Mentha piperita* L. é uma espécie produtora de óleo essencial rico em mentol e flavonoides, cujas aplicações nas indústrias farmacêuticas conferem- lhe grande importância econômica (MARTINS *et al.* 1998). Possui finalidades terapêuticas e alimentares, por exemplo, o uso como vermífugo, e também em caso de problemas estomacais e tempero de alimentos (LORENZI, 2008).

Segundo AZEVEDO *et al.* (2011), a hortelã da folha miúda (*Mentha piperita* L.) apresenta grande percentual de atividade antioxidante, observado no extrato etanólico que comporta compostos fenólicos.

2.4 ANTIOXIDANTES

De acordo com Sousa *et al* (2007), os antioxidantes são compostos que estabilizam ou desativam radicais livres antes que estes ataquem alvos biológicos nas células. Eles inibem a oxidação de vários substratos de duas formas, pela inibição da formação dos radicais livres

(impossibilitando a etapa de iniciação) ou pela eliminação dos radicais livres (interrompendo a reação de oxidação em cadeia), podendo ser endógenos ou exógenos (SOARES, 2002).

A ação antioxidante dos compostos fenólicos é devido a sua tendência de quelar metais, devido à capacidade de seus grupos hidroxila e carboxila se ligar particularmente ao ferro e ao cobre, que se dá pela inibição da peroxidação-lipídica, onde esta atividade depende da estrutura das moléculas, bem como o número e a posição do grupo hidroxila. Compostos fenólicos (especialmente flavonoides) são capazes de alterar a cinética da peroxidação por modificar a organização de compostos lipídicos. Eles estabilizam as membranas pela fluidez da mesma por diminuir e impedir a difusão dos radicais livres e restringir a reação de peroxidativo reação (MICHALAK, 2006).

Antioxidantes naturais estão presentes em ervas e são responsáveis pela inibição ou consequências prevenção dos efeitos deletérios do estresse oxidativo. Ervas contêm sequestradores de radicais livres, sendo os principais os polifenóis, flavonóides e compostos fenólicos (KHALAF *et al.*, 2008). Além disso, estudos têm evidenciado que a ação antioxidante atribuída aos chás deve-se a presença de catequinas, um das seis classes de flavonóides AZEVEDO *et al.*, 2011).

2.5 ESTABILIDADE DA ESPUMA

2.5.1 Aditivos alimentares

De acordo a Portaria SVS/MS 540, de 27/10/97, aditivo alimentar é todo e qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), embora sob o ponto de vista tecnológico haja benefícios alcançados com a utilização de aditivos alimentares, existe a preocupação constante quanto aos riscos toxicológicos potenciais decorrentes da ingestão diária dessas substâncias químicas. A partir de em uma análise de risco, a ANVISA estabelece quais são os aditivos e os coadjuvantes de tecnologia permitidos para as diferentes categorias

de alimentos e em que funções e limites máximos de uso, visando alcançar o seu efeito tecnológico sem oferecer risco à saúde humana.

Os aditivos alimentares podem ser classificados em categorias de acordo com suas funções, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Aditivos e suas funções nos alimentos.

CLASSIFICAÇÃO DO ADITIVOS	
ADITIVOS	FUNÇÕES
Acidulante	Comunica ou intensifica o gosto ácido do alimento
Antiespumífero	Influi na tensão superficial dos alimentos
Antioxidante	Retarda o surgimento de processos oxidativos
Antiumectante	Diminui as características higroscópicas dos produtos
Conservador	Impossibilita ou atrasa a deterioração microorgânica ou enzimática dos alimentos.
Corante	Confere ou intensifica a cor dos produtos.
Edulcorante	Transmite sabor doce
Espessante	Eleva a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões
Espumífero	Modifica a tensão superficial dos alimentos
Estabilizante	Ajuda e conserva as características físicas das emulsões e suspensões dos alimentos
Flavorizante	Aumentam o flavor dos alimentos
Umectante	Evita perda de umidade dos alimentos

Fonte: Adaptado de Evangelista (1998).

2.5.2 Aditivos espessantes e estabilizantes

Aditivos espessantes são aditivos que possuem a capacidade de aumentar a viscosidade de emulsões e suspensões, dando o “chamado corpo” aos produtos (EVANGELISTA, 1998).

Emulsionantes são ingredientes que de algum modo contribuem para o aumento da estabilidade das emulsões, podendo ser emulsionantes ou agentes espessantes. Para exercer sua ação, possuem em sua estrutura uma parte hidrofílica que interage com a água, e outra lipofílica, com afinidade por óleo ou substâncias apolares (PAVANELLI, 1998). Apenburg (1971) afirma que a adição de um emulsificante a uma matéria-prima tem como objetivo aumentar a área de secagem, devido à movimentação da umidade pelo processo de capilaridade originado pela separação da camada líquida pela espuma.

Para a escolha do agente espumante para a desidratação em leite de espuma deve-se escolher o agente que promove a maior redução de densidade, pois, a redução da densidade é causada pela incorporação de ar durante a agitação da mistura do suco (ou polpa do produto) com o aditivo, que caracteriza a formação da espuma (THUWAPANICHAYANAN; PRACHAYAWARAKORN e SOPONRONNARIT, 2008).

Os aditivos estabilizantes mantêm as propriedades físicas dos alimentos, mantendo a homogeneidade dos produtos e impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula, possuem muitas funções nos alimentos. Além de serem substâncias que também facilitam a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, ajudam a evitar a formação de cristais que afetariam a textura (melhorando a mesma) e mantêm a aparência homogênea do produto. A grande maioria é formada por polissacarídeos ou, ainda, por proteínas. A formação e estabilização de espuma, em vários produtos, também é um efeito deste aditivo (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Assim como os espessantes, os aditivos estabilizantes em sua maioria são originados de carboidratos naturais ou modificados quimicamente. Eles formam uma estrutura capaz de manter juntas substâncias menores nos alimentos, formando um produto mais estável. Este é o maior grupo de aditivos, muitos dos quais são substâncias naturais. Alteram ou controlam a consistência de um produto durante o resfriamento ou aquecimento, ou no armazenamento (DANTAS, 2010).

2.5.3 Gelatina

É um aditivo estabilizante que forma géis e filmes muito utilizado, possui características como melhorar a aparência, a consistência e o sabor dos alimentos.

De acordo com Silva (2014), a gelatina pode ser utilizada para concentrar proteína e reduzir o teor calórico e de carboidratos. Sua função é de aglutinação, gelificação e estabilização, melhora na espalhabilidade e maciez em produtos emulsificados e também atua na rápida redução dos valores de atividade de água (aw) e diminuindo também o tempo de maturação em preparações para embutidos; e atua na estabilização de emulsões, dispersões e suspensões (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

2.5.4 Agar- Agar

De acordo com Silva (2014) é proveniente de algas vermelhas da classe *Rhodophceae*. O *Agar-agar* é uma galactana de estrutura linear com radicais sulfatos ligados a essa estrutura com baixo teor de sulfato, apresenta duas frações: a agarose gelifica por não conter sulfato e agarpectina não gelifica por conter todos os grupos sulfatos. Assim sua propriedade principal é para a formação de géis reversíveis com resfriamento de sua dispersão aquosa a quente, sem a necessidade de reações posteriores, com outros produtos.

