

# SECAGEM DA POLPA DE GRAVIOLA PELO PROCESSO FOAM-MAT E AVALIAÇÃO SENSORIAL DO PRODUTO OBTIDO

**Judith Teixeira Dieb**

Graduanda em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
E-mail: judithdieb@gmail.com

**Camilla Mendes Gurgel**

Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
E-mail: engcamillagurgel@gmail.com

**Thayse Pires Dantas**

Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
E-mail: thaysemb@yahoo.com.br

**Maria de Fátima Dantas de Medeiros**

Doutora em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
E-mail: mfatimadantadmedeiros@gmail.com

**ENVIO EM:** Maio de 2015

**ACEITE EM:** Agosto de 2015

**RESUMO** – Foram realizados ensaios de secagem em camada de espuma da polpa de graviola com adição de 1% de emustab e 1% de liga neutra. Estudaram-se os efeitos da temperatura (50°C, 60°C e 70°C) e espessura da camada (0,30 cm, 0,45 cm e 0,60 cm) na cinética de secagem, avaliando-se o comportamento das curvas de secagem e as características físico - químicas do produto em pó (umidade e atividade de água). Iogurtes saborizados com 7% de pó de graviola obtidos na secagem foram submetidas à análise sensorial que foi realizada mediante teste de avaliação utilizando 50 provadores não treinados. Cada provador emitiu notas para os atributos aparência, odor, sabor e textura. O produto apresentou índice de aceitabilidade superior a 70% e conforme a classificação qualitativa, as médias das notas ficaram compreendidas entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente” (6,63 a 7,55 para os atributos de odor e textura, respectivamente).

**Palavras-chave:** Graviola. Secagem. Foam mat.

### **FOAM MAT DRYING OF SOURSOP PULP AND SENSORY ANALYSIS OF THE OBTAINED PRODUCT**

**ABSTRACT** – Foam mat drying tests of soursop pulp were conducted with addition of 1% neutral alloy and 1% emustab. Were studied the effects of temperature (50 ° C, 60 ° C and 70 ° C) and layer thickness (0.30 cm, 0.45 cm and 0.60 cm) at the drying kinetics, evaluating the behavior the drying curves and the physical - chemical characteristics of the product powder (humidity and water activity). Yogurts were flavored with 7% soursop powder produced in the drying and sensory analysis was carried out using an evaluation test with 50 untrained panelists. Each taster issued notes to the attributes appearance, odor, flavor and texture. The product has higher acceptability rate to 70% and according to qualitative classification, the mean scores were between like slightly and enjoyed regularly (from 6.63 to 7.55 for odor and texture attributes, respectively).

**Keywords:** Soursop. Drying. Foam mat.



## 1 INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annonamuricata* L.) é uma das importantes frutíferas cultivadas no Nordeste brasileiro. Atualmente, tem-se empregado novas tecnologias que permitem processar as frutas na forma de pó, fazendo com que estas, antes consumidas apenas em época de safra, passem a ser consumidas em qualquer período do ano.

Entre os processos estudados para a produção de polpas de frutas em pó destaca-se a desidratação em camada de espuma que tem como característica a rápida secagem de alimentos líquidos e pastosos como sucos, purê e polpas de frutas (MARQUES, 2009). Suas principais vantagens quando se compara com a secagem em spray são o baixo custo, menor temperatura de operação e curto tempo de processamento.

O líquido é transformado em espuma pela adição de pequena porção de um agente espumante e a incorporação de ar por agitação. Também são adicionados agentes estabilizantes para manter a estabilidade da espuma durante a secagem. A espuma é distribuída em camadas finas sobre bandejas e levada ao secador, em temperaturas relativamente baixas (menor ou igual a 70°C). O produto desidratado é moído e convertido em pó (KADAM et al., 2010).

Na polpa seca, elimina-se o inconveniente da vida curta de prateleira, com vantagem da possibilidade da manutenção do material em temperatura ambiente, sem despesas inerentes à conservação a frio. A polpa processada na forma de pó apresenta fácil reconstituição em água, possibilidade de formulação com outros produtos e baixa relação volume/massa, com conseqüente economia em custos de embalagem e espaço de armazenamento (VIEIRA et al., 2007).

Este trabalho teve como objetivo estudar a secagem da polpa de graviola em camada de espuma, avaliando a cinética de secagem, o efeito das variáveis de operação, as características do produto e sua aceitação sensorial em uma formulação de iogurte saborizado com o mesmo.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados variando-se a espessura da camada de espuma e a temperatura de secagem na estufa. A cinética de secagem foi avaliada através da pesagem da espuma em intervalos regulares de tempo ao longo do processo, até que se verificasse peso constante. Desta forma, para cada condição de processo foi determinado o tempo para o material atingir a umidade de equilíbrio. O material em pó foi analisado, determinando-se: umidade em balança de umidade aquecida por infravermelho; atividade de água medida no analisador de atividade de água (AQUALAB); acidez total titulável obtida pela titulação com o NaOH 1N e a solubilidade, através da secagem em estufa a 70°C de alíquotas do sobrenadante proveniente do processo de centrifugação de soluções preparadas pela diluição de 1 g de pó em 100mL de água. O percentual de solubilidade foi calculado a partir da diferença entre o peso da amostra antes e após a secagem.

