

CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA PHYSALIS POR IRRADIAÇÃO INFRAVERMELHA

R.M. PIGNATA¹, L.C.C.B. OLIVEIRA¹ e S.C. DANTAS¹

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: sandra@icte.uftr.edu.br

RESUMO – A Physalis é uma fruta originária da Colômbia, a qual possui uma grande quantidade de compostos bioativos e um sabor exótico e singular. Em virtude da sua crescente produção, suas inúmeras propriedades medicinais e principalmente de seus elevados teores de vitaminas e minerais, o presente trabalho buscou analisar a variação dos teores de acidez total titulável, ácido ascórbico e grau brix da fruta *in natura* e após o processo de secagem a partir do uso de radiação infravermelha. Esse processo proporciona menores custos de transporte e armazenamento além de prolongar a vida útil do alimento, fator esse ocasionado pela redução da atividade enzimática e microbiológica. Os testes de secagem foram realizados nas temperaturas: 60, 70 e 80°C. Pôde-se observar que o modelo de Page é o que melhor descreve a cinética de secagem, apresentando um coeficiente de determinação médio de 0,9992. Todos os compostos bioativos apresentaram maiores teores após a secagem, e o teor de vitamina C teve um aumento de quase 40% no material seco a 60°C. Os resultados mostraram que a secagem pelo método infravermelho é eficiente na concentração do teor dos compostos bioativos.

1. INTRODUÇÃO

A fruta physalis é caracterizada como uma baga carnosa arredondada (Puentes *et al.*, 2011), típica de regiões de clima temperado e subtropical. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial da fruta, onde os principais pontos de cultivo são Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Luchese, 2013). Esta fruta apresenta elevadas quantidades de vitaminas A, B1, B2, B3 e C, além de sais minerais como potássio, magnésio, fósforo e ferro além de outros compostos em menor quantidade. (Ramadan e Moersel, 2004; Ramadan, 2011; Puentes *et al.*, 2011). Suas inúmeras propriedades medicinais, particularmente associadas ao tratamento quimioterapêutico e preventivo do câncer, juntamente com as características nutracêuticas explicam o crescente interesse na produção da fruta nos últimos anos.

O maior índice de consumo da physalis ocorre na forma *in natura*, o que eleva o custo de comercialização e transporte devido à alta perecibilidade da fruta. O elevado teor de umidade é um dos fatores que afetam sua qualidade, implicando em perdas qualitativas e quantitativas durante seu período de produção e armazenamento. A remoção da água se apresenta como uma importante alternativa para tal impasse. Existem diversos modos de secagem, sendo o método que faz uso da radiação infravermelha um dos mais utilizados. Gardusi *et al.* (2013) aponta que o processo faz uso de um equipamento simples, de fácil manuseio e gasto energético, significativamente, menor que os métodos convencionais.

A secagem promove a remoção do líquido agregado e a redução do volume do alimento, facilitando assim o seu transporte. A secagem também é capaz de promover uma maior conservação microbiológica, além da concentração de compostos bioativos e antioxidantes. Um importante composto bioativo é o ácido ascórbico, comumente denominado por vitamina C, cuja função principal é a hidroxilação do colágeno (Basu *et al.*, 2006), além de agir como um poderoso antioxidante capaz de transformar diversos radicais livres em formas inertes. Na presença de temperaturas elevadas o composto sofre oxidação irreversível, perdendo a atividade biológica.

Um critério importante na avaliação da conservação de produtos alimentícios é a acidez. Além de controlar o número de microrganismos, a acidez total titulável compreende um conjunto de ácidos orgânicos, principalmente o ácido cítrico, que influenciam na coloração, textura e aroma dos alimentos. A presença de tais compostos é fundamental para uma boa qualidade da fruta (Souza *et al.*, 2010).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a cinética de secagem da *Physalis* em função da temperatura, e determinar o comportamento dos compostos bioativos antes e depois do processo de desidratação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

A *Physalis peruviana* Linnaeus utilizada neste trabalho foi obtida em uma mercearia localizada no Mercado Municipal de Uberaba. Posteriormente, as frutas foram conservadas em temperatura ambiente até o instante da sua utilização.

2.2. Equipamentos e condições de secagem

O estudo da secagem da *Physalis* foi realizado em um equipamento analisador de umidade com o provimento de calor através da luz infravermelha. A variável manipulada foi a temperatura de secagem (60°, 70° e 80°), e o experimento foi realizado até que a umidade de equilíbrio fosse atingida.

As amostras foram pesadas e o equipamento foi pré-aquecido. A temperatura desejada foi então ajustada e a secagem iniciada. Dados de tempo e porcentagem de água extraída puderam ser vistos no visor digital do aparelho. O processo de desidratação se manteve até que uma diferença de 0,1% de umidade pudesse ser constantemente observada. Com posse de tais dados, foi possível o cálculo da razão de umidade (RU), segundo a Equação 1:

$$RU = \frac{U_{(t)} - U_e}{U_0 - U_e} \quad (1)$$

2.3. Análises físico-químicas

Sólidos Solúveis Totais (SST): o teste foi realizado a partir de aproximadamente três gotas de suco de frutas, e indicado com o auxílio de um refratômetro manual. Os resultados foram expressos em °Brix.