2.5.5 Aditivos flavorizantes e antioxidantes

De acordo com Nunes (1998) e Cantarelli *et al.* (2005) produtos com função palatilizante e aromatizante, conferem ou intensificam o aroma e o sabor dos alimentos e são responsáveis por melhorar a aceitação e estimular a ingestão de alimentos. Esses aditivos são classificados como flavorizantes, pois “*flavor*” é o termo designado para o complexo olfativo e gustativo do alimento. Portanto, “*flavor*” é uma combinação de sabor e odor.

2.6 ESTADO DA ARTE

No estudo da estabilidade da espuma da fruta utilizando-se aditivos, para secagem pelo processo *foarm-mat*, a determinação de alguns parâmetros são de grande importância como a massa específica, fração de volume drenado, estabilidade e expansão em diferentes

concentrações da espuma. Alguns trabalhos científicos discorrem acerca destes parâmetros ao serem analisados e discutidos.

Ao utilizar a espuma, a mesma além de proporcionar maior área de exposição ao ar quente, possui uma porosidade que facilita a circulação de ar e conseqüentemente remoção de água durante a secagem, gerando as principais vantagens que são a utilização de baixas temperaturas e curtos tempos de secagem, quando comparados à secagem de outros materiais (RATTI e KUDRA, 2006).

A capacidade de expansão e a estabilidade da espuma desempenham papel importante na circulação de água durante a secagem, e conseqüentemente, na qualidade do produto final (BAG *et al.*, 2011). Assim para BRYGIDYR *et al.* (1977) a maior estabilidade da espuma porosa, resulta em rápida remoção de água. Já um grande problema é a falta de estabilidade da espuma durante um ciclo de aquecimento que acarreta na desagregação, causando prejuízo à operação de secagem (THUWAPANICHAYANAN; PRACHAYAWARAKORN e SOPONRONNARIT, 2012).

A instabilidade da espuma está relacionada com a desproporcionalidade (Maturação de *Ostwald*), que é a difusão de gás para as bolhas grandes pelas bolhas menores (isso ocorre pela diferença de pressão entre as bolhas); com a gravidade, que ao longo da camada em espuma ocorre o escoamento de líquido e; com a coalescência de bolhas, devido ao filme elas não permanecer estável (DAMODARAN *et al.*, 2010).

Segundo Valentas, Rotstein e Singh (1997) a desidratação pelo método *foam-mat* é restrita a pequenas produções e é somente utilizada em líquidos que podem formar espumas estáveis.

Gurgel (2014) argumenta que a estabilidade da espuma em um processo de desidratação é essencial, pois não basta que haja a formação de espuma, esta tem que permanecer estável durante a desidratação, para melhor eficiência do processo e qualidade do produto final.

Dantas (2010) ao desidratar manga e abacaxi, avaliaram a estabilidade da espuma na temperatura ambiente e observaram grande desprendimento de líquido da espuma de abacaxi nos primeiros 10 minutos. A estabilidade em temperatura ambiente fornece dados importantes sobre o intervalo de tempo que pode ser mantido entre a preparação da espuma e o início da secagem. A estabilidade avalia-se levando em consideração o tempo de queda da primeira

gota e o total de volume drenado em 5 minutos, logo a estabilidade é obtida como o inverso do volume drenado neste intervalo.

Karim e Chee Wai (1999) estudaram as características de uma espuma de carambola a partir da adição do carboximetilcelulose (CMC) ao purê da fruta desidratada nas temperaturas de 70 °C e 90 °C, verificando que a concentração do aditivo CMC influencia na densidade da espuma, e quanto maior sua concentração menor a densidade da espuma e maior o tamanho da bolha formada.

Bastos *et al* (2005) avaliaram a estabilidade da espuma no processo de desidratação da manga *Tommy* em diferentes concentrações do aditivo *Tween 60*, encontrando maior estabilidade para a espuma de maior concentração do estabilizante (2,5% p/p de *Tween 60*).

Portanto, para uma melhor estabilidade da espuma no processo de desidratação, o uso de aditivos está sendo cada vez mais utilizada a fim de conceber propriedades estabilizantes da espuma mais eficientes, para que se obtenha um maior aproveitamento e qualidade do produto final após a secagem.

Soares *et al* (2001) utilizaram o método de secagem em camada da espuma para a desidratação da polpa da acerola, com adição de diferentes agentes químicos (pectina cítrica, *Emustab* e Super Liga Neutra) que favorecem a formação da espuma, sendo ideal as que apresentam densidades entre 0,1 e 0,6 g. cm⁻³.

Pinto (2009) utilizou os aditivos albumina, *Emustab*, maltodextrina e Super liga *neutra* na caracterização da espuma de jenipapo, pelo método de camada de espuma concluindo que o *Emustab* apresentou-se como o melhor aditivo, para uma posterior secagem.

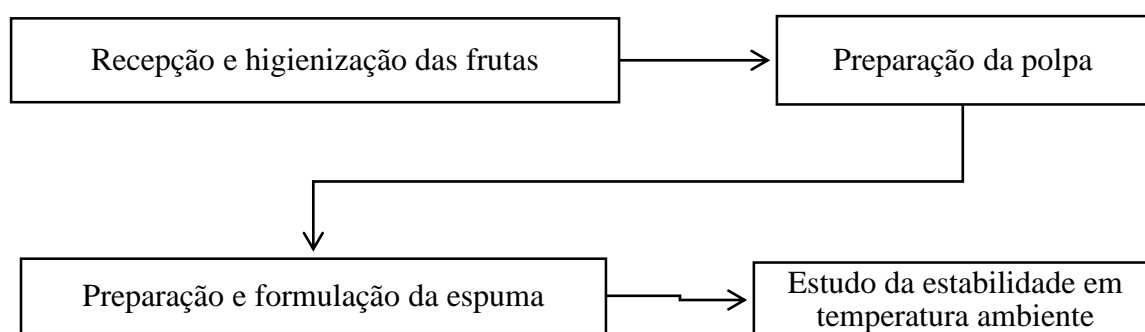
De acordo com Ratti e Kundra (2006) as espumas que não desprenderem líquido durante pelo menos uma hora em temperatura ambiente são consideradas mecanicamente estáveis durante todo o processo de secagem.

No estudo da secagem por espuma de banana, Thuwapanichayanan, Prachayawarakorn e Soponronnarit (2012) encontraram melhores propriedades de formação da espuma para os tratamentos adicionados dos agentes espumantes albumina e concentrado proteico de soro quando comparados ao isolado proteico de soja.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA) do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba. Utilizou-se como matéria prima abacaxi do tipo Pérola (*Ananas comosus L.*), hortelã da folha miúda (*Mentha piperita L.*) e umbu (*Spondias Tuberosa L.*), adquiridos no mercado central de Campina Grande – PB. O procedimento experimental para as etapas utilizadas no estudo da estabilidade das espumas para as diferentes formulações é apresentado na Figura 4.

Figura 4- Diagrama de blocos experimental da obtenção e avaliação da espuma



3.1 RECEPÇÃO E HIGIENIZAÇÃO DAS FRUTAS

Após recepção das frutas, as mesmas foram submetidas à lavagem em água corrente, sanitizou-se e em seguida lavou-se o material novamente.

3.2 PREPARAÇÃO DA POLPA

Para a preparação da polpa de abacaxi, processou-se o abacaxi extraíndo-se a polpa, o hortelã triturado em almofariz/pistilo.

