

## Secagem de caldo de cana em leite de espuma e caracterização físico-química do produto

### RESUMO

**Gutto Monzelle Rios Marques**

[monzelle@bol.com.br](mailto:monzelle@bol.com.br)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Teixeira de Freitas-BA, Brasil

**Rosa Sampaio de Arruda**

[ro\\_sampaio21@hotmail.com](mailto:ro_sampaio21@hotmail.com)

Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga - BA, Brasil

**Arienilmar Araújo Lopes da Silva**

[arilenilmar@yahoo.com.br](mailto:arilenilmar@yahoo.com.br)

Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga - BA, Brasil

A secagem em leite de espuma é uma das técnicas alternativas para desidratação de alimentos líquidos. O objetivo da pesquisa foi estudar a cinética de secagem por leite de espuma do caldo de cana e caracterizar físico-quimicamente o produto desidratado. Para formação da espuma foi usada a combinação dos aditivos Emustab<sup>®</sup>, Super Liga Neutra<sup>®</sup> e Carbonato de Cálcio. A cinética de secagem foi estudada em três diferentes temperaturas: 50, 60 e 70°C com curvas ajustadas por regressão não-linear aos modelos empíricos de Page, Henderson e Newton. Todos os modelos apresentaram um bom ajuste à secagem, com coeficientes de determinação superiores a 0,99. O produto desidratado apresentou umidade média de 3,23 % e atividade de água média de 0,360. A solubilidade do produto em forma de flocos foi de 100 % e a solubilidade do produto em forma de pó foi de 90,53 %. Assim, foi tecnicamente viável a produção de caldo de cana desidratado pela técnica de secagem em leite de espuma com estabilidade microbiológica e química e possibilidade de reidratação em 100%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desidratação, pó, *Saccarum officinarum*, solubilidade.

## INTRODUÇÃO

O mercado de caldo de cana (*Saccharum officinarum*) é caracterizado pela venda por ambulantes, quase sempre sem as mínimas condições higiênico-sanitárias necessárias à manipulação de alimentos (SOCCOL; SCHWAB; KATAOKA, 1990). O caldo de cana é facilmente deteriorado à temperatura ambiente (STUPIELLO, 1987) e a secagem por ar aquecido pode ser uma técnica que garantirá a estabilidade do alimento por longos períodos de estocagem (SOUZA NETO *et al.*, 2005).

A secagem em leito de espuma tem sido testada em muitos alimentos sensíveis ao calor, líquidos ou na forma de purês, como extrato de café, laranja, ameixa, maçã, manga, uva, carambola, abacaxi, umbu-cajá, coco, batatas, alimento para crianças, leites, sopas, cremes, ovos, extrato de tomate entre outros (KADAM, WILSON e KAUR, 2010; KARIM e WAI, 1999; PRAKOTMAK, SOPONRONNARIT e PRACHAYAWARAKORN, 2011; QADRI e SRIVASTAVA, 2014; SANKAT e CASTAIGNE, 2004; SILVA *et al.*, 2005; SOARES *et al.*, 2001; UBOLBI, 1971; VERNON-CARTER *et al.*, 2001). Essa técnica permite desidratar alimentos líquidos ou pastosos transformando-os em pó, concedendo-lhe estabilidade e um posterior consumo após reconstituição em água. Comparado a métodos tradicionais de secagem de alimentos a secagem em leito de espuma tem vantagem de ser simples, rápida, baixo custo operacional, possibilita o uso de temperaturas mais baixas durante a secagem, melhor reidratação, preserva melhor o sabor e o valor nutricional (AZIZPOUR *et al.*, 2014).

O objetivo deste trabalho foi estudar a cinética de secagem do caldo de cana pelo método de secagem em leito de espuma e realizar a caracterização das propriedades físico-químicas do produto final desidratado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O caldo de cana foi obtido no comércio local da cidade de Itapetinga, Bahia, Brasil, por meio de moagem em moenda modelo B-721 T da MAQTRON, colocado em frascos de vidros hermeticamente fechados e previamente esterilizados sendo transportado em caixa térmica com gelo até o Laboratório de Secagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. No laboratório, o caldo de cana foi pasteurizado a temperatura de 80°C por 3 min conforme recomendações de Perfeito, Zambiasi e Freitas (2004). O caldo de cana pasteurizado foi caracterizado por meio das análises físico-químicas: acidez total titulável em ácido cítrico, pH, teor de sólidos solúveis e umidade em base úmida conforme as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004) e atividade de água no aparelho AQUALAB TE 3V da Decagon.

