

ESTUDO DE SECAGEM DAS POLPAS DE CAJU, GOIABA, GRAVIOLA E MANGA, PELO PROCESSO FOAM-MAT, COM E SEM A ADIÇÃO DE LEITE

A. K. T. MACHADO¹, C. E. M. R. GURGEL¹ e M. F. D. de MEDEIROS¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: aimeetavaresm@hotmail.com

RESUMO – Neste trabalho estudou-se a secagem em camada de espuma das polpas de caju, goiaba, graviola e manga, sem e com adição de 40% de leite. Foram utilizados como aditivos o Emustab® e Super-Liga-Neutra em proporções de 1%. As condições fixadas para os ensaios foram a temperatura e a espessura da placa, 70 °C e 0,30 cm, respectivamente. Também foram realizados os testes de expansão e estabilidade das espumas, e análises físico-químicas das espumas e dos pós obtidos (umidade, acidez, solubilidade e atividade de água). De acordo com os resultados, as espumas de graviola e de caju apresentaram elevada expansão quando preparadas com adição do leite, o que influenciou na cinética de secagem, aumentando as taxas e diminuindo o tempo de secagem. A adição do leite diminuiu a solubilidade dos produtos em pó, todavia todos os pós apresentaram condições adequadas para conservação e armazenamento.

1. INTRODUÇÃO

A desidratação de produtos alimentícios é um processo amplamente utilizado para melhorar a estabilidade dos alimentos através da redução da atividade de água do produto, com consequente redução da atividade microbiológica e minimização de algumas alterações físicas e químicas durante o armazenamento (GURGEL, 2014). Além disso, os processos de secagem são importantes para a indústria alimentícia de uma forma geral, pois permitem a redução de custos com a armazenagem, proporcionam uma maior facilidade no transporte dos alimentos, bem como garantem um maior valor agregado ao produto. Entre as técnicas empregadas tem-se o processo de desidratação em camada de espuma ou *foam-mat*.

O processo *foam-mat* é um método de desidratação no qual alimentos líquidos e semilíquidos são transformados em uma espuma estável através da adição de agentes químicos com propriedades emulsificantes e espessantes (SOARES, 2001). É um processo que tem como vantagem o baixo custo de operação e requer menor tempo de secagem devido à elevada área de contato exposta ao ar aquecido, facilitando a retirada da umidade. O produto obtido ao final do processo se apresenta poroso e facilmente reidratável.

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, possui em sua estrutura uma parte hidrofílica que interage com a água, e outra lipofílica, com afinidades por óleo ou substâncias apolares (PAVANELLI, 1998). O leite é

um agente emulsificante, pois apresenta, em sua composição, algumas proteínas específicas que o tornam “formador de espuma”. O aditivo comercial Emustab® também apresenta bons resultados como emulsificante, sendo muito utilizado para a formulação das espumas. Os estabilizantes são substâncias hidrocolóides e, portanto, tem uma alta capacidade de retenção de água, o que proporciona uma textura macia e corpo ao produto final. Aumentam a viscosidade, dão uniformidade ao produto e, com algumas exceções, tendem a uniformizar a formação de espuma durante a agitação (SOLER e VEIGA, 2001). A Super-Liga-Neutra® atua como estabilizante nos alimentos absorvendo e fixando a água livre, retardando a viscosidade, melhorando a textura, conferindo cremosidade e evitando o rápido derretimento.

Na secagem de alimentos é comum se observar dois períodos distintos, um de taxa constante e outro de taxa decrescente. No primeiro as transferências de calor e massa são analisadas da superfície do material ao ar de secagem, enquanto que no segundo as análises são baseadas nas transferências internas que governam a secagem (PARK et al., 2007). O objetivo deste trabalho foi estudar a desidratação das polpas de caju, goiaba, graviola e manga, em camada de espuma, numa estufa de circulação forçada de ar, para ensaios com 0% e 40% de leite, ambos com adição de adjuvantes: Emustab® e Super-Liga-Neutra, avaliando-se a cinética de secagem e as características físico-químicas dos produtos obtidos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