Teor de Vitamina C: examinada em 10 ml de suco, acumulado em um erlenmeyer contendo 50 ml de ácido oxálico a 1% (m/v). A titulação foi feita com o uso de 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) até a solução atingir um aspecto rosado persistente por 15 segundos. Os resultados foram retratados em mg de ácido ascórbico por 100 ml de suco de frutas.

Acidez Total Titulável (ATT): promovida parcialmente segundo a metodologia utilizada por Giacobbo *et al.* (2008), que consiste na titulação potenciométrica de 10 ml de suco com uma solução padrão de NaOH 0,1M até atingir o pH de referência 8,2.

2.3. Tratamento Estatístico

A Tabela 1 apresenta os modelos de cinética de secagem que foram ajustados aos dados experimentais.

Tabela 1 - Modelos de cinética de secagem (Gardusi *et al.*, 2014)

Equação	Modelo
$RU = \exp(-kt)$	Lewis
$RU = A \exp(-kt)$	Brooker e colaboradores
$RU = A \left(\exp(-kt) + \frac{1}{9} \exp(-9kt) \right)$	Henderson e Henderson
$RU = \exp(-kt^n)$	Page

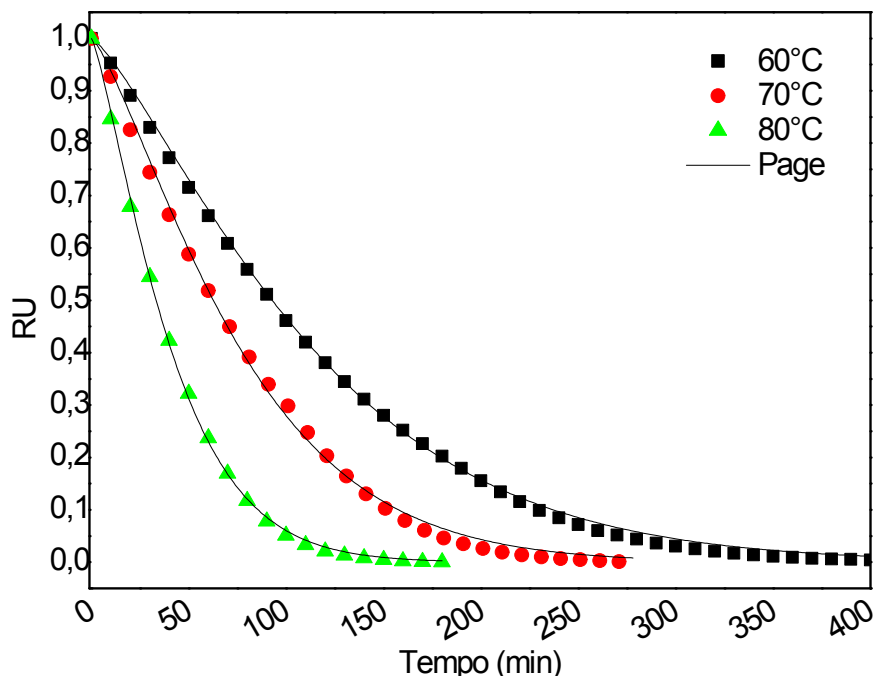
A seleção do melhor modelo foi feita com base na magnitude do coeficiente de determinação (R^2), bem como na significância dos parâmetros e na distribuição dos resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Cinética de Secagem

A Figura 1 mostra o comportamento das curvas do adimensional de umidade em função do tempo de secagem, em minutos, para cada uma das três temperaturas utilizadas, juntamente com a predição do modelo de Page, o qual estatisticamente foi o modelo que melhor descreveu a cinética de secagem da physalis. O valor do coeficiente de determinação médio foi de 0,9992.

Figura 1 – Cinética de secagem nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e o modelo de Page ajustado.



O tempo de secagem é dependente da temperatura de operação do infravermelho. Quanto maior essa temperatura, menor é o tempo necessário para que a umidade de equilíbrio seja atingida.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros para esse modelo, assim como o coeficiente de determinação.

Tabela 2 - Parâmetros para o modelo de Page e coeficiente de determinação

Experimento	k	n	R ²
60°C	0,0021	1,2809	0,9995
70°C	0,0032	1,3020	0,9985
80°C	0,0081	1,2717	0,9996

Azoubel *et al.* (2010) também encontraram o modelo de Page como sendo o que melhor retrata a cinética de secagem da manga. O experimento em questão foi realizado com e sem tratamento ultrassônico.

3.2. Análises físico-químicas

A Tabela 3 mostra o comportamento dos compostos bioativos da physalis antes e depois do processo de secagem. O teor de vitamina C foi analisado através da quantidade de ácido ascórbico (em mg) existente em 100 g de fruta. No caso da acidez total, a análise foi feita com base no teor de ácido cítrico (em mg) presente em 100 g de fruta. A temperatura de secagem e o tempo de operação do processo podem afetar