### PREPARO DA ESPUMA

A espuma de caldo de cana foi produzida com uma mistura de caldo de cana e aditivos por meio da incorporação de ar, com uso de uma batedeira da marca Walita modelo R17110 com 300 W de potência por 5 min a 1200 giros/min, em um recipiente de 600 mL. Esta mistura, segundo Kokini e Aken (2006), chama-se de emulsão e faz-se necessária a presença de espessante, seja na fase dispersa seja na contínua. Segundo Davanço (2006), a estabilidade da emulsão é influenciada pela morfologia do filme, ou seja, pelas características da fase contínua (viscosidade, pH, força iônica, entre outras) e da fase dispersa (tamanho e densidade da partícula lipídica).

As características obtidas por esta formulação foram, segundo Marques (2009), ideais para uma espuma a ser submetida a um processo de secagem, com foram baixa densidade, alta expansão, baixa sinérese e alta estabilidade. Explicou também que os aditivos alimentícios foram escolhidos com base no critério do custo econômico e disponibilidade no comércio.

O caldo de cana foi misturado com aditivos com propriedades emulsificantes (Emustab®), estabilizantes (Super Liga Neutra®) e um antiaglutinante (carbonato de cálcio) na proporção de 2,1 %, 0,70 % e 0,35 % da massa total de 200 g, respectivamente, conforme recomendações de Marques (2009).

## SECAGEM E MODELAGEM MATEMÁTICA

Utilizou-se um secador de bandejas conforme modelo desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (NOUGUEIRA *et al.*, 1997). Uma camada de espuma com aproximadamente 20 g foi espalhada sobre leitos individuais de 14,85 cm x 21 cm. Foram adotados leitos não perfurados com a vantagem de prevenir gotejamento e a desvantagem de reduzir a superfície de secagem. Optou-se por este tipo de leito porque, embora a secagem não seja tão eficiente quanto seria em um leito perfurado devido a maior área exposta ao ar de secagem, este sistema traz duas vantagens prioritárias: maior qualidade no sabor do produto final e o maior rendimento do processo. O sabor poderia ser prejudicado devido ao excesso de aditivos que deveria ser usado para que a viscosidade da espuma fosse alta o suficiente para evitar seu escoamento pelo leito perfurado. Já o rendimento seria prejudicado devido à parte do produto desidratado ficar aderido à superfície da malha perfurada do leito após a secagem. (MARQUES, 2009)

Os leitos de secagem eram de material plástico antiaderente e flexível para facilitar a remoção do produto desidratado. A perda de umidade da espuma foi determinada pesando-se as amostras dos leitos individuais, em triplicata, em intervalos de 30 min até atingirem peso constante (umidade de equilíbrio). Realizaram-se 4 repetições de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C com velocidade do ar de secagem de 0,5 m/s. Foi evitado o uso de temperaturas baixas que podem tornar o processo demorado ou temperaturas altas que podem provocar a queima do produto. Uma curva característica de secagem foi determinada por meio de um gráfico da taxa de secagem ( $\frac{g_{\text{água}}}{\text{min}}$ ) em função da umidade em base seca (%), conforme método citado por Park *et al.*, (2016). As curvas de secagem foram ajustadas utilizando-se os modelos matemáticos empíricos de Henderson, Newton e Page (Equações 1, 2 e 3), frequentemente utilizados para a representação da secagem de produtos agrícolas (AFONSO JÚNIOR e CORRÊA, 1999; AKPINAR, BICER e YILDIZ, 2003; ERTEKIN e YALDIZ, 2004; LAHSASNI *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2016) por meio de análise de regressão não-linear no programa SigmaPlot v. 8.0.. Estas equações apresentam a cinética de secagem como uma variação exponencial da razão de umidade,  $RU$  (adimensional), com o tempo,  $t$  (min), sob forte influência de uma constante de secagem,  $k$  ( $\text{min}^{-1}$ ). A razão de umidade, descrita pela Equação 4, descreve a relação entre umidade de equilíbrio  $X_e$ , a umidade inicial  $X_0$  e a umidade instantânea  $X$ , todas expressas em base seca.