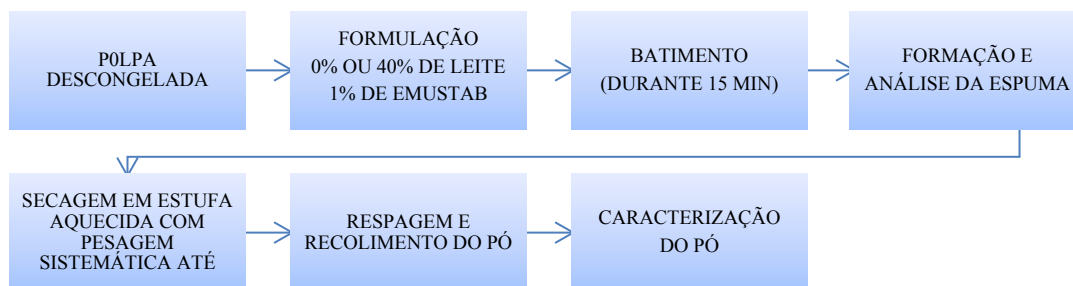
2.1. Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho foram usadas polpas descongeladas de caju, goiaba, graviola e manga, com adição de adjuvantes (Emustab® e Super-Liga-Neutra®), sendo 1% de cada aditivo para 200 g da mistura, sem e com adição de leite animal integral, na proporção de 40% para 200 g mistura.

2.2. Metodologia Experimental

O fluxograma do processo encontra-se representado pela Figura 1. É importante destacar que a metodologia apresentada abaixo envolve não somente o processo de secagem, mas também as análises da espuma, as pesagens da placa vão até peso constante, garantindo o estudo da cinética, até a obtenção e caracterização do pó.

Figura 1 – Fluxograma experimental



2.3. Análises físico-químicas e caracterização do pó

As polpas *in natura* e as espumas formuladas foram submetidas às análises físico-químicas com: determinação da massa específica e da expansão; estabilidade; determinação do pH, realizada em potenciômetro; atividade de água, em medidor do tipo AQUALAB; umidade em estufa até peso constante; e acidez total titulável (ATT), por titulação com solução NaOH a 0,1 N. Todas as análises foram realizadas em triplicata e seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Determinação da massa específica e da expansão: As massas específicas para as polpas e espumas foram medidas utilizando-se picnômetros de 50 mL, de acordo com a Equação 1. Com os valores das densidades, foi possível obter o percentual de expansão das espumas. Para o cálculo da expansão das espumas foi utilizada a Equações 2.

$$\rho_{amostra} = \frac{m_{amostra}}{V_{picnômetro}} \quad (1)$$

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

Estabilidade: Foram adicionadas 50 mL das espumas a funis e deixadas em repouso. Ao se observar o desprendimento da primeira gota de líquido marcou-se um tempo fixo de 5 minutos, efetuando-se a medida do volume total de líquido drenado neste intervalo de tempo. A estabilidade é avaliada pelo inverso do volume drenado, como se observa na Equação 3.

$$\Gamma = \frac{1}{V_{drenado}} \quad (3)$$

Os pós foram analisados quanto à umidade (balança analítica de umidade com aquecimento a infravermelho), atividade de água, acidez total titulável e solubilidade.

Determinação da solubilidade: Foi utilizado 1g de amostra do pó diluída em 100 mL de água destilada sob agitação mecânica de 2500 rpm por 5 minutos. A solução foi transferida para um tubo e centrifugada a 2600 rpm por 5 minutos. Aliquota do sobrenadante (20 mL) foi transferida para pesa-filtro, previamente tarado e submetida à secagem em estufa a 70°C. O percentual de solubilidade foi calculado a partir da diferença entre o peso final e o inicial do material no pesa-filtro. A análise foi realizada em triplicata e a solubilidade foi determinada pela Equação 4.

$$Solubilidade = \left(\frac{(m_{pf + amostra}) - m_{pfvazio}}{m_{amostra}} \right) \times \frac{(100 + m_{pó})}{m_{pó}} \quad (4)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

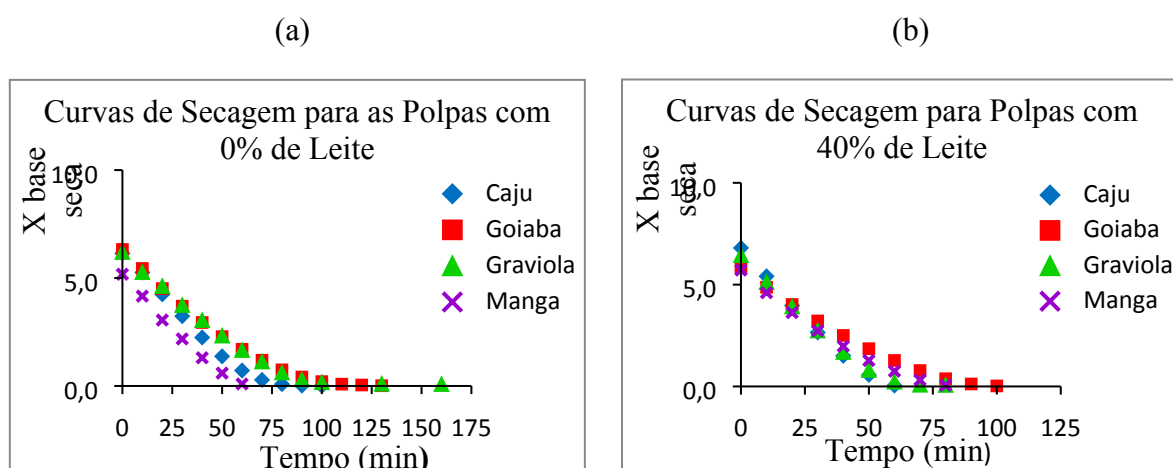
Na Tabela 1 são apresentados os valores obtidos a partir das análises físico-químicas para as polpas *in natura*.

