

ESTUDO DO EFEITO DA TEMPERATURA NA SECAGEM DO LICURI (*Syagrus coronata*)

**Jéssica Franco Freitas Macena¹; Ernesto Acosta Martinez²; Rita de Cássia de Souza³;
Joiciana Cardoso Arruda Souza⁴; Sílvia Maria Almeida de Souza⁵; José Ailton
Conceição Bispo⁶**

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: jel_freitas@hotmail.com

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:ernesto.amartinez@yahoo.com.br

3,4. Participantes do projeto, Graduandas em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: rita_shalon@hotmail.com; joicycas@hotmail.com

5,6. Participantes do projeto, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ss_almeida@yahoo.com.br ; ailton_bispo@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE: licuri, secagem, atividade de água.

INTRODUÇÃO

Syagrus coronata (Martius Beccari) é um fruto que pertence à subfamília Arecoideae, tribo Cocoeae, subtribo Butineae (Noblick, 1991). Segundo Uhl *et al.* (1995), essa subfamília reúne atualmente 115 gêneros e 1500 espécies, sendo a maior entre as Arecaceae. É uma palmeira típica do semi-árido nordestino, a espécie tem uma nítida preferência pelas regiões secas e áridas das caatingas, abrangendo o norte de Minas Gerais, ocupando toda a porção oriental e central da Bahia, até o sul de Pernambuco, incluindo também os Estados de Sergipe e Alagoas (Noblick, 1986), sendo conhecida ainda por aricuri, nicuri, alicuri e ouricuri.

A secagem é um processo de transferência de massa, resultando na remoção de água ou umidade de um fluxo de processo. Enquanto a evaporação aumenta a concentração de compostos não voláteis na solução, o produto final nos processos de secagem é um sólido (Monceaux, 2009). As estufas de secagem são estruturas com o objetivo de acumular e conter o calor no seu interior, mantendo assim uma temperatura maior no seu interior que ao seu redor. Normalmente composta de uma caixa e uma fonte de calor. Aplicações de secagem industrial usam processos de transferência de calor condutivo e/ou convectivo para reduzir a concentração de componentes residuais voláteis em fluxos de processos que sejam ricos em compostos não voláteis. Os princípios de secagem de sólidos são semelhantes àqueles de outros processos térmicos, como evaporação (Akanbi, 2006).

Segundo Santin (1996), o crescimento dos microorganismos depende da atividade de água, em razão da influência da pressão osmótica sobre as trocas através das membranas. Pela correlação entre atividade de água e umidade, podem-se otimizar as condições de crescimento de microorganismos neste resíduo, visando ao seu enriquecimento protéico, além de obter a faixa de umidade ideal para o armazenamento do resíduo (Oliveira, 2006). Segundo Labuza (1986) a relação existente entre a água e os outros componentes de um produto define a sua higroscopicidade, que é muito marcante nos produtos alimentícios e torna-se uma característica fundamental a influenciar os processos de manuseio, processamento, estocagem e consumo. O estudo da atividade de água pode ser feito mediante a avaliação de isotermas (Gomes, 2002), que consistem em curvas que descrevem a relação entre o conteúdo de umidade dos alimentos e a atividade de água (A_w) para temperatura e pressão constantes.

O plano inicial do projeto previa o estudo cinético do processo de desidratação do licuri e seu efeito na qualidade do óleo extraído, porém isto não foi possível devido à necessidade de mais tempo para que pudesse ser realizado tanto a extração do óleo como as análises físico-químicas para a caracterização do mesmo, futuramente anseia-se retornar as pesquisas referentes a este estudo. Este trabalho objetiva estudar o efeito da temperatura na secagem do licuri.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amêndoas de licuri (*Syagrus coronata*) foram adquiridas na região de Brejões/BA. Os frutos foram cortados transversalmente em bandas.