$$RU = a \exp(-kt) \quad (\text{Equação 1})$$

$$RU = \exp(-kt) \quad (\text{Equação 2})$$

$$RU = \exp(-kt^a) \quad (\text{Equação 3})$$

$$RU = \frac{(X - X_e)}{(X_0 - X_e)} \quad \text{(Equação 4)}$$

## AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO CALDO DE CANA DESIDRATADO

As propriedades físico-químicas do caldo cana desidratado foram determinadas na umidade de equilíbrio no final da secagem na temperatura de 70 °C. A atividade de água ( $A_a$ ) foi avaliada no aparelho AQUALAB TE 3V da Decagon e o teor de umidade ( $U_{pó}$ ) pelas normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004). O índice de solubilidade em água (ISA) foi analisado no produto em forma de flocos e em pó, para avaliar se esta propriedade se comporta diferente na apresentação final do produto desidratado. Para avaliação do ISA, foi utilizada a adaptação do método usado por Moura *et al.* (2011), que consistiu em diluir o produto sob agitação por 1 (um) minuto em 100 mL de água a 25 °C. Intencionalmente, o caldo de cana desidratado foi diluído para se obter o mesmo teor de sólidos solúveis do caldo de cana *in natura*. Posteriormente à agitação manual com um bastão de vidro, a mistura foi filtrada com papel de filtro, que foi seco em estufa a 105 °C por 30 min e mensurada a massa de caldo de cana desidratado retida. O ISA foi calculado pela Equação 5:

$$\% ISA = \frac{\text{massa material retido (g)}}{\text{massa do pó (g)}} \quad \text{(Equação 5)}$$

Foi usado como equipamento de trituração para transformação da espuma desidratada em pó um liquidificador doméstico modelo Black & Decker IB810 com 400 Watt de potência que possui apenas uma velocidade de trituração com 23000 rpm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A caracterização físico-química do caldo de cana *in natura* pasteurizado está na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do caldo de cana pasteurizado.

Caldo de cana	Média ± erro-padrão
$A_a$	0,976 ± 0,002
ATT (%)	0,44 ± 0,093
Densidade (g/mL)	1,086 ± 0,006
pH	5,46 ± 0,09
TSS (° Brix)	18,25 ± 0,10
$U_{bu}$ (%)	81,48 ± 0,04

Sendo:  $A_a$  – atividade de água, ATT – acidez total Titulável em ácido cítrico, TSS – teor de sólidos solúveis,  $U_{bu}$  – umidade do caldo de cana em base úmida

Os resultados das análises físico-químicas indicaram variação em relação a resultados obtidos por outros pesquisadores, possivelmente variações relacionadas a condições climáticas de produção da cana de açúcar, época de colheita, variedade estudada, tempo de estocagem da cana como relatado por Umebara (2010).

O caldo de cana deste trabalho apresentou atividade de água,  $A_w$ , de 0,97. Theodorovski (2014) ao pesquisar caldo de cana em pó por liofilização encontrou  $A_w$  de 1,00 no caldo de cana *in natura*. Embora existam muitos estudos com caldo de cana e muitos referem-se à importância da atividade de água para conservação e estabilidade do produto (SUZART, 2009; KUNITAKE, 2012), muito pouco é pesquisado sobre atividade de água.

A acidez total titulável, ATT, é uma análise que, quando, realizada em produtos de origem vegetal, auxilia na determinação da qualidade e maturação da matéria-prima. O produto em estudo apresentou ATT de 0,44 % de ácido cítrico. Já Silva e Faria (2006) determinou acidez de 0,56 % de ácido cítrico. Porém outros autores determinaram valores de ATT bem abaixo do apresentado neste trabalho, Prati e Moretti (2002) com ATT de 0,15 % de ácido cítrico, Oliveira *et al.* (2007) 0,04 % de ácido cítrico, Theodorovski (2014) encontrou 0,04 % e Kunitake (2012) encontrou 0,03 a 0,071 % dependendo da variedade da cana utilizada.