Para a preparação da polpa do umbu, adicionou-se os umbus em um recipiente próprio para receber aquecimento, adicionou-se água a até cobrir os mesmos e levou-os à fervura

durante 20 minutos. Em seguida resfriou-se e retirou-se os caroços e o remanescente foi triturado no liquidificador até total homogeneização da polpa, cerca de 7 à 9 minutos.

Pesou-se as polpas e posteriormente adicionou-se os aditivos hortelã, albumina, gelatina e *Agar-agar* nas proporções específicas, de acordo com a formulação do planejamento fatorial para cada uma das espumas a serem preparadas. O aditivo albumina foi utilizado em todas polpas para formação da espuma. A mistura da formulação foi submetida à agitação constante em batedeira doméstica (Arno®, Brasil) modelo Ciranda nas velocidades 2, 4 e 5, por três minutos a cada velocidade. No final da agitação a espuma era caracterizada determinando sua umidade em base úmida, a massa específica e o pH.

3.3 FORMULAÇÃO DAS ESPUMAS

As espumas foram preparadas de acordo com os planejamentos fatoriais das Tabelas 4,5 e 6, ambos em temperatura ambiente por aproximadamente 25°C.

A Tabela 4, representa o planejamento fatorial para a polpa de abacaxi.

Tabela 4 - Matriz de planejamento fatorial 2³ com três repetições no ponto central para a polpa de abacaxi

Experimentos		M ₁ (g)	M ₂ (g)	M ₃ (g)
(-)(-)(-)	F ₁	600	2	2
(+)(-)(-)	F ₂	1000	2	2
(-)(+)(-)	F ₃	600	4	2
(+)(+)(-)	F ₄	1000	4	2
(-)(-)(+)	F ₅	600	2	4
(+)(-)(+)	F ₆	1000	2	4
(-)(+)(+)	F ₇	600	4	4
(+)(+)(+)	F ₈	1000	4	4
(0)(0)(0)	PC	800	3	3
(0)(0)(0)	PC	800	3	3
(0)(0)(0)	PC	800	3	3

* M₁ é o abacaxi; M₂ é o aditivo hortelã e M₃ é o aditivo albumina.

A Tabela 5, representa o planejamento fatorial para a polpa de umbu, aditivo gelatina e aditivo albumina.

Tabela 5 - Matriz do planejamento fatorial 2³ com três repetições no ponto central para a polpa de umbu

Experimentos		M Polpa (g)	M ₁ (g)	M ₂ (g)
(-) (-) (-)	F₁	300	1,5	1,5
(+) (-) (-)	F₂	500	1,5	1,5
(-) (+) (-)	F₃	300	7,5	1,5
(+) (+) (-)	F₄	500	7,5	1,5
(-) (-) (+)	F₅	300	1,5	7,5
(+) (-) (+)	F₆	500	1,5	7,5
(-) (+) (+)	F₇	300	7,5	7,5
(+) (+) (+)	F₈	500	7,5	7,5
(0) (0) (0)	PC	400	4,5	4,5
(0) (0) (0)	PC	400	4,5	4,5
(0) (0)(0)	PC	400	4,5	4,5

* M₁ é o aditivo 1: Albumina; M₂ é o aditivo 2: Gelatina

A Tabela 6, representa o planejamento fatorial para a polpa de umbu, aditivo Agar-agar e aditivo albumina.

Tabela 6 - Matriz de planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central para polpa de umbu

Experimentos		M Polpa (g)	M Agar-agar (g)
(-) (-)	F₁	300	1,5
(+) (-)	F₂	500	1,5
(-) (+)	F₃	300	7,5
(+) (+)	F₄	500	7,5
(0) (0)	PC	400	4,5
(0) (0)	PC	400	4,5

*Massa de albumina fixada em 7,5 g

3.4 CARACTERIZAÇÃO

As polpas e espumas formuladas foram submetidas à determinação da massa específica da polpa e espuma e expansão das espumas, do pH e umidade em base úmida da polpa e da espuma para diferentes formulações. As análises foram realizadas em triplicata.

3.4.1 Massas específicas das polpas e das espumas e expansão das espumas

Para avaliar a expansão das espumas, foram determinadas as massas específicas tanto das espumas quanto das polpas da fruta. As massas específicas foram determinadas por meio da picnometria, utilizando-se picnômetros padrões de 50 mL previamente calibrados. O cálculo da massa específica da polpa e da espuma foi utilizada a Equação (1):

$$\rho_{amostra} = \frac{(m_{pi+amostra} - m_{pic})}{Volume} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{1/\rho_{espuma} - 1/\rho_{polpa}}{\rho_{polpa}} \times 100 \quad (2)$$

A expansão da espuma foi calculada a partir da Equação (2):

Onde: β = expansão da espuma (%); ρ_{polpa} = massa específica da polpa ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) e ρ_{espuma} = massa específica da espuma ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

3.4.2 pH

O pH foi realizado por meio do método potenciométrico calibrando-se o potenciômetro com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0). Para essa análise, pesava-se 10g das amostras de material em um *Becker* e diluídas em 100 mL de água destilada, homogeneizou-

se e as realizou-se as leituras de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.3 Umidade em base úmida (b.u)

Para análise da umidade, pesou-se aproximadamente 2 gramas da amostra em bandejas calibradas. Em seguida, foram colocados na estufa com circulação forçada de ar a 105°C até atingirem peso constante, de acordo com as técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) sendo, expressa em base úmida (b.u) pela Equação (03):

$$U(b.u) = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 \quad (3)$$

Onde: M_i = massa inicial de polpa(g) e M_f = massa final de polpa(g).

3.5 ESTABILIDADE DAS ESPUMAS (ϵ)

O estudo da estabilidade consiste em avaliar o volume de líquido drenado, conforme técnica descrita por Karim e Chee Wai (1999). Um sistema foi montado, composto por proveta de 10 mL, funil de haste longa de 70 mL e filtro de gaze, apresentado na Figura 5, os experimentos foram realizados em triplicatas.

Figura 5 - Imagem do procedimento de provetas para determinar a estabilidade da espuma



Fonte: Própria

Após o preparo das formulações, a espuma foi adicionada aos funis até preencherem completamente o volume (70 mL), deixadas em repouso e cronometrou-se o tempo de desprendimento da primeira gota de líquido. Paralelamente, marcava-se no cronômetro um tempo fixo de 5 minutos, efetuando-se a medida do volume total de líquido drenado naquele intervalo de tempo. A estabilidade avalia-se pelo inverso do volume drenado, apresentado na Equação (04) ou pela fração de volume que se desprende da espuma no intervalo de tempo (V_d) considerado pela Equação (05), no caso específico de 5 minutos.

$$\varepsilon = \frac{1}{V_d} \quad (4)$$

$$\theta = \frac{V_d}{V_{\text{funil}}} \times 100 \quad (5)$$

Onde: V_d = volume de líquido drenado (cm^3) durante os 5 minutos iniciais; V_i = volume inicial da espuma colocada no funil (cm^3); θ = fração de volume drenado (%) e ε = estabilidade da espuma (cm^3).

3.6 CINÉTICA DE ESTABILIDADE

O estudo cinético das espumas na temperatura ambiente de aproximadamente 25°C, foi realizado de acordo com o sistema descrito na Figura 5. As medidas do volume desprendido foram acompanhadas até volume constante, em intervalos de 5 minutos. Os dados foram utilizados para construir as curvas de volume drenado, V_d (cm^3) em função do tempo, t (min).