### 2.1 PREPARAÇÃO DA ESPUMA E SECAGEM

No preparo e secagem da espuma a seguinte metodologia foi adotada: descongelamento e pesagem da polpa de graviola com adição dos aditivos (1% de Liga Neutra e 1% de Emustab); batimento constante em batedeira doméstica por 30 minutos, de modo a formar uma espuma com características adequadas à secagem rápida; distribuição da espuma em placa de alumínio; secagem em estufa com circulação de ar, com acompanhamen-

to da perda de água através da pesagem sistemática da placa até alcançar peso constante; raspagem da placa para retirada do material desidratado, pesagem e trituração em liquidificador doméstico para obtenção do pó; determinação da umidade do pó. As placas foram dimensionadas para processar um volume fixo de 225 cm<sup>3</sup>, mantendo-se as espessuras nos níveis definidos no delineamento experimental de 0,3 cm, 0,45 cm e 0,60 cm. Antes de iniciar os experimentos, a temperatura da estufa era estabilizada na condição a ser mantida na secagem, 50°C, 60°C e 70°C. Para a verificação da reprodutibilidade do processo, a secagem na condição intermediária (60°C e 0,45 cm) foi realizada em triplicata. As massas específicas ( ) tanto das espumas como da polpa de graviola, foram determinadas em triplicata por picnometria líquida, utilizando-se picnômetros padrões de 50 mL previamente calibrados. A expansão das espumas foi calculada a partir da Equação (1).

$$\text{Exp}\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

## 2.2 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Iogurte natural do tipo adoçado foi saborizado com 7% de pó de graviola para ser submetido à análise sensorial realizada mediante teste de avaliação utilizando 50 provadores não treinados. Cada provador emitiu notas para os atributos aparência, odor, sabor e textura do iogurte. A avaliação sensorial foi realizada aplicando o teste de aceitabilidade com ficha contendo escala hedônica de nove pontos, com 50 provadores não treinados, discentes e servidores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Entre eles, 41% foram homens e 59% mulheres.

O cálculo do índice de aceitabilidade foi realizado através da equação 2:

$$\text{IA}\% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

A = nota média obtida para o produto,

B = nota máxima dada ao produto.

Considera-se o IA com boa repercussão quando  $\geq 70\%$ .

## 2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA

O estudo de sistemas de secagem, seu dimensionamento, otimização e a determinação da viabilidade de sua aplicação comercial, podem ser feitos por simulação matemática. Para a simulação, utilizam-se modelos matemáticos que representam satisfatoriamente a perda de umidade do produto em função do tempo durante o período de secagem. Neste trabalho foi utilizado o modelo de Page que é representado pela seguinte equação:

$$U = U_{eq} + (U_i - U_{eq}) \exp(-kt^n) \quad (3)$$

= Razão de umidade, dada por (4)

= constante do modelo de Page (min<sup>-1</sup>);

n = constante adimensional do modelo de Page;

t = tempo (min);

U = umidade em base seca (massa de água (g)/massa seca (g));

U<sub>eq</sub> = umidade de equilíbrio em base seca (massa de água (g)/massa seca (g));

U<sub>i</sub> = umidade inicial em base seca (massa de água (g) massa seca (g)).

Para determinação dos parâmetros do modelo de Page, utilizou-se o software STATISTICA 7.0.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela apresenta-se a caracterização da espuma submetida à secagem nas condições intermediárias de temperatura 60°C e espessura 0,45cm, relacionando sua expansão após o período de batimento com as massas específicas da espuma da polpa da fruta. Os resultados de expansão >100% viabilizam o processo de secagem em camada de espuma uma vez que a transferência de calor e massa é favorecida pela maior área de contato. Observa-se variação na densidade das espumas, o que pode ser decorrente de variações nas condições de batimento das mesmas.