A densidade do caldo de cana foi de 1,086 mg/mL. Não foi encontrada na literatura resultados para esse dado que pode ser útil para averiguação de adulteração da bebida pela adição de água ou açúcares, como a sacarose, pois quanto maior a quantidade de água mais próximo estaria esse valor da densidade da água e quanto maior a quantidade de sacarose mais alto seria o valor da densidade.

O valor de pH de 5,46 obtido neste trabalho foi próximo aos valores obtidos por Silva e Faria (2006), com pH de 5,30; Prati e Moretti (2002), com pH de 5,46; Suzart (2009), com pH 5,42; Kunitake (2012), com pH 5,46. Já Theodorovski (2014) registrou valor mais baixo, um pH de 4,75. Na pesquisa realizada por Silva e Faria (2006), os resultados mostram uma pequena variação do pH no caldo de cana de diferentes variedades estudadas que, no entanto, apresentam grandes diferenças em relação à acidez titulável. Silva e Faria (2006) relata também que a grande variação entre os valores de acidez pode ser explicada pelo fato dos ácidos presentes na cana-de-açúcar serem ácidos orgânicos e, por isso, considerados ácidos fracos. Desta forma, mesmo presentes em grandes quantidades, não são suficientes para reduzir o pH do caldo de cana. O estágio de maturação da cana de açúcar também influencia na concentração destes ácidos. Quanto mais avançado o estágio de maturação, menor a concentração de ácidos.

Para o teor de sólidos solúveis, TSS, o caldo de cana apresentou valores de 18,25 °Brix. Este valor foi inferior aos encontrados por Silva e Faria (2006) de 19 °Brix; Martins (2004) de 22 °Brix; Prati e Moretti (2002) de 22,80 °Brix; Suzart (2009) de 19,27 °Brix; Kunitake (2012) de 19,76 °Brix; Prati (2008) de 24,5 °Brix e Theodorovski (2014) de 20,1 °Brix.

A umidade do caldo de cana usado neste trabalho foi de 81,48 %, com valor superior ao encontrado por Prati e Camargo (2008) e Theodorovski (2014) com umidade igual a 72% e 69,78 %, respectivamente. Oliveira *et al.* (2007) encontraram valores iguais a 81,14 % para a umidade do caldo de cana *in natura* e 80,39 % para a garapa pasteurizada a 70 °C por 25 minutos.

## SECAGEM DA ESPUMA DE CALDO DE CANA

As curvas características de secagem às temperaturas de 50, 60 e 70 °C da espuma de caldo de cana estão na Figura 1. Observou-se que a curva característica de secagem à temperatura de 70 °C se dispersou das demais, demonstrando que o fenômeno é sensível em relação a esta temperatura do ar de secagem (Park, 2016).

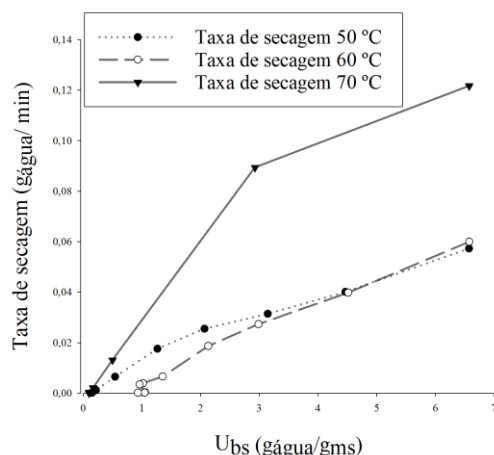


Figura 1 - Curva característica de secagem da espuma do caldo de cana.

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão os modelos empíricos de Page, Henderson e Newton, respectivamente, ajustados aos dados experimentais e na Tabela 2, estão as equações matemáticas, os parâmetros dos modelos matemáticos propostos e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ).

Nos modelos empíricos estudados, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi acima de 0,99 para todas as temperaturas, demonstrando um ótimo ajuste aos dados. Essa conclusão também foi apresentada por Afonso Júnior e Corrêa (1999) que explica que as relações semi-empíricas e empíricas se têm mostrado como melhores opções para prever o processo de secagem, apesar de sua validade estar restrita às condições sob as quais os dados experimentais foram obtidos.

Porém, dentre os três modelos ajustados, o modelo de Page apresentou o maior coeficiente de determinação para cada temperatura. A Figura 2 mostra ainda que o tempo de secagem para umidade de equilíbrio reduziu de 300 min para 180 min quando a temperatura de secagem aumentou de 50 para 70 °C.

