

ESTUDO DA ESTABILIDADE DA ESPUMA DA POLPA DO UMBU (*SPONDIAS TUBEROSA L.*) PARA SECAGEM PELO MÉTODO *FOAM-MAT*

¹Elibe S. SOUZA; ²Fellype D. C. GOMES; ³Ewellyn S. SOUZA; ⁴Marcello M. de ALMEIDA

¹ Universidade Estadual da Paraíba - Química Industrial – E-mail: elybesilva@gmail.com

² Universidade Estadual da Paraíba - Química Industrial – E-mail: fellypediorgennes22@gmail.com

³ Universidade Estadual da Paraíba - Química Industrial – E-mail: ewellynessouza@gmail.com

⁴ Universidade Estadual da Paraíba. Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental. E-mail: marcello_maia2000@yahoo.com.br

Resumo: Estudou-se a estabilidade das espumas da polpa do umbu com aditivos combinados em diferentes concentrações à temperatura ambiente. Determinou-se pH, massas específicas, expansão, tempo de queda da primeira gota, estabilidade e fração de volume drenado. Os resultados foram analisados a partir de planejamentos fatoriais com repetições no ponto central e análise dos efeitos com limite de confiança de 95% para as variáveis independentes sobre as variáveis dependentes. As espumas formuladas com o aditivo ágar-agar não se mostraram satisfatórias, para que as mesmas pudessem apresentar uma boa estabilidade em temperatura ambiente. No entanto, para a polpa do umbu, variando-se os aditivos albumina e gelatina, os resultados foram melhores, principalmente quando se utiliza altas concentrações de albumina e pequenas concentrações de gelatina, com estabilidades das espumas e massas específicas dentro de uma faixa favorável ao processo. Estes resultados apoiam o uso destes aditivos para favorecer o processo de secagem da espuma.

PALAVRAS-CHAVE: *Foam-mat*, Umbu, Albumina, Ágar-agar.

1. INTRODUÇÃO

O umbu é uma fruta exótica de grande aceitação e de alto valor nutritivo, seus produtos apresentam grandes perspectivas de inserção no mercado, especialmente na forma de polpa, sucos, sorvetes, etc.

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).

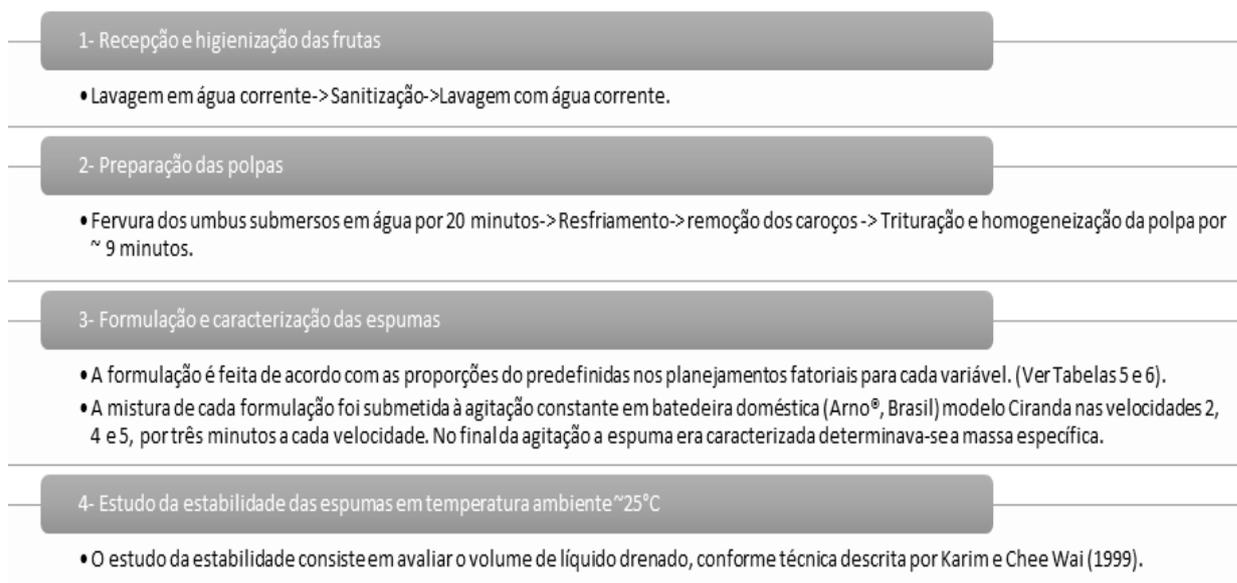
Este método foi desenvolvido afim de uma rápida secagem de alimentos líquidos, porém vem sendo muito utilizado para alimentos pastosos como purês e polpas de frutas (BAG *et al.*, 2011).