Tabela 1 – Características físico-químicas das polpas *in natura* de caju, goiaba, graviola e manga

| | $\rho_{\text{polpa}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$ | ATT (%) | Atividade de Água (a_w) | Umidade (%) |
|----------|---|-------------------|-----------------------------|-------------|
| Caju | 1,05 | $1,002 \pm 0,068$ | $0,988 \pm 0,039$ | 87,50 |
| Goiaba | 1,05 | $0,445 \pm 0,017$ | $0,988 \pm 0,002$ | 89,60 |
| Graviola | 1,03 | $0,856 \pm 0,018$ | $0,985 \pm 0,003$ | 88,36 |
| Manga | 1,02 | $0,485 \pm 0,109$ | $0,981 \pm 0,003$ | 87,66 |

As curvas de secagem das espumas são exibidas na Figura 2 (a) e (b). Percebe-se em todas as curvas os distintos períodos de secagem, o de taxa constante e o de taxa decrescente. Para o período de taxa constante ajustou-se aos dados de umidade em base seca, em função do tempo, um modelo linear cuja inclinação de cada reta ajustada forneceu a taxa específica de secagem. Na Tabela 2 são apresentadas as taxas de secagem para o período de taxa constante com os respectivos coeficientes de correlação (R^2).

Figura 2 – Curvas de secagem das espumas de caju, goiaba, graviola e manga para temperatura fixa de 70°C e espessura de 0,30 cm, com teores de 0% (a) e 40% (b) de leite



Na Tabela 2 tem-se também os resultados referentes à caracterização das espumas. Para as espumas de caju e graviola a adição de 40% de leite provocou maior expansão, maior taxa no período de taxa constante e redução do tempo de secagem. Para a espuma de goiaba o aumento da expansão pela adição do leite não foi tão significativo e para a manga a expansão diminuiu na espuma preparada com leite. Para ambas as frutas não se observaram modificações importantes na taxa e tempo de secagem devido a incorporação do leite na

preparação das espumas. Este resultado demonstra que apesar das características emulsificantes do leite, sua atuação na formação da espuma depende da composição ou das propriedades físicas da polpa.

Tabela 2 – Características físico-químicas das espumas de caju, goiaba, graviola e manga, para teores de 0% e 40% de leite

| | Leite (%p/p) | K (g H ₂ O/g massa seca.min) | R ² | ρ_{espuma} (g/cm ³) | ε (%) | Γ (mL ⁻¹) | Umidade em Base Úmida (%) | pH |
|----------|-----------------|---|----------------|--|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|
| Caju | 0 | 0,0961 | 0,9993 | 0,550 | 91,07 | 0,71 | 14,001 ± 0,205 | 4,50 |
| | 40 | 0,1357 | 0,9979 | 0,394 | 166,60 | 4,76 | 12,816 ± 0,008 | 4,87 |
| Goiaba | 0 | 0,0864 | 0,9980 | 0,578 | 81,80 | * | 13,656 ± 0,053 | 4,21 |
| | 40 | 0,0863 | 0,9949 | 0,520 | 101,81 | * | 14,604 ± 0,074 | 4,64 |
| Graviola | 0 | 0,0790 | 0,9967 | 0,610 | 68,85 | 5,56 | 13,892 ± 0,123 | 3,73 |
| | 40 | 0,1216 | 0,9975 | 0,340 | 202,94 | 2,70 | 13,443 ± 0,075 | 4,31 |
| Manga | 0 | 0,0991 | 0,9969 | 0,394 | 158,96 | * | 16,192 ± 0,692 | 0,00 |
| | 40 | 0,0973 | 0,9923 | 0,409 | 149,27 | * | 14,888 ± 0,110 | 5,11 |

* As espumas de goiaba e manga não apresentaram coalescência no período de 2h permanecendo totalmente estáveis.