A cinética de estabilidade da espuma na temperatura ambiente fornece dados importantes sobre o intervalo de tempo que pode ser mantido entre a preparação da espuma e o início da secagem. Já o estudo cinético com atmosfera com temperatura controlada é importante para o processo, uma vez que a integridade da espuma durante a secagem é fundamental para manter elevado tanto o transporte da umidade por capilaridade como a área de transferência de massa (DANTAS, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As propriedades espumantes abrangem a capacidade de formação de uma dispersão ar em água, que se deve à expansão do volume da dispersão promovida por um emulsificante, com incorporação de ar por meio das técnicas de batimento, agitação ou aeração (CAPITANI, 2004).

As Figuras 6 e 7, exibem as formulações as quais apresentaram boa aparência, comportamento de espumas.

Figura 6 - Espumas da polpa de abacaxi



a) Início



b) Após 30 min

Fonte : Própria

Figura 7 - Espumas da polpa de umbu



a) Início



b) Após 30 min

Fonte : Própria

As espumas nas suas diferentes formulações foram avaliadas em temperatura ambiente de aproximadamente 25°C. Para o abacaxi utilizou-se um planejamento fatorial 2^3 com três

repetições no ponto central e para o umbu utilizou-se primeiro um planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central, e um fixou-se a massa do aditivo albumina em 7,5 g a partir dos melhores resultados do planejamento anterior para o mesmo e efetuou-se um planejamento fatorial 2^2 com duas repetições no ponto central.

A Tabela 7, apresenta as variáveis de entrada: massa de polpa, a massa do hortelã e a massa do aditivo albumina, as demais são variáveis de respostas. As variáveis massa específica da polpa, pH da polpa e umidade da polpa e espuma, não serão analisadas estatisticamente, servirão apenas de dados para caracterizar as amostras.

Tabela 7 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de abacaxi para os ensaios na $T \cong 25^\circ \text{C}$

Experimentos	ρ espuma ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	ρ polpa ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Θ (%)	Tqpg (min)	ε (cm^{-3})	β (%)	pH polpa	pH espuma	U polpa (%)	U espuma (%)
F ₁	0,2356	1,1653		0,4453		394,6095	3,57	3,71	88,9	85,7
F ₂	0,5391	1,1712	6,4286	0,2200	0,22	117,2509	3,89	3,82	86,7	85,2
F ₃	0,2848	1,1148	9,5	0,3150	0,15	291,4325	3,01	3,23		84,9
F ₄	0,5762	1,17118	11,1429	0,2200	0,13	103,2628	3,89	3,92	85,9	84,9
F ₅	0,2347	1,1425	8,1428	0,2567	0,17	386,7916	3,58	3,53	85,8	85,1
F ₆	0,3673	1,1712	6,7143	0,3950	0,21	218,8674	3,47	3,83	86,9	85,0
F ₇	0,1814	1,1792	4,5714	0,5150	0,31	550,0551	3,26	3,54	85,3	84,3
F ₈	0,2400	1,1613	8,4286	0,1900	0,18	383,875	3,89	3,98	88,5	88,1
PC	0,1389	1,1691	6,7857	0,3400	0,21	741,6847	3,38	3,62	86,5	84,3
PC	0,1422	1,1686	6,4286	0,3800	0,22	721,8003	3,60	3,85	87,3	84,2
PC	0,1357	1,1694	6,9286	0,3600	0,21	761,7539	3,71	3,75	88,7	86,4

* M_1 é abacaxi, M_2 é hortelã e M_3 é o aditivo albumina.

O planejamento fatorial para a formulação da espuma obtida a partir da polpa de abacaxi, apenas ocorreu uma expansão razoável das espumas formadas, e a massa específica obtida em torno de 0,1357 a 0,5762 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ está de acordo com a literatura que sugere um valor entre 0,1 a 0,6 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ segundo Van Arsdel (1964). De acordo com Bates (1964) espumas são consideradas mecânica e termicamente estáveis quando nem a drenagem nem o colapso das estruturas são observados e isto ocorre em valores de densidades abaixo de 0,5 g/cm^3 . A expansão da espuma é diretamente correlacionada à massa específica da mesma, quanto maior for à expansão, menor será a densidade. Segundo Silva (2012), quanto mais aerada e porosa for à espuma, melhor será o estudo da densidade.

Verificou-se que o tempo de queda da primeira gota de líquido desprendido das espumas é muito pequeno e de acordo com a Ratti e Kudra (2006) as espumas que não colapsam em menos de uma hora são consideradas mecanicamente estáveis em temperatura ambiente. Para as espumas formuladas, a partir da polpa de abacaxi o tempo foi inferior a 1 min. Este fato é justificado haja vista na preparação das espumas com a polpa de abacaxi não utilizou-se nenhum agente estabilizante, apesar do uso de um espessante para promover uma espuma em abundância. Desta forma, o uso de estabilizantes na preparação das espumas de abacaxi, como a gelatina, não foi eficiente para obtenção de uma espuma estável. A eficiência da desidratação está intimamente ligada com as características da espuma formada, quanto menos densa for, melhor será o processo de desidratação (SILVA, 2012).

Para a polpa de umbu, utilizou-se planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para avaliar os efeitos das variáveis que alteram significativamente a espuma formulada, conforme Tabela 8 abaixo.

Tabela 8 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para a polpa de umbu para os ensaios na $T \cong 25^\circ C$

Experimentos	ρ espuma (g.cm ⁻³)	ρ polpa (g.cm ⁻³)	θ (%)	Tqpg (min)	ε (cm ⁻³)	β (%)	pH polpa	pH espuma	U Polpa (%)	U Espuma (%)
F ₁	0,4043	1,0599	0,9286	7.78	1,54	144,3438	2,72	2,80	93,7	93,3
F ₂	0,4546	1,0785	0,2857	3.52	5,00	117,9879	2,58	2,64	93,5	92,5
F ₃	0,2379	0,9600	0,2857	19.53	5,00	329,3437	3,89	4,08	92,8	90,7
F ₄	0,3365	1,0269	0,3214	10.75	4,44	194,5662	2,61	2,69	93,0	91,2
F ₅	0,4258	1,0652	1,0	5.012	1,43	132,3413	2,67	2,75	93,3	91,2
F ₆	0,5411	1,0785	0,7143	11.73	2,00	85,3871	2,58	2,66	93,5	92,4
F ₇	0,3661	1,0599	0,1071	31.5	13,33	168,6952	2,72	3,11	93,7	89,9
F ₈	0,4994	1,0785	0,2857	9.28	5,00	99,6940	2,58	2,75	93,5	91,4
PC	0,3719	1,0599	0,4285	15.17	3,33	164,7659	2,72	2,80	93,7	92,1
PC	0,3740	1,0599	0,3214	16.48	4,44	163,2513	2,60	2,77	93,7	92,7
PC	0,3734	1,0601	0,4643	16.38	3,08	163,6449	3,89	4,02	92,8	91,4

* M_1 é o aditivo 1: Albumina; M_2 é o aditivo 2: Gelatina

As variáveis de entrada foram massa de polpa, massa de albumina e massa de gelatina, as demais são as variáveis de respostas. As variáveis massa específica da polpa, pH da polpa e umidade da polpa e espuma, não serão analisadas estatisticamente, servirão apenas de dados para caracterizar as amostras.