Destarte, objetiva-se estudar a estabilidade das espumas da polpa do umbu em temperatura ambiente com aditivos e a partir da melhor formulação, posteriormente, realizar a secagem pelo método *foam-mat*, em estufa com circulação de ar.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA) do CCT da Universidade Estadual da Paraíba. Utilizou-se como matéria prima umbu (*Spondias Tuberosa L.*), adquirida no mercado central de Campina Grande – PB. As etapas do procedimento experimental são apresentadas na Figura 1.

Figura 1- Etapas experimentais para o estudo da estabilidade da espuma



As polpas e espumas formuladas foram submetidas à determinação da massa específica da polpa e espuma por meio da picnometria, utilizando-se picnômetros padrões de 50 mL

previamente calibrados. As análises foram realizadas em triplicata.

O cálculo da massa específica (ρ) foi determinado utilizando-se a Eq.1 e a expansão da espuma (β) a Eq. 2:

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

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

A estabilidade (ε) foi determinada pelo inverso do volume drenado (V_d) Eq. 3 ou pela fração de volume (θ) que se desprende da espuma no intervalo de tempo específico de 5 minutos (V_d), de acordo com a Eq. 4.

$$\varepsilon = \frac{1}{V_d} \quad (3)$$

$$\theta = \frac{V_d}{V_{funil}} \times 100 \quad (4)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central

Inicialmente, realizou-se um planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central para analisar o estudo do efeito combinado dos aditivos albumina e gelatina. A Tabela 1 apresenta os resultados experimentais obtidos, na temperatura ambiente, dos parâmetros usados para verificar o comportamento das espumas em estudo.

Tabela 1 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$).

Experimentos		M Polpa	M ₁	M ₂	ρ_{espuma}	ρ_{polpa}	θ	T _{qpg}	ϵ	β	pH	pH
		(g)	(g)	(g)	(g.cm ⁻³)	(g.cm ⁻³)	(%)	(min)	(cm ⁻³)	(%)	polpa	espuma
F1	(-) (-) (-)	300	1,5	1,5	0,4043	1,0599	0,9286	7,78	1,54	144,3438	2,72	2,80
F2	(+) (-) (-)	500	1,5	1,5	0,4546	1,0785	0,2857	3,52	5,00	117,9879	2,58	2,64
F3	(-) (+) (-)	300	7,5	1,5	0,2379	0,9600	0,2857	19,53	5,00	329,3437	3,89	4,08
F4	(+) (+) (-)	500	7,5	1,5	0,3365	1,0269	0,3214	10,75	4,44	194,5662	2,61	2,69
F5	(-) (-) (+)	300	1,5	7,5	0,4258	1,0652	1,0	5,012	1,43	132,3413	2,67	2,75
F6	(+) (-) (+)	500	1,5	7,5	0,5411	1,0785	0,7143	11,73	2,00	85,3871	2,58	2,66
F7	(-) (+) (+)	300	7,5	7,5	0,3661	1,0599	0,1071	31,5	13,33	168,6952	2,72	3,11
F ₈	(+) (+) (+)	500	7,5	7,5	0,4994	1,0785	0,2857	9,28	5,00	99,6940	2,58	2,75
PC	(0) (0) (0)	400	4,5	4,5	0,3719	1,0599	0,4285	15,17	3,33	164,7659	2,72	2,80
PC	(0) (0) (0)	400	4,5	4,5	0,3740	1,0599	0,3214	16,48	4,44	163,2513	2,60	2,77
PC	(0) (0) (0)	400	4,5	4,5	0,3734	1,0601	0,4643	16,38	3,08	163,6449	3,89	4,02

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

As amostras F7 e F3, foram as melhores formulações de acordo com os valores de estabilidade e expansão. As massas específicas encontradas, estão consideravelmente na faixa prevista pela literatura, que sugere um valor entre 0,1 a 0,6g. cm⁻³ segundo Van Arsdel (1964).