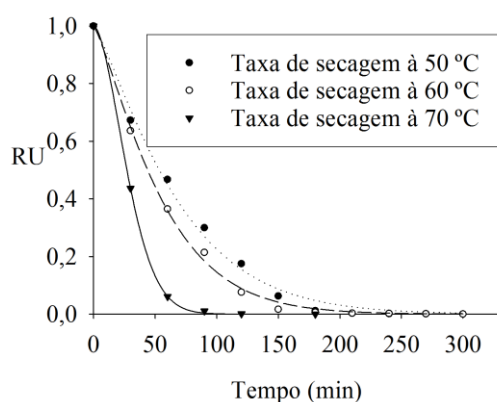


Figura 2 - Curvas de secagem ajustadas ao modelo de Page.

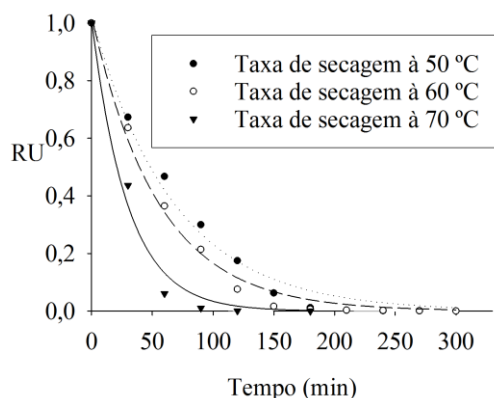


Figura 3 - Curvas de secagem ajustadas ao modelo de Henderson.

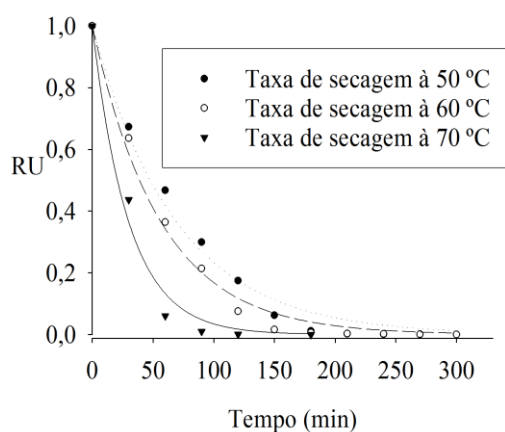


Figura 4 - Curvas de secagem ajustadas ao modelo de Newton.

Tabela 2 – Equações matemáticas, os parâmetros dos modelos matemáticos e coeficiente de determinação para os Modelos de Page, Henderson e Newton.

Temperatura (° C)	Modelo de Henderson Equação	Modelo de Newton Equação	Modelo de Page Equação
50	$RU = 1,0247 \exp(-0,0339t)$ $r^2 = 0,9930$	$RU = \exp(-0,0146t)$ $r^2 = 0,9939$	$RU = \exp(-0,0054t^{1,2207})$ $r^2 = 0,9975$
60	$RU = 1,0254 \exp(-0,0149t)$ $r^2 = 0,9942$	$RU = \exp(-0,0178t)$ $r^2 = 0,9956$	$RU = \exp(-0,0043t^{1,3200})$ $r^2 = 0,9988$
70	$RU = 1,0139 \exp(-0,0182t)$ $r^2 = 0,9959$	$RU = \exp(-0,0336t)$ $r^2 = 0,9929$	$RU = \exp(-0,0022t^{1,7461})$ $r^2 = 0,9999$

Porém, dentre os três modelos ajustados, o modelo de Page apresentou o maior coeficiente de determinação para cada temperatura. A Figura 2 mostra ainda que o tempo de secagem para umidade de equilíbrio reduziu de 300 min para 180 min quando a temperatura de secagem aumentou de 50 para 70 °C

### AValiação DA QUALIDADE DO CALDO DE CANA DESIDRATADO

Na Tabela 3, está a caracterização realizada no caldo de cana desidratado à temperatura de 70 °C. Foi escolhida a temperatura de 70 °C para realização destas análises no produto desidratado porque nesta temperatura o tempo de secagem foi menor. Após estas análises, o produto desidratado foi transformado em flocos e em pó para caracterização do índice de solubilidade (ISA).