Os melhores resultados foram observados para as espumas com a polpa do umbu. A estabilidade e expansão consideravelmente na faixa prevista pela literatura, para as amostras F7 e F3 que predominavam em maior quantidade o aditivo albumina, conforme Tabela 8.

Soares (2009) discorre que entre os aditivos usados por ele, o que forneceu melhores características de espuma foi a albumina.

No entanto, de acordo com Shaw (1975) e Pinto (2009), 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 que aumentam a viscosidade das soluções, emulsões e suspensões, em muitos casos também podem exercer a função de emulsificante, estabilizante e geleificante. Contudo, Dantas (2010) analisando espumas de diversas frutas a partir de polpas comerciais e outros aditivos, verificou a viabilidade da espuma de abacaxi e inviabilidade do umbu na estabilidade da espuma contrapondo os resultados deste trabalho. Desta forma, observou-se a importância dos aditivos utilizados (estabilizante e emulsificantes) para cada tipo de fruta.

A partir dos resultados obtidos com o planejamento anterior para a polpa de umbu, verificou-se que obtém-se melhores resultados quando a aumenta-se a quantidade de albumina. Desta maneira fixou-se a maior massa da albumina e mudou-se o aditivo estabilizante para *Agar-agar*, realizando-se assim um novo planejamento fatorial, com variáveis de entrada massa de polpa e massa de *Agar-agar*, apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Matriz de planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central para polpa de umbu para os ensaios na T \cong 25° C

Experimentos	ρ espuma (g.cm ⁻³)	ρ polpa (g.cm ⁻³)	θ (%)	Tqpg (min)	ϵ (cm ⁻³)	β (%)	pH polpa	pH espuma	U polpa (%)	U Espuma (%)
F ₁	0,3437	1,0790	0,32	31,4	4,44	213,94	2,72	3,03	95,42	93,39
F ₂	0,4875	1,0701	0,64	6,6	2,22	119,51	3,76	3,91	95,65	93,59
F ₃	0,6076	1,0694	0,93	8,45	1,54	76,004	3,77	4,07	96,12	91,30
F ₄	0,5329	1,0791	0,50	5,48	2,85	102,49	2,72	2,86	95,90	93,2
PC	0,5316	1,0700	0,57	7,15	2,5	101,28	3,78	3,93	94,12	93,36
PC	0,5294	1,07081	0,54	7,42	2,66	102,27	3,74	3,96	95,17	93,18

* Massa de albumina fixada em 7,5 g

A determinação da umidade é um ponto de partida da análise de alimentos, sendo de grande importância uma vez que a preservação do alimento depende da sua quantidade de água e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, tem-se que levar em consideração os respectivos teores de umidade (MORETTO; FETT e GONZAGA, 2002).

As umidades para polpa de abacaxi, em percentual, estavam entre 85,3 à 88,9 concordando com Bueno *et al.* (2002) ao caracterizar polpas de manga e abacaxi e encontraram 85,1 e 88,2% de umidade para as polpas, respectivamente. As polpas de umbu obtiveram valores entre 92,8 à 96,12%. Ao adicionar os aditivos, em ambas as polpas, as espumas formadas a partir das mesmas obtiveram valores de umidade menores.

Para a polpa de abacaxi o pH variou de 3,01 à 3,89, já para a polpa do umbu o pH variou de 2,58 à 4,08 e quando adicionou-se os aditivos com as espumas prontas o pH de ambas as espumas aumentou. Silva (2012) ao utilizar o aditivo albumina em polpa de goiaba, verificou um aumento no pH. Assim como Gurjão (2006), que utilizou um composto protéico à base de albumina para produzir espuma de polpa de tamarindo e constatou um aumento do pH com a adição da albumina. Segundo Pinto (2009), isso ocorre, provavelmente, devido ao valor do pH da albumina ser maior que os dos demais aditivos (9,87).

Vários fatores tornam-se importante, a determinação do pH de um alimento, tais como: influência na palatabilidade, desenvolvimento de microrganismos, escolha da temperatura de esterilização, escolha da embalagem que será utilizada para o alimento, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento em que vai se trabalhar na indústria, escolha de aditivos e vários outros (CHAVES, 1993).

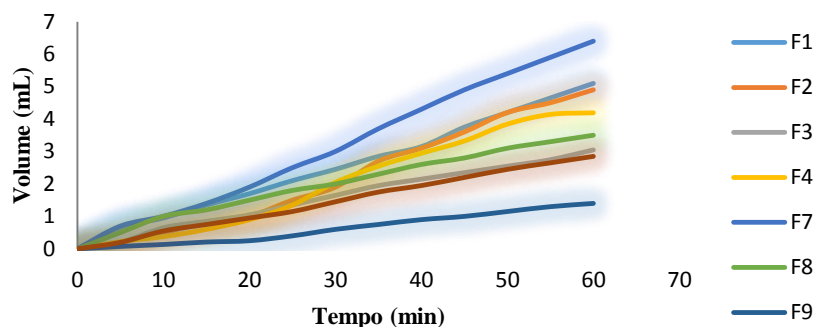
4.1 CINÉTICA DE ESTABILIDADE

A cinética de estabilidade da espuma na temperatura ambiente fornece dados importantes sobre o intervalo de tempo que pode ser mantido entre a preparação da espuma e o início da secagem (DANTAS, 2010).

Os melhores resultados apresentados da cinética de estabilidade são referentes ao planejamento com a polpa do umbu/ albumina/gelatina. As curvas apresentadas na Figura 8 exibe o comportamento do desprendimento das espumas, em temperatura ambiente. Observa-

se que na curva (-) (+) (+), obteve-se menor volume final desprendido, mostrando a importância do uso dos aditivos albumina e gelatina na estabilidade da espuma.

Figura 8 - Curvas cinética de estabilidade - polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3



4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.2.1 Polpa de umbu- Planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central

Observa-se na Figura 9 que os efeitos individuais da massa da gelatina e massa da polpa são positivos. Também, o mesmo comportamento é apresentado nos efeitos das interações: $M_{gelatina} \times M_{albumina}$, $M_{gelatina} \times M_{polpa}$ e $M_{albumina} \times M_{polpa}$. Contudo, comportamento inverso é observado para o efeito principal da $M_{albumina}$ e as outras interações.

Nas Figuras 10, 11, 12 e 13 verifica-se que a $M_{albumina}$ é o efeito mais importante e em relação ao volume drenado, observa-se que com a redução da quantidade de albumina, ocorre um aumento do líquido drenado. Por outro lado, para as demais variáveis de respostas, quanto maior a massa de albumina, melhor serão os resultados das mesmas.

A albumina age como um espessante dando maior volume a espuma formulada. De acordo com Silva (2014), a gelatina auxilia na concentração das proteínas presentes dando maior estabilidade e assim melhorando o tempo de desprendimento do líquido. Na secagem da espuma, a gelatina ao ser submetida ao aquecimento forma um filme que impede obtenção de um produto com baixa umidade, logo ao utilizar uma pequena quantidade, não irá influenciar na degradação da espuma e poderá contribuir para a secagem da espuma, além de viabilizar custos no processo final do produto.