Tabela 1 – Caracterização da espuma

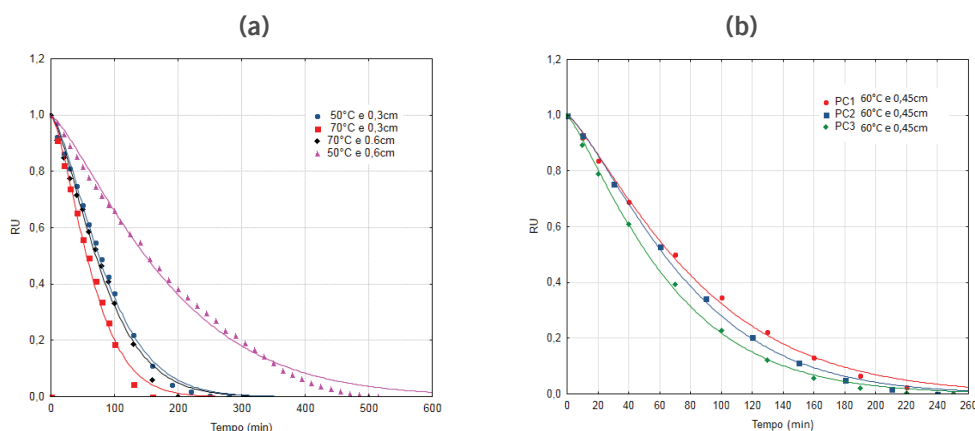
	$\rho_{\text{espuma}}$ (g/ml)	$\rho_{\text{polpa}}$ (g/ml)	Expansão(%)
Ensaio 5	0,51	1,03	101,96
Ensaio 6	0,5	1,03	106,00
Ensaio 7	0,45	1,03	128,89

Os gráficos ilustrados nas Figuras 1(a) e 1(b) representam os dados experimentais e preditos pelo modelo de Page para todas as condições de secagem estudadas. Conforme se observa, as curvas ajustadas pelo modelo de Page representam satisfatoriamente os dados experimentais. Na figura 1(a), observa-se o efeito da temperatura e da espessura da camada de espuma no processo de secagem, temperatura mais elevadas e espessuras mais finas aceleram a secagem. Na temperatura de 70°C e espessura de 0,30cm foi observado o menor tempo (170 min) para atingir o equilíbrio enquanto na condição de 50°C e espessura de 0,6 cm, a umidade de equilíbrio foi atingida em 520 minutos. Os efeitos contrários da temperatura e espessura são da mesma ordem, conforme se constata ao se observar que nos experimentos realizados em condições opostas (50°C e 0,3cm) e (70°C e 0,6 cm), o tempo de secagem foi praticamente o mesmo, em torno de 280 minutos.

Para os experimentos realizados nas condições intermediárias e em triplicata, o tempo médio de secagem foi de 250 min. A reprodutibilidade do processo nestes experimentos, figura 1(b), não foi muito bem retratada, embora o modelo tenha se ajustado satisfatoriamente aos dados experimentais. A pequena variação das curvas pode ser justificada pela diferença de densidade entre as espumas que foram preparadas, que variaram entre 0,45g/ml (ensaio7) e 0,51g/ml (ensaio5), conforme consta na Tabela 1. As espumas menos densas proporcionam maiores taxas de secagem, uma vez que a maior porosidade favorece as condições para a transferência de calor e de massa.

Na tabela 2 são exibidos os parâmetros do Modelo de Page. Conforme se observa, há um bom ajuste do modelo aos dados experimentais com  $R^2 > 0,99$ . As constantes de secagem também foram influenciadas pela temperatura e espessura da camada e apresentam resultados compatíveis com a literatura (MADEIRA, 2011; FIGUEIRÊDO, 2013).

**Figura 1- Curvas da razão de umidade em função do tempo, dados experimentais e preditos pelo Modelo de Page para temperaturas de 50 e 70°C com e espessuras de 0,3cm e 0,6cm (a), e nas condições do ponto central, 60°C e 0,45 cm de espessura (b).**



Fonte: autor

**Tabela 2 – Parâmetros do Modelo de Page**

Ensaio	T(°C)	Espessura (cm)	K(min <sup>-1</sup> )	n	R <sup>2</sup>
1	50	0,30	0,00138	1,438	0,998
2	70	0,30	0,00325	1,486	0,997
3	50	0,60	0,00110	1,286	0,997
4	70	0,60	0,00174	1,407	0,994
5	60	0,45	0,00366	1,244	0,997
6	60	0,45	0,00302	1,313	0,999
7	60	0,45	0,00570	1,213	0,998

Fonte: autor

Os pós obtidos da secagem em camada de espuma foram caracterizados e as informações encontram-se dispostas na tabela 3. Apresentaram umidades variando de 3,36 até 6,61%, atividade de água na faixa considerada apropriada para o armazenamento e com pouca probabilidade de proliferação de microorganismos. Segundo Araújo (2001), a estabilidade do alimento com atividade de água ( $a_w$ ) entre 0,2 e 0,4 é elevada, não sendo necessário o uso de conservantes para controlar o crescimento de microorganismos. A acidez total apresentou pouca variação em seus valores e o produto apresentou boa solubilidade em água mas com valores inferiores aos relatados por Dantas (2010), que utilizou o método de camada de espuma encontrando solubilidades de 98% e 91% para os pós de abacaxi e manga, respectivamente.