Foi observado na Figura 2, que os efeitos significativos foram massa da gelatina e massa da polpa quando se aumenta o quantitativo destas variáveis. O mesmo comportamento é visto nas interações: M_{gelatina}XM_{polpa}, M_{gelatina}XM_{albumina} e M_{albumina}XM_{polpa}. Porém, o comportamento inverso é observado para o efeito M_{albumina} e interação M_{gelatina}XM_{polpa}XM_{albumina}.

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 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.

Figura 2 - Diagrama de Pareto ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

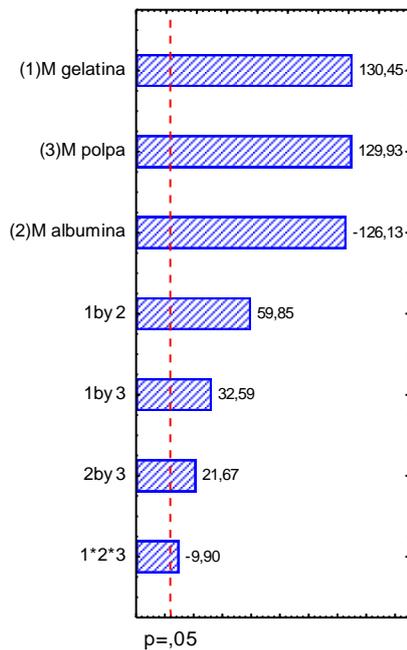


Figura 3 - Diagrama de Pareto θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

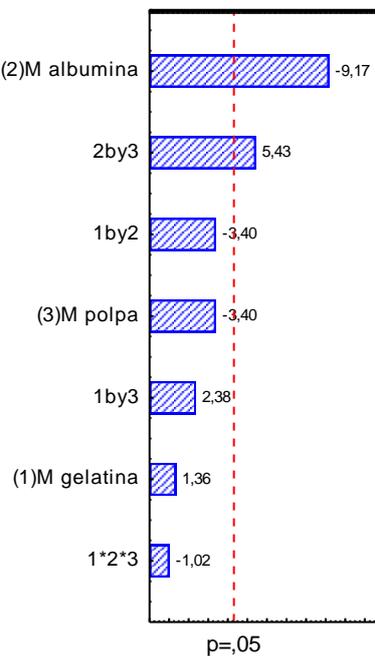


Figura 4 - Diagrama de Pareto T_{qpg} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^3