O aspecto visual do produto, em flocos ou em pó (flocos triturados), pode ser observado na Figura 5.

A coloração de ambos produtos foi visualmente parecida, com um tom de verde claro. Devida à secagem, o produto possuía uma massa muito leve que poderia facilmente ser revolvida pelo vento. Na retirada do leito de secagem, percebia-se um elevado rendimento do produto e pouca perda por aderência.

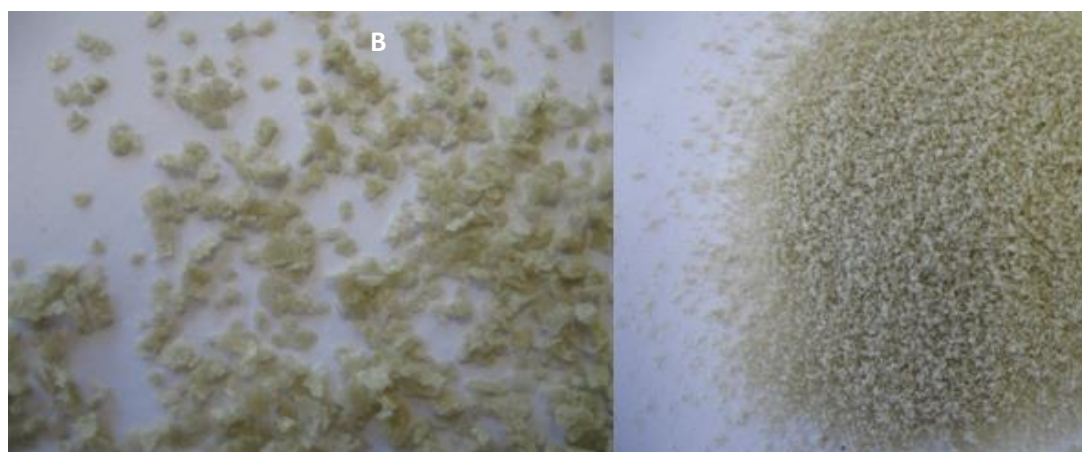


Figura 5 - Flocos (A) e pó de caldo de cana desidratado (B).

Caldo de cana desidratado	Média ± erro-padrão
A <sub>a</sub>	0,360 ± 0,081
ISA (%) - flocos	100 ± 0
ISA (%) - pó	90,53 ± 0,53
U <sub>pó</sub> (%)	3,23 ± 0,97
Caldo de cana desidratado	Média ± erro-padrão

Sendo: A<sub>a</sub> – atividade de água, ISA – índice de solubilidade em água e U<sub>pó</sub> – umidade do pó de caldo de cana em base úmida.



Percebeu-se que a secagem realizada à temperatura de 70 °C possibilitou a obtenção de atividade de água igual 0,36. Theodorovski (2014) ao pesquisar caldo de cana em pó por liofilização encontrou  $A_w$  de 0,26 no produto desidratado. Anjos (2005) e Park *et al.* (2016) citam que nessa faixa de atividade de água a velocidade das reações que alteram o produto é reduzida e enfatizam ausência de crescimento de microrganismos. Muitos autores também determinaram valores baixos para atividade de água em produtos secos e desidratados, como 0,112 para folhas de Melissa seca (PARK, SANDRINI e BROD, 2000), 0,32 para café em pó (ANJOS, 2005), 0,466 para mamão seco (EL-AOUAR, 2005), 0,534 para maçãs desidratadas (CÓRDOVA, 2006) e 0,542 para grãos de soja secos (SOUZA, 2006).

O índice de solubilidade em água (ISA) do produto desidratado em forma de flocos foi de 100% e em forma de pó de 90,53 %, diferença que pode ser percebida visualmente com a formação de grânulos do pó que não se dissolveu na água. Observa-se que os valores do ISA encontrados neste trabalho foram valores superiores aos valores encontrados por Wang *et al.* (2000) em extratos hidrossolúveis de soja e arroz (50:50), ISA = 22,28 %.

A umidade do caldo de cana desidratado foi de 3,23 %. Em polpa de tomate em pó desidratada à temperatura de 70 °C, Uboldi (1971) obteve 0,7 % de umidade no produto e em polpa de acerola Soares *et al.* (2001) obteve um produto com 7,24 % de umidade, ambos pesquisadores utilizaram a técnica de leite de espuma.