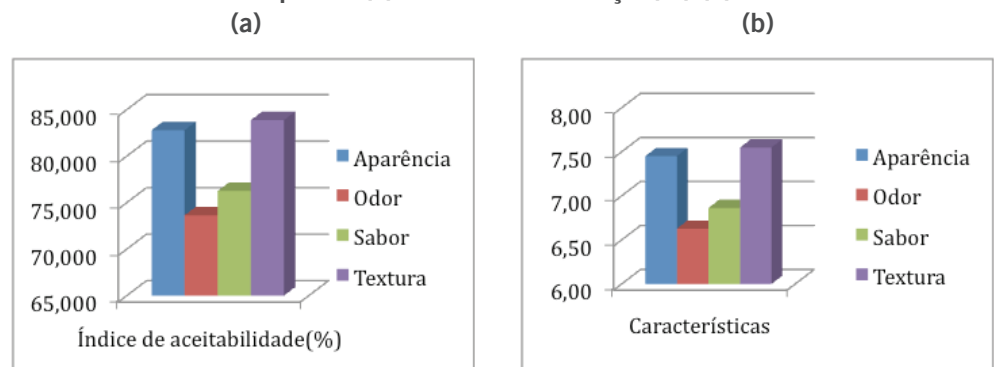
Tabela 3 – Caracterização da polpa de graviola em pó

Ensaio	T (°C)	Espessura (cm)	Umidade (%)	aw pó	ATT (%)	Solubilidade (%)
1	50	0,30	6,61	0,322	5,34	80,70
2	70	0,30	3,36	0,256	5,30	83,77
3	50	0,60	4,95	0,287	5,56	86,98
4	70	0,60	4,38	0,281	5,33	82,10
5	60	0,45	5,10	0,280	5,60	75,65
6	60	0,45	6,00	0,312	5,54	77,90
7	60	0,45	5,26	0,254	5,64	78,37

Fonte: autor

Com relação à avaliação sensorial do iogurte saborizado com o pó de graviola, todos os atributos apresentaram índice de aceitação (IA) superior a 70% (figura 2(b)), indicando que o produto teve boa aceitação entre os provadores. A menor média obtida foi no quesito odor (6,4) compreendida entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente” enquanto que a maior média foi no quesito textura (7,5) que está entre “gostei regularmente” e “gostei muito”, figura 2(a). De forma geral, apesar de se esperar que o processo de secagem modifique características como cor, aparência e sabor, o produto não teve sua aceitação comprometida.

Figura 2- Gráficos indicativos da avaliação sensorial. Média das notas para cada quesito (a) e Índice de aceitação(%) (b)



Fonte: autor

## 4 CONCLUSÕES

De uma forma geral, os resultados encontrados para a secagem da polpa de graviola foram satisfatórios, uma vez que o pó obtido apresentou boas condições para conservação e armazenamento. Confirmou-se o efeito da temperatura no sentido de diminuir o tempo de secagem, todavia deve-se considerar que temperaturas muito elevadas podem comprometer a qualidade do produto. Espumas mais espessa requerem maior tempo para atingir o equilíbrio, mas é válido evidenciar que para o mesmo volume processado, as espumas mais finas vão requerer maior área de exposição ao ar, o que implica na utilização de secadores maiores. O modelo de Page apresentou

um bom ajuste aos dados experimentais da razão de umidade em função do tempo, podendo ser utilizado para representar a cinética de secagem da polpa de graviola em camada de espuma.

Os resultados demonstram que o iogurte saborizado com o pó de graviola teve uma boa aceitação sensorial podendo ser uma alternativa viável para enriquecer alimentos com a graviola, cujas características nutricionais e medicinais constituem-se um grande apelo ao mercado consumidor de alimentos saudáveis.

## REFERÊNCIAS

DANTAS, S.C.M. **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat**. 2010, 86f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

FIGUEIRÊDO, Rossana Maria Feitosa de et al. Cinética de secagem em camada de espuma da polpa de mangaba. **Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas**, 7, Madrid, Agosto 2013.

KADAM, D.M.; PATIL, R.T.; KAUSHIK, P. Foam Mat Drying of Fruit and Vegetable-Products. **Drying of Foods, Vegetables and Fruits**, v.1, p.111-124, Singapore,2010.

MADUREIRA, I.A.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.T.M.,; FILHO, E.D.D. Cinética de secagem da Polpa do Figo-da Índia. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n Especial, p. 345- 354, 2011

MARQUES, G.M.R, **Secagem do caldo de cana em leite de espuma e análise sensorial do produto**. 2009. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga – BA

VIEIRA, H.; FIGUEIRERO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e ciências da terra**, n.1, v.7, 2007.