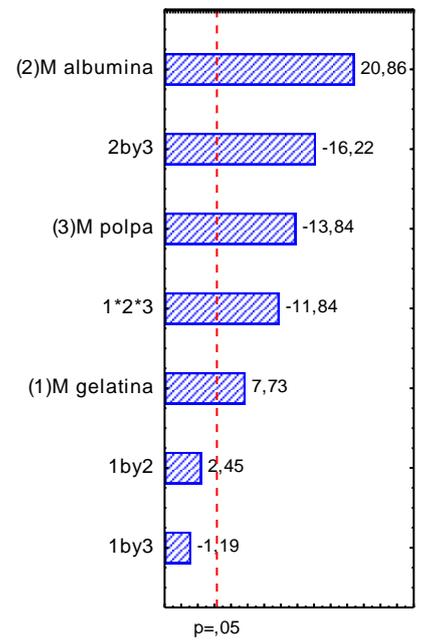


Figura 5 - Diagrama de Pareto

ε para a polpa de umbu do planejamento
fatorial 2^3

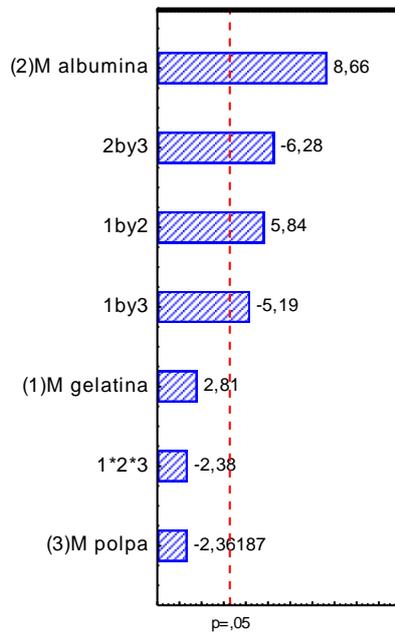
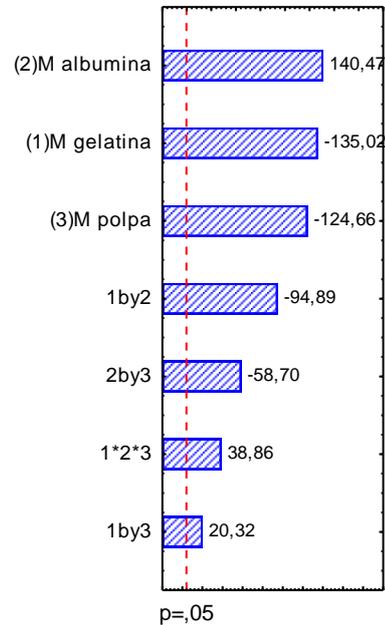


Figura 6 - Diagrama de Pareto

β para a polpa de umbu do planejamento
fatorial 2^3



A tabela ANOVA, apresentada na Tabela 2, permite fazer a comparação entre as amostras, minimizando a probabilidade de erro amostral. Verificou-se que os modelos são estatisticamente significativos para as variáveis respostas abaixo, pois apresentaram bons coeficientes de correlação. O R, neste caso possui valores em geral, acima de 0,95, mostrando uma relação forte para as variáveis com valores experimentais estudados.

Tabela 2 – Anova análise de regressão

Variável	QA (%)	R	F _{calc}	F _{tab}
$\rho_{\text{espuma}} \text{ (g.cm}^{-3}\text{)}$	86,62	0,96	10,25	5,266
θ (%)	89,03	0,96	12,60	5,266
T _{qpg}	83,86	0,95	8,42	5,266
ε (cm ³)	88,44	0,96	11,93	5,266
β (%)	99,58	0,99	342,87	5,266

Planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central

A partir dos resultados obtidos anteriormente, verificou-se que com o aumento da albumina, obtém-se melhores resultados. Desta forma fixou-se a maior massa da albumina e modificou-se o aditivo estabilizante para *Ágar-agar*, realizando-se um novo planejamento fatorial, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz das variáveis respostas do planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central em temperatura ambiente (+/- 25°C)

Experimentos		M Polpa	M Agar-agar	ρ_{espuma}	ρ_{polpa}	θ	Tqpg	ϵ	β	pH	pH
		(g)	(g)	(g.cm ⁻³)	(g.cm ⁻³)	(%)	(min)	(cm ⁻³)	(%)	polpa	espuma
F1	(-) (-)	300	1,5	0,3437	1,0790	0,32	31,4	4,44	213,94	2,72	3,03
F2	(+) (-)	500	1,5	0,4875	1,0701	0,64	6,6	2,22	119,51	3,76	3,91
F3	(-) (+)	300	7,5	0,6076	1,0694	0,93	8,45	1,54	76,004	3,77	4,07
F4	(+) (+)	500	7,5	0,5329	1,0791	0,50	5,48	2,85	102,49	2,72	2,86
PC	(0) (0)	400	4,5	0,5316	1,0700	0,57	7,15	2,5	101,28	3,78	3,93
PC	(0) (0)	400	4,5	0,5294	1,07081	0,54	7,42	2,66	102,27	3,74	3,96

* *Massa de albumina fixa em 7,5 g*

O uso do *Ágar-agar* nas polpas de umbu, apresentou significância estatística para as variáveis apresentadas nas Figuras 7, 8 e 9. Para a massa específica e para a fração de volume drenado, obtiveram-se melhores resultados ao aumentar-se a massa de *Ágar-agar* e diminui-se na interação; o inverso ocorre para a estabilidade.