## CONCLUSÕES

1. Não foi detectado período de taxa constante na secagem de espuma de caldo de cana nas temperaturas em estudo e o período de taxa decrescente foi satisfatoriamente predito pelos modelos empíricos de Newton, Henderson e Page com  $r^2$  superiores a 0,99.
2. A temperatura de 70 °C foi preponderante para uma secagem mais rápida da espuma e não influenciou no comportamento da secagem que é típico de um comportamento exponencial.
3. A atividade de água reduziu em média 63,62 % e a umidade em base úmida reduziu em média 96,03 %, características essas que conferiram ao produto desidratado uma alta estabilidade microbiológica e química.
4. A solubilidade em água à 25 °C foi maior e melhor quando o caldo de cana desidratado estava na forma de flocos.
5. Mediante produção de pó e reidratação do mesmo pode-se concluir que o processo de secagem em leite de espuma utilizado apresentou-se tecnicamente viável para o caldo de cana.

## Drying of sugarcane in foam mat and physicochemical characterization of the product

### ABSTRACT

The drying foam mat is one of the alternative techniques to drying of liquid foods. The objective of the research was to study the drying kinetics for foam mat sugarcane juice and characterize chemical-physical dehydrated product. For foaming was used the combination of additives Emustab®, Super Liga Neutra® and Calcium Carbonate. The drying kinetics was studied at three different temperatures: 50, 60 and 70 °C with curves fitted by non-linear regression to empirical models Page Henderson and Newton. All models showed a good fit to drying, with determination coefficients above 0.99. The dehydrated product had an average moisture of 3.23% and average water activity of 0.360. The solubility of the product in flake form was 100% and the solubility of the product in powder form was 90.53%. So, it was technically feasible the dehydrated cane juice production to foam mat drying technique with microbiological and chemical stability and the possibility of rehydrated in 100%.

**KEYWORDS:** *Dehydration, juice, powder, Saccharum officinarum, solubility*

---

## REFERÊNCIAS

AKPINAR, E.K.; BICER, Y.; YILDIZ, C. Thin layer drying of red pepper. **Journal of Food Engineering**, London, v.59, n.1, p.99-104, 2003.

ANJOS, V. D. DE A. **Estudo do acondicionamento de café torrado e moído em sistemas unitizados**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

AZIZPOUR, M.; MOHEBBI, M.; KHODAPARAST, M. H. H.; VARIDI, M. Optimization of Foaming Parameters and Investigating the Effects of Drying Temperature on the Foam-Mat Drying of Shrimp (*Penaeus indicus*). **Drying Technology**, 32: 374–384, 2014.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã fuji comercial e industrial**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DAVANÇO, T.: **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou ácido capróico e surfactantes**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

EL-AOUAR, Â. A. **Estudo do processo de secagem de mamão formosa (*Carica papaya L.*) fresco e pré-tratado osmoticamente**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ERTEKIN, C.; YALDIZ, O. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. **Journal of Food Engineering**, London, v.63, n.3, p.349-59, 2004.

KADAM, D. M.; WILSON, R. A.; KAUR, S. Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder. **International Journal of Food Science and Technology**, 45, 1626–1632, 2010.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª Edição. São Paulo, 2004.

KARIM, A. A., WAI, C. C. Characteristics of foam prepared from starfruit (*Averrhoa carambola L.*) puree by using methyl cellulose. **Food Hydrocolloids**, 13, 203–210, 1999.

KOKINI, J.; AKEN, G. V. Discussion session on food emulsions and foams. **Discussion Food Hydrocolloids**, v.20, p.438-445, 2006.

KUNITAKE, M. T. **Processamento e estabilidade de caldo de cana acidificado**. Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; JAOUHARI, J.T. Drying kinetics of rickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). **Journal of Food Engineering**, London, v.61, 2004.

MOURA, L. S. de M.; ASCHERI, J. L. R.; SILVA, C. C. de O.; MORO, T. de M. A.; CARVALHO, J. L. V. de; NUTTI, M. R. Propriedades de absorção e solubilização de extrudados de farinha mista de feijão, milho e arroz biofortificados. **IV REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

MARQUES, G. M. R. **Secagem de caldo de cana em leito de espuma e avaliação sensorial do produto**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2009.