Figura 9 - Diagrama de Pareto - ρ espuma para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

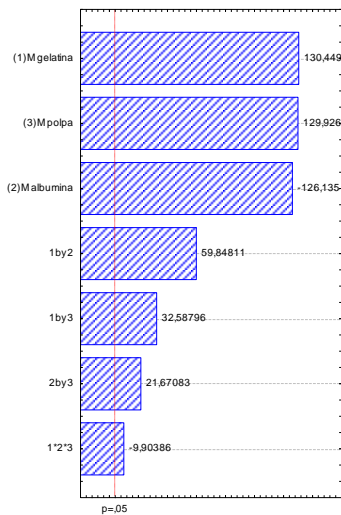


Figura 10 - Diagrama de Pareto - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

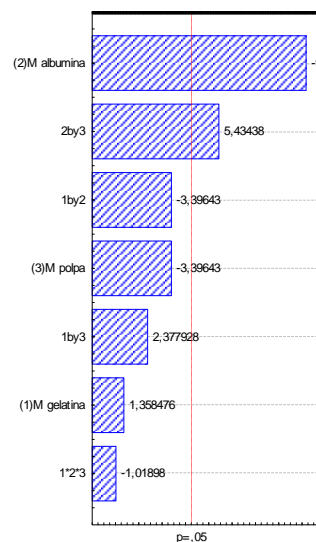


Figura 11 - Diagrama de Pareto - T_{ppg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

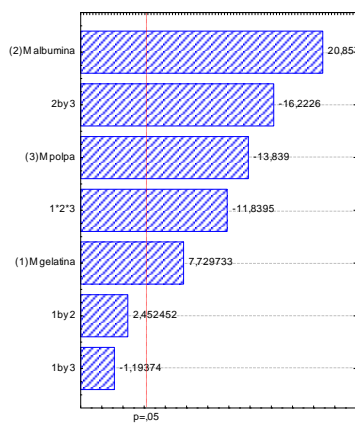


Figura 12 - Diagrama de Pareto - ϵ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

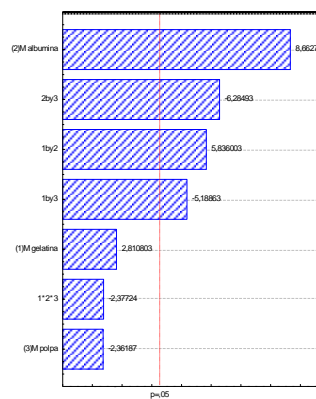
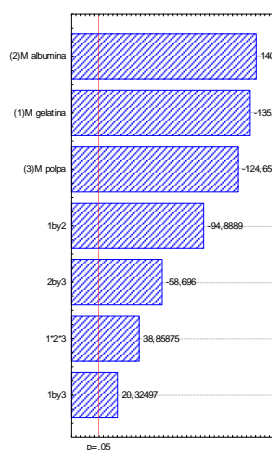


Figura 13 - Diagrama de Pareto - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3



As Figuras 14, 15, 16, 17 e 18 ilustram os valores preditos *versus* valores observados, demonstrando pequenas dispersões e boa qualidade de ajuste.

Figura 14 - Preditos x Observados - ρ espuma para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

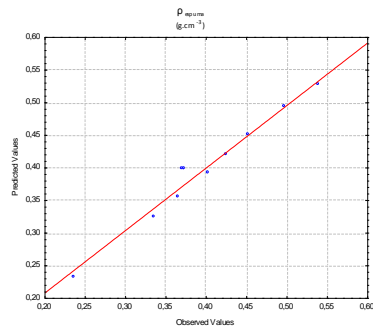


Figura 15 - Preditos x Observados - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

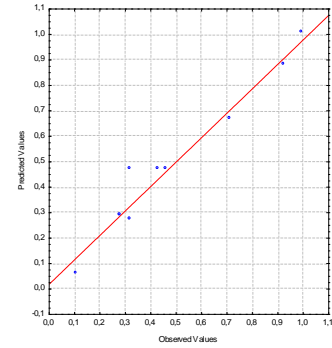


Figura 16 - Preditos x Observados - T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

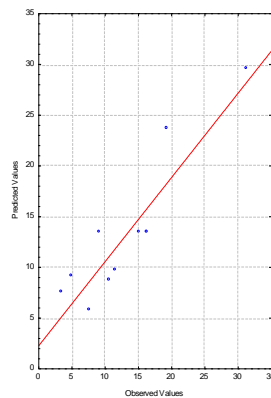


Figura 17 - Preditos x Observados - ϵ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

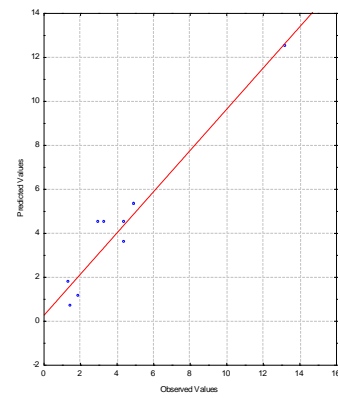
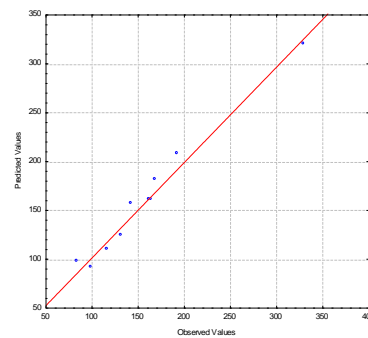


Figura 18 - Preditos x Observados - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3



A tabela ANOVA, permite fazer a comparação global de diversas amostras, minimizando a probabilidade de erro amostral, é apresentada na Tabela 10, onde verifica-se que os modelos são estatisticamente significativos para as variáveis respostas massa específica, fração de volume drenado e a estabilidade da espuma com valores muito próximos de 2 e apresentem bons coeficientes de correlação que é a relação linear entre duas variáveis de um modelo estatístico linear generalizado. O R, neste caso possui valores em geral, acima de 0,95, mostrando uma relação forte para as variáveis com valores experimentais estudados.

Tabela 10 – Anova análise de regressão para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2³

			Teste F (Regressão)		
Variável	QA	R	F _{calc}	F _{tab}	F _{calc} /F _{tab}
$\rho_{\text{espuma}} \text{ (g.cm}^{-3}\text{)}$	86,62	0	10,25	5,266	1,95
$\theta \text{ (%)}$	89,03	0	12,60	5,266	2,39
T _{qpg}	83,86	0	8,42	5,266	1,59
$\varepsilon \text{ (cm}^3\text{)}$	88,44	0	11,93	5,266	2,26
$\beta \text{ (%)}$	99,58	0	342,87	5,266	65,11

Obteve-se modelos estatisticamente significativos para fração do volume drenado (θ), tempo de queda da primeira gota (T_{qpg}), estabilidade (ε) e expansão da espuma (β) que são apresentados respectivamente pelas Equações 6, 7, 8 e 9. Contudo, para variável resposta β , verifica-se que o modelo é robusto sendo estatisticamente preditivo e significativo.

$$\theta = 0,46 - 0,24M_a + 0,14M_aM_p \quad (6)$$

$$T_{qpg} = 13,37 + 1,99M_g + 5,37M_a - 3,56M_p - 4,18M_aM_p - 1,62M_gM_aM_p \quad (7)$$

$$\varepsilon = 4,42 + 2,23M_a + 1,49M_gM_a - 1,33M_gM_p - 1,62M_aM_p \quad (8)$$

$$\beta = 160,36 - 37,52M_g + 39,03M_a - 34,64M_p - 26,36M_gM_a + 5,65M_gM_p - 16,31M_aM_p + 10,79M_gM_aM_p \quad (9)$$

4.2.2 Polpa de umbu - Planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central

Ao utilizar como estabilizante o *Agar-agar* nas polpas de umbu, houve significância no limite de 95%, para as variáveis apresentadas nas Figuras 19, 20 e 21. Para a massa específica e para a fração de volume drenado, obteve-se melhores resultados ao aumentar-se a

massa de *Agar-agar* e diminui-se na interação $M_{Agar-agar} \times M_{polpa,0}$ inverso ocorre para a estabilidade.