O estudo cinético da secagem das amêndoas foi realizado em estufa Nova Ética em temperaturas de 40, 45, 55, 60, 80 e 90°C, no tempo de secagem de 1 a 3 horas até 24 horas. As amostras para cada temperatura foram monitoradas a cada 30 minutos pela pesagem em balança analítica (modelo Ay 220) com uma precisão de 0,001g. Após a secagem, as amostras foram mantidas na estufa durante 24 horas para se obter a massa residual das fatias (peso seco). O teor de água das amostras foi calculado segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O grau de hidratação foi calculado subtraindo-se o peso final a partir do peso inicial do fruto e dividindo essa diferença pelo peso inicial. Uma vez que o grau inicial de hidratação de cada amostra é diferente para cada amostra devemos tomar o peso médio inicial das amostras a cada temperatura e normalizar o grau de hidratação para obter a variação do grau médio de hidratação (α_H) a cada temperatura e o tempo de secagem. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A atividade de água foi medida em equipamento AquaLab – Interprise Modelo: Decagon Série 3TE. As curvas de desorção foram obtidas da determinação de umidade e atividade de água das amostras para cada temperatura no tempo de desidratação. A modelagem de processos de secagem foi realizada segundo a metodologia de Bispo *et al.* (in press).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O licuri natural possui atividade de água (A_w) igual a $0,7236 \pm 0,057$, assim como 6% de umidade. Os processos de secagem permitiram a obtenção de produtos com valores de A_w entre 0,220 e 0,390 após 24 h de secagem, os quais são considerados como valores nos quais as reações de oxidação dos óleos são menores.

O modelo para o grau médio de hidratação (α_H) de três estados, ou seja, contendo alta, média e baixa hidratação, se ajusta aos resultados experimentais com alta precisão, com os valores do coeficiente de determinação (R^2) maior do que 0,9800 para todas as curvas adaptadas (Figura 1A). Além disso, apresenta uma distribuição andômica dos resíduos (Figura 1B).

A partir de um programa de operações da matriz desenvolvido com MATLAB baseados nas funções obtidas pelos processos de montagem, foi possível alcançar a superfície de resposta de vários parâmetros do significado físico importante para obter as superfícies de resposta com uma grande fidelidade e precisão responsáveis pela geração de diagramas de níveis apresentados na Figura 2. A variação da energia livre de Gibbs da liberação de água apresenta um efeito semelhante da temperatura como processo de passagem por um processo inicial não espontânea nos tempos menores de secagem a um aumento na espontaneidade como o aumento do tempo de secagem constatado pelos valores negativos da ΔG_w para estas condições. No entanto, a inclinação da ΔG_w em função do tempo é constante com o tempo, mostrando uma tendência para a estabilização em elevados tempos de secagem, apesar do aumento da temperatura também gerar um aumento da taxa de liberação de água, especialmente na fase inicial do processo de secagem. Apresenta-se maior espontaneidade do processo com temperaturas mais elevadas relacionado com valores de variação de energia de Gibbs de liberação de água mais negativos. A partir das figuras da Constante de saída da água (K_w) e da variação da energia livre de Gibbs da liberação de água (ΔG_w) pode-se constatar que o aumento do tempo de secagem favoreceu a saída de água do licuri sem uma posterior estabilização para os tempos de secagem estudados. Pode-se verificar que o tempo de secagem usado no estudo não foi necessário para se estabelecer a condição de estabilidade do

processo. A água externa não está relacionada com a umidade do ar externo senão com a água que foi liberada do licuri.