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados referentes a acidez total titulável, a solubilidade, a atividade de água e a umidade dos pós obtidos.

Tabela 3 – Características dos pós de caju, goiaba, graviola e manga

| | Leite (%p/p) | ATT (%) | Solubilidade (%) | Atividade de Água (aw) | Umidade (%) |
|----------|-----------------|-------------|------------------|---------------------------|---------------|
| Caju | 0 | 2,02 ± 0,18 | 86,88 ± 0,07 | 0,338 ± 0,002 | 4,190 ± 0,004 |
| | 40 | 1,58 ± 0,04 | 68,92 ± 0,77 | 0,294 ± 0,003 | 5,320 ± 0,000 |
| Goiaba | 0 | 3,07 ± 0,01 | 72,08 ± 1,06 | 0,367 ± 0,001 | 6,580 ± 0,003 |
| | 40 | 2,46 ± 0,08 | 54,78 ± 0,07 | 0,296 ± 0,008 | 3,110 ± 0,009 |
| Graviola | 0 | 5,30 ± 0,05 | 83,77 ± 0,02 | 0,256 ± 0,006 | 3,360 ± 0,007 |
| | 40 | 3,45 ± 0,11 | 68,43 ± 0,03 | 0,316 ± 0,005 | 3,790 ± 0,005 |
| Manga | 0 | 3,31 ± 0,09 | 70,60 ± 2,32 | 0,369 ± 0,008 | 5,930 ± 0,001 |
| | 40 | 1,35 ± 0,07 | 76,19 ± 0,43 | 0,303 ± 0,005 | 4,250 ± 0,007 |

A partir da Tabela 3 verifica-se a acidez elevada dos pós, quando comparada à acidez das polpas, o que era previsível, uma vez que houve a concentração dos mesmos. É interessante lembrar que uma maior acidez também ajuda na conservação do pó. Verifica-se ainda que a solubilidade dos pós de todas as frutas diminuiu com a adição de leite, o que implica em um gasto maior de tempo para a reconstituição da polpa.

Dentre os pós obtidos, apenas o da goiaba com leite e o da graviola com e sem leite apresentaram uma umidade menor do que a recomendada pela ANVISA (4%). Para se obter

pós com menor teor de água, alterações nas condições experimentais, como o aumento da temperatura ou da vazão de ar, ou diminuição da espessura da camada de espuma, devem ser avaliadas.

5. CONCLUSÃO

Avaliando os resultados obtidos neste trabalho conclui-se que a adição do leite, dependendo da composição ou propriedades físicas da polpa, pode promover maior expansão da espuma facilitando a desidratação e aumentando as taxas de secagem, todavia, em todos os casos estudados, diminuiu a solubilidade do pó, prejudicando a reconstituição da polpa. Os pós produzidos atendem ao padrão estabelecido pela ANVISA uma vez que apresentaram atividade de água entre 0,2 e 0,4 o que confere uma boa conservação e elevada estabilidade sem uso de conservantes para controlar o crescimento de microrganismos. Os resultados demonstram que os produtos em pó estão em condições adequadas para conservação e armazenamento.

6. NOMENCLATURAS

Γ = estabilidade da espuma;

$m_{pó}$ = massa de pó que foi diluída (g);

$m_{pf-vazio}$ = massa do pesa-filtro vazio (g);

$m_{pf+amostra}$ = massa do pesa-filtro com a

amostra do sobrenadante (g);

$m_{amostra}$ = massa da amostra (g);

ϵ = expansão da espuma;

ρ_{polpa} = massa específica da polpa (g/cm^3);

ρ_{espuma} = massa específica da espuma
(g/cm^3);

$\rho_{amostra}$ = massa específica da amostra
(g/cm^3);

$V_{picnômetro}$ = volume do picnômetro (mL);

$V_{drenado}$ = volume drenado (mL).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GURGEL, C. E. M. R. Secagem da Polpa de Graviola em Camada de Espuma – Desempenho do Processo e Características do Produto. Natal: 2010, 86 p.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C.; OLIVEIRA, R.A.; PARK, K.J.B. Conceitos de processos e equipamentos de secagem. Campinas, 121p 2007.

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

SOARES, E.C.; OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S.; SILVA Jr., A.S.; FILHO, M.S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata D.C.*) pelo processo foam-mat. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, 2001.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. Especial: Sorvetes. Série publicações técnicas do centro de informação em alimentos - N.1. [s/local]: ITAL/CIAL, 2001. (ISSN: 1519-524).