Figura 19 - Diagrama de Pareto - ρ espuma para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2

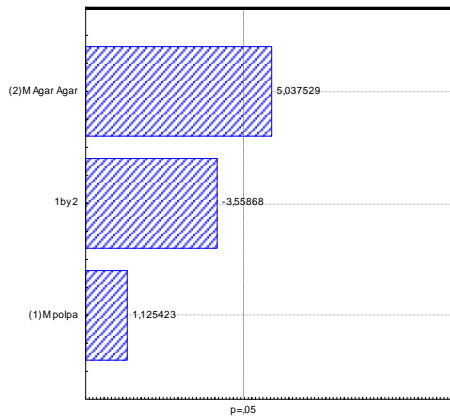


Figura 20 - Diagrama de Pareto - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2

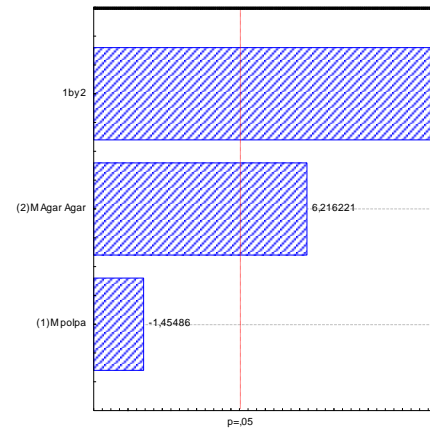
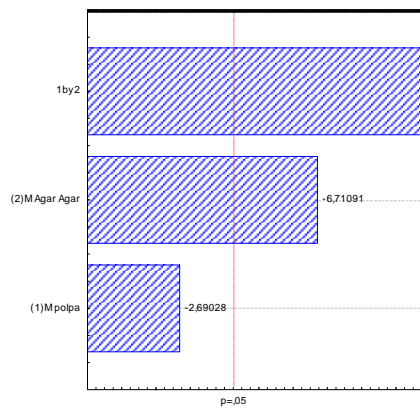


Figura 21 - Diagrama de Pareto - ϵ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2



Para as variáveis respostas T_{qpg} e expansão não se obteve valores de efeitos com significância, portanto por conveniência não foi colocado seus respectivos diagramas, apresentando uma grande dispersão dos seus valores, mostradas no gráfico de valores preditos *versus* valores observados, ou seja, apresenta uma má qualidade do ajuste conforme as figuras 22, 23, 24, 25 e 26 as quais correspondem aos valores preditos *versus* valores observados para este planejamento.

Figura 22 - Preditos x Observados - ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2²

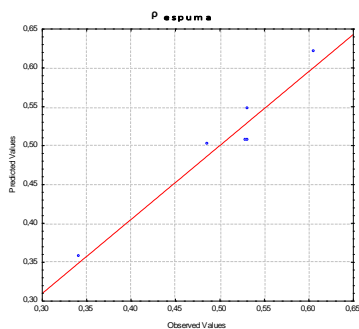


Figura 23 - Preditos x Observados - θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2²

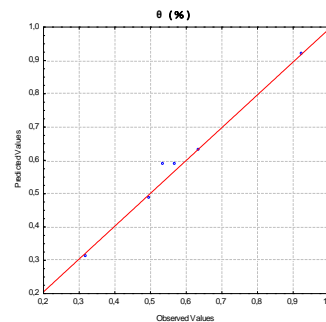


Figura 24 - Preditos x Observados - T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2²

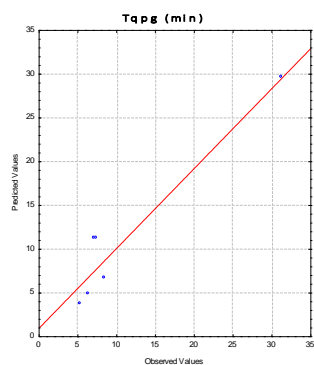


Figura 25 - Preditos x Observados - ϵ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2²

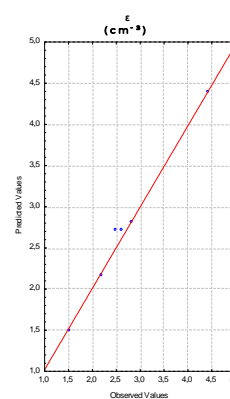
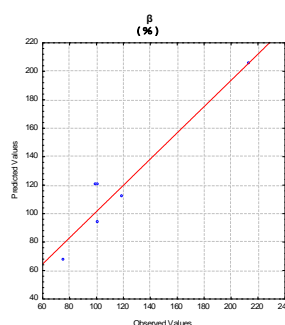


Figura 26 - Preditos x Observados - β para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2²



Os melhores resultados encontrados neste trabalho, foram para a polpa de umbu com albumina e gelatina. É de grande importância levar em consideração que a polpa preparada contém uma boa quantidade de pectina na sua casca que também é utilizada na produção da polpa, além do mais a gelatina serve para concentrar proteína, ou seja, além da gelatina está contribuindo para a sustentação da espuma ao concentrar a albumina, a pectina também auxilia no processo de estabilidade da espuma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espumas formuladas com polpa de abacaxi e a polpa do umbu com o uso do aditivo aga-agar, apesar de apresentarem algumas variáveis respostas favoráveis, para a maioria não se mostraram satisfatórias, para que as mesmas pudessem apresentar uma boa estabilidade em temperatura ambiente.

Para a polpa do umbu, variando os aditivos albumina e gelatina, os resultados foram melhores, principalmente quando utiliza-se altas concentrações de albumina e pequenas concentrações de gelatina, levando a aderir o uso destes aditivos como agente espessante e estabilizante. Desta forma contribuindo para a secagem da espuma, já que o comportamento da gelatina de formar película influencia na secagem viabilizando redução de custos no processo final do produto.

Recomenda-se estudos de estabilidade de espumas com estes aditivos em temperaturas semelhantes às de secagem.

REFERÊNCIAS

ADITIVOS ALIMENTARES E COADJUVANTES DE TECNOLOGIA. In: ANVISA. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos-alimentares>>. Acesso em 30 de Set. 2016.

Anuário Brasileiro da Fruticultura. Editora Gazeta. 2015

APENBURG, O. R. O. Desidratação do côco pelo processo foam mat(côco em pó). Campinas: 1997. 37p. (Dissertação de Mestrado).

AZEVEDO, R. R. de S. *et al.* Potencial antioxidante e antibacteriano do extrato etanólico de plantas usadas como chás. *Revista Semente*, 2011 6(6), pp. 240-249.

BAG, S. K.; SRIVASTAV, P. P.; MISHRA, H. N. Optimization of process parameters for foaming of bael (*Aegle marmelos* L.) fruit pulp. *Food Bioprocess Technology*. V.4,p. 1450-1458,2011.

BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. de. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu / Lílian Santos Barreto e Marina Siqueira de Castro. – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 64 p., 2010.

BASTOS, D. S. *et al.*;Desidratação da polpa de manga “tommy Atkins” utilizando a técnica de foam matdrying – avaliações química, físico-químicas e sensoriais. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 8; n.4, p. 283-290, 2005.

BATES, R. P. Factors affecting foam production and stabilization of tropical fruit products. *Food Technology*, V. 18, n.1, p. 93-96, 1964.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria Nº 540 de 1997. Aprova os Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil* de 17 de Nov. de 1998, Seção 1, Página 90.

BRYGIDYR, A. M.; RZEPECKA, M. A.; MC CONNEL, M. B. Characterization and drying of tomato paste foam by hot air and microwave energy. *Canadian Institute of Food Sciene and Technology Journal*, v.10, n.4, p.313-319, 1997.

BUENO, S. M.; LOPES, M do R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. Ver. Inst. Adolfo Lutz, 62(2):121-126, 2002

CAVALCANTI, N. de B. *et al.* Ciclo reprodutivo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) no semi-árido do nordeste brasileiro. Revista Ceres, 47(272):421-439, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Umbu (fruto). Disponível em: Acesso em: 10 Out. 2014.

CAMPOS, A. M. Efeito de adoçantes e edulcorantes na formulação de geleias de fruta com pectina aminada, 1993.166 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

CANTARELLI, V. S.; FIALHO, E. T.; ZANGERONIMO, M.; ALMEIDA, E. C.; NETO, J. C. G. Aditivos e coadjuvantes biológicos na alimentação de suínos. 1. ed., Lavras: UFLA, 2005. 95 p.

CAPITANI, C. D. Interação de proteínas do soro de leite com polissacarídeo: fracionamento e estudo das propriedades funcionais dos complexos. Campinas-SP: 2004. (Dissertação de mestrado).

CHAVES, J. B. P. Noções de microbiologia e conservação de alimentos. Viçosa: UFV, 1993. 113 p.

COSTA, D. O. da; CARDOSO, G. R.; SILVA, G. M. V. da. A evolução do setor produtivo e comercialização de polpa de fruta no brejo paraibano: estudo de caso na COAPRODES. In: A Gestão dos processos de produção e as parcerias globais para o desenvolvimento sustentável dos sistemas produtivos, 33, 2013.

DAMODARAN, S.; FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L. Química de alimentos de Fennema. 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANTAS, S. C. M. Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat. (Dissertação: mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

Estabilizantes, Revista Food Ingredients Brasil nº 14- junho/julho 2010, Editora Insumos Ltda.

EVANGELISTA, J,1913. Tecnologia de alimentos/José Evangelista – São Paulo: Editora Atheneu, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF DE UNITES NATIONS (FAO). In: Production of fruits and vegetables and share in the world, 2004. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 08 Out.2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL – Revista eletrônica nº 18, 2011.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n .1, p.9-14,2010.

GIACOMELLI, E. J.; PY, C. Abacaxi no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. B.CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez. 2004.

GURGEL, C. E. M. R. Secagem da polpa de graviola (*annona muricata* L.) em camada de espuma – Desempenho do processo e características do produto/Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN-Natal,2014.

GURJÃO, K. C. V. Desenvolvimento, armazenamento e secagem de Tamarindo. Areia: UFPA, 2006, 165f. (Tese de Doutorado em Agronomia).

HORTELÃ DA FOLHA MIÚDA. In: Centro de informações sobre plantas medicinais. Disponível em < <https://ciplamascas.wordpress.com/2014/11/05/as-atividades-farmacologicas-da-hortela-da-folha-miuda/>>. Acesso em 11 de Out. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 5. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

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

KHALAF, N A et al. Antioxidant Activity of Some Common Plants. *Turk J Biol.* v. 32, p. 51-55, 2008.

LIMA, L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S. & NASCIMENTO, P. P. Caracterização físico-química e sensorial de pitanga roxa. *Ver. Bras. Frutic.* 22:382-5, 2000.

LIMA, J. L. S. Plantas forrageiras das caatingas – usos e potencialidades. Petrolina, Embrapa-CPATSA/PNE/RBG-KEW, 1996. 44p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil – Nativas e exóticas. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARTINS, E. R; CASTRO, D. M; CASTELLANI, D. C; Dias, J. E. 1998. Plantas Medicinais. Viçosa: Editora UFV. p. 220

MEDINA, J. C. Cultura. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. Abacaxi: Cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Ver. Ampl. Campinas: ITAL, 1987, P.1-110 (ITAL.Série frutas tropicais).

MICHALAK. A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish J. of Environ. Stud. v. 15, n. 4, p. 523-530, 2006.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L, V.; KUSKOSKI, E, M. Introdução à ciência de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002, 256p.

NUNES, I. J. Nutrição animal básica. 2.ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 333 p.

PAVANELLI, A. P. Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade. São Paulo; 1998. ABIAM – Associação Brasileira da Indústria de Aditivos e Melhoradores para Alimentos e Bebidas.

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

RATTI, C.; KUDRA, T. Drying of foamed biological materials: opportunities and challenges. *Drying Technology*, New York, v. 24, n. 9, p. 1101-1108, 2006.

SHAW, Introdução à Química dos Colóides e de Superfícies, Editora Edgard Blücher Ltda, 1975.

SILVA, B. de A. Estudo da estabilidade da espuma da polpa de goiaba (*Psidium Guajava* L.): efeito do uso de estabilizantes/ Braúlio de Almeida Silva. 43p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

SILVA, J. E. F. V. Estudo da estabilidade das espumas da polpa de goiaba (*Psidium Guajava* L.) [manuscrito] / José Everton Franklyn Vital da Silva. – 2012.55 f.: il. color.

SOARES, E. C. Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (*eugenia stipitata* mc vaugh) em leito de espuma. Itapetinga-BA, março 2009 - Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

SOARES, E. C. *et al.*, Desidratação da polpa de acerola (*Malpighiaemarginata* D.C.) pelo processo foam-mat. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, SP, v.21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Rev. Nutr.*, Campinas. v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUSA, C. M. DE M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quim. Nova*, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

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

THUWAPANICHAYANAN, R.; PRACHAYAWARAKORN, S.; SOPONRONNARIT, S. Effects of foaming agents and foam density on drying characteristics and textural property of banana foams. *LWT – Food Science and Technology*, Oxford, v. 47, n. 2, p. 348-357, 2012.

THUWAPANICHAYANAN, R.; PRACHAYAWARAKORN, S.; SOPONRONNARIT, S. Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, v. 86, n. 4, p. 573-583, 2008.

UMBUZEIRO: valorize o que é seu / Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Semi- Árido. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 33 p.: il. – (ABC da Agricultura Familiar, 15).

VALENTAS K. J.; ROTSTEIN E.; SINGH R, P, *Handbook of food engineering practice*. 1. ed. Florida: CRC Press LLC, 1997. p. 143-158.

VALENTE, P. P. S. de. Desidratação osmótica e secagem de abacaxi (*Ananás Comosus* (L.) Merrill), variedade Pérola. Campias 2007, Dissertação- Unicamp/FEA.

Van Arsdel; Copley. Food dehydration. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, 1964. v. 2, 721 p.