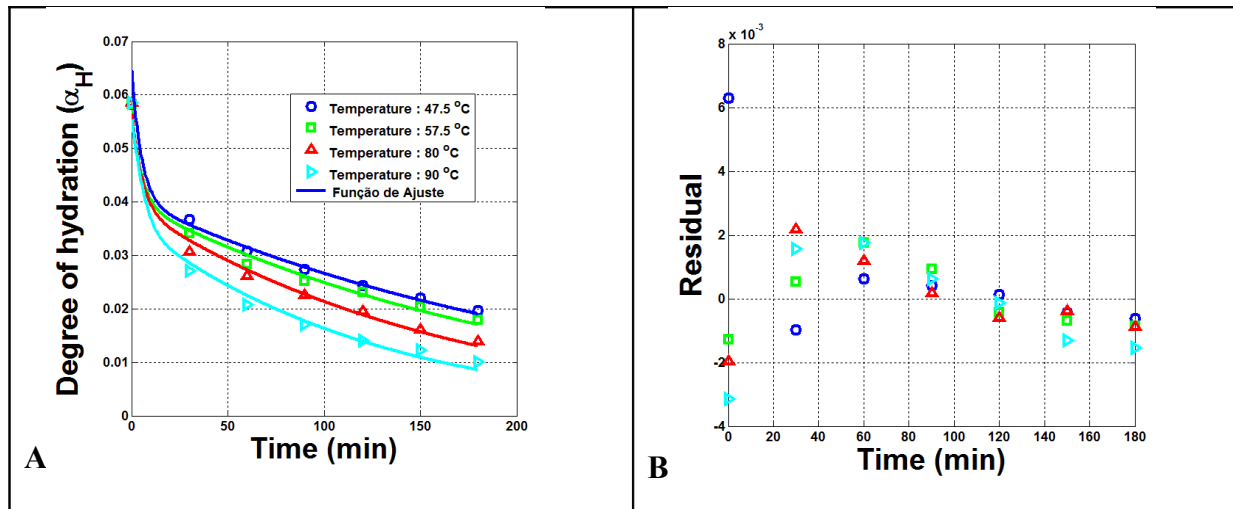


Figura 1. Dados experimentais (símbolos) para o grau médio de hidratação (α_H) em diferentes temperaturas de secagem do licuri durante o tempo. A: modelo de três parâmetros (linhas) e B: Distribuição dos resíduos segundo modelo de três parâmetros.

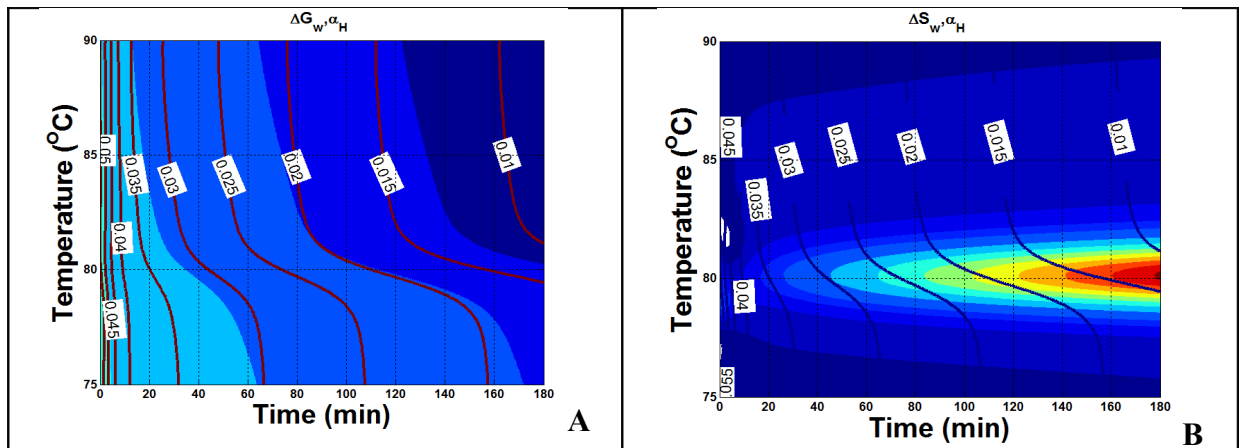


Figura 2. Diagramas de nível obtidos e os graus de hidratação para o modelo de três estados nos diferentes valores de temperatura e tempos de secagem A: Variação de energia livre de Gibbs da liberação de água (ΔG_w); B: variação da entropia da saída de água (ΔS_w).