Figura 7- Diagrama de Pareto ρ_{espuma} para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2

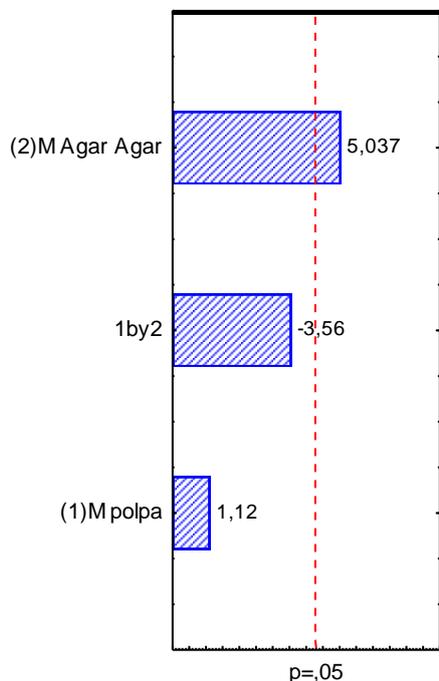


Figura 8- Diagrama de Pareto θ para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2

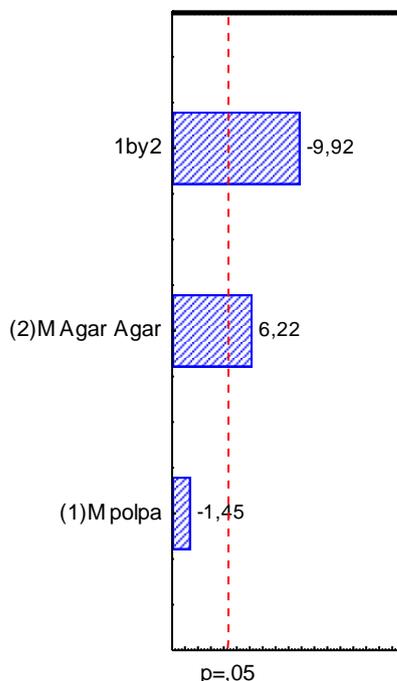
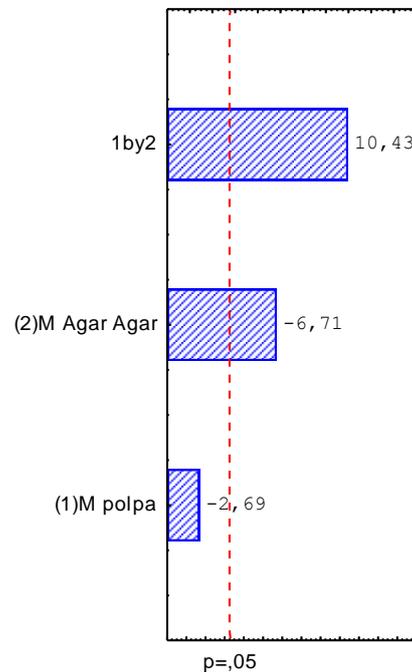


Figura 9- Diagrama de Pareto ε para a polpa de umbu do planejamento fatorial 2^2



No mais, os resultados obtidos neste trabalho corroboram para o uso destes aditivos (espessante/estabilizante) favorecendo a secagem da espuma.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espumas formuladas com polpa do umbu, com o uso do aditivo Ágar-agar, não se mostraram satisfatórias para que as mesmas pudessem apresentar uma boa estabilidade em temperatura ambiente. No entanto, para a polpa do umbu, variando-se os aditivos albumina e gelatina, os resultados foram melhores, principalmente quando se utilizou altas concentrações de albumina e pequenas concentrações de gelatina.

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

REFERÊNCIAS

1. BAG, S. K.; SRIVASTAV, P. P.; MISHRA, H. N. Optimization of process parameters for foaming of bael (*Aegle marmelos* L.) fruit pulp. In: *Food Bioprocess Technology*. V.4, p. 1450-1458, 2011.
2. FURTADO, G. F. et al. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. In: *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n .1, p.9-14,2010.
3. KARIM A. A.; WAI C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. In: *Food Chemistry*, v. 64. p. 337-343. 1999.
4. VAN ARSDEL; C. Food dehydration. In: The Avi Publishing Company. Westport: Connecticut,1964. v. 2, 721 p.