NOGUEIRA, R. I.; CORNEJO, F. E. P.; PARK, K. J.; VILLAÇA, A. de C. **Manual para construção de um secador de frutas**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. **Conceitos de processo e Equipamentos de secagem**. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>>. Acesso em 05 de janeiro de 2016.

PARK, K. J.; SANDRINI, D.; BROD, F. P. R. Avaliação dos parâmetros de secagem da melissa (*Melissa officinallis* L.). **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.20, n.2, p.179-187, 2000.

PERFEITO, R.; ZAMBIAZI, R.; FREITAS, G. Efeito do tamanho de embalagem e tempo de pasteurização sobre as características sensoriais de néctar de pêssego. **XIII Congresso de Iniciação Científica**. Universidade Federal de Pelotas, RS. 2004.

PRATI, P.; CAMARGO, G. A. Característica do caldo de cana e sua influência na estabilidade da bebida. **BioEng**, Campinas-SP, v.2, n.1, p.37-44, 2008.

PRATI, P.; MORETTI, R. H. Desenvolvimento de processo para clarificação de caldo de cana para consumo. **Anais XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre, 2002.

PRAKOTMAK, P; SOPONRONNARIT, S; PRACHAYAWARAKORN, S. Effect of Adsorption Conditions on Effective Diffusivity and Textural Property of Dry Banana Foam Mat. **Drying Technology**, 29: 1090–1100, 2011.

QADRI, O. S.; SRIVASTAVA, A. K. Effect of microwave power on foam-mat drying of tomato pulp. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**. V. 16, N.3. 2014.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behavior of ripe bananas. **LWT - Food Science and Technology**. Volume 37, Issue 5, 2004.

SILVA, K. S. da; FARIA, J. de A. F. Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(4): 754-758, 2006.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.35, n.5, p.1179-1184, 2005.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F. DE; MAIA, G. A.S; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA JR., A.; SOUZA FILHO, M. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia Emarginata* D.C.) pelo processo "foam-mat". **Ciência Tecnologia de Alimentos**, vol.21, no.2, p.164-170, 2001.

SOCOL, C. R.; SCHWAB, A.; KATAOKA, C. E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.8, n.2, p.116-125, 1990.

SOUZA, A. S. DE. **Efeitos da irradiação na composição e propriedades funcionais da soja**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SOUZA NETO, M. A. DE; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W. DE; SOUZA FILHO, M. DE S. M. DE; LIMA, A. DA S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

STUPIELLO, J. P. **A cana-de-açúcar como matéria-prima**. In: PARANHOS, S. B. Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização. V.2. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

SUZART, C. A. G. **Desenvolvimento de tecnologia para estabilização física, sensorial e microbiológica de caldo de cana**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.

THEODOROVSKI, D. C.; MACHADO, A. R.; BERTOLO, F.; RIBEIRO, M. C. O.; PRESTES, R. A.; ALMEIDA, D. M.; Caracterização de caldo de cana liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v.16, n.4, p.369-376, 2014.

UBOLDI, M. **Desidratação por camada de espuma (foam-mat) de suco de tomate**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1971.

UMEBARA, T. **Microfiltração de caldo de cana: caracterização do caldo permeado e retentado**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

VERNON-CARTER, E.J.; ESPINOSA-PAREDES, G.; BERISTAIN, C.I.; ROMERO-TEHUITZIL, H.R. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavor retention of tamarind foam-mats. **Food Research international**, n.34, p.587-598, 2001.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C.; ARAUJO, F. B. Absorção de gordura, solubilidade e propriedades espumantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2. Campinas, 2000.

**Recebido:** 12 jun. 2015.

**Aprovado:** 05 mar. 2016.

**DOI:** 10.14685/rebrapa.v7i2.3500

**Como citar:**

MARQUES, G. M. R.; ARRUDA, R. S.; SILVA, A. A. L. Efeito antioxidante do extrato do resíduo da produção do vinho na estabilidade oxidativa do óleo de soja. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n.2, p. 16-29, mai./ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Gutto Monzelle Rios Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Teixeira de Freitas-BA, Brasil.

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