Na Figura 2 são apresentados os diagramas de nível relacionados com a superfície teórica das respostas para os dados de variação de energia livre de Gibbs da liberação de água (ΔG_w), variação da entropia da saída de água (ΔS_w), variação de energia entrópica ($-T\Delta S_w$) e a variação de energia entálpica (ΔH_w). Nesse caso, as variações de entropia de água foram obtidas segundo a relação de Maxwell a partir dos dados dos gráficos de ΔG_w segundo equação $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ o que conduz à conclusão de que uma vez que a espontaneidade do processo é observada por meio da intensidade dos valores negativos para ΔG_w pode-se concluir que existem duas características distintas durante a condução do processo, uma da entalpia do processo orientado e a outra unidade por efeito de entropia. Quando maximizamos a entropia para obter valores mais negativos de energia livre podemos trabalhar com menores valores de temperatura no processo de secagem sem perdas significativas da sua espontaneidade. Essas condições propiciam menores perdas de óleos, sais entre outras propriedades gerando produtos com melhores qualidades. O modelo obtido indica que pode se obter um produto com um grau de hidratação 0,015 ou 1,5% de umidade nas condições de 80°C de temperatura durante 160 minutos de secagem. Caso a umidade desejada seja de 2% os digramas de nível nos indicam que o uso da mesma temperatura com menores tempos de

secagem (110 min) proporciona esse resultado. Podemos trabalhar em nível energético similar nas condições de temperaturas mais baixas embora o tempo seja relativamente maior. Por outro lado, as perdas térmicas são maiores quando trabalhamos com altas temperaturas e o uso de altas temperaturas poderia ocasionar efeito negativo sobre as propriedades organolépticas do licuri.

CONCLUSÕES

O licuri natural contém valores de atividade de água de $0,7236 \pm 0,0057$ e 6% de umidade. O processo de secagem favoreceu a diminuição da atividade de água até valores entre 0,220 e 0,390 após de 24h.

As análises do modelo indicou que o processo pode ocorrer espontaneamente em temperatura ótima e as condições experimentais estão em dependência da umidade desejada do produto final, podendo se obter um produto com 1,5% de umidade nas condições de 80°C durante 160 min de secagem. A maximização da variação da entropia possibilita o uso de menores temperaturas no processo de secagem.

REFERÊNCIAS

- AKANBI, C.T.; ADEYEMI, R.S.; OJO, A. 2006. Drying characteristics and sorption isotherm of tomato slices. *Journal of Food Engineering*, v.73, n°2, p.157-163.
- BISPO J. A. C., SILVA, C. M. R., BONAFE, C. F. S. ASSIS, D. (in press). Modeling drying isotherms using a structure transition model. *Drying Technology*.
- GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. 2002. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 4, n° 2, p. 157-165.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. 4° Ed. São Paulo, Cap. 4, p. 99.
- LABUZA, T. P. 1986. Sorption phenomena in foods. *Food Technology*, v. 22, p. 263-272.
- MONCEAUX, D. A. KUEHNER, D. 2009. Dryhouse technologies and DDGS production. *Reprinted from The Alcohol Textbook*, 5th Edition, Chapter 21. Disponível em: http://www.barrrosin.com/library_pdfs/dryhouse_technologies_DDGS_production.pdf. Acesso em: 05 de Agosto de 2013
- NOBLICK, L. R. 1986. Palmeiras das caatingas da Bahia e as potencialidades econômicas. *Simpósio sobre a Caatinga e sua Exploração Racional*, Brasília, DF, EMBRAPA, p.99-115.
- NOBLICK, L. R. 1991. The indigenous palms of the State of Bahia, Brazil. *PhD Thesis*, University of Illinois, Chicago.
- OLIVEIRA, M. M., CAMPOS, A. R. N., DANTAS, J. P., GOMES, J. P., SILVA, F. L. H. 2006. Isotermas de dessecção da casca do maracujá (*Passiflora edulis Sims*): determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos. *Cienc. Rural*, Santa Maria/RS, v.36, n°5.
- SANTIN, A. P. 2008. Estudo da secagem da inativação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), p.150, 1996. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)* - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- UHL, N. W., DRANSFIELD, J., DAVIS, J. I., LUCKOV, M. A.; HANSEN, K. S. & DOYLE, J. J. 1995. Phylogenetic relationships among palms: cladistic analyses of morphological and chloroplast DNA restriction site variation. In: *Monocotyledons: systematics & evolution*. RUDALL, P. J.; CRIBB, D. F.; CUTLER, E.; HUMPHRIES, C. J., Royal Botanic Gardens, Kew, p.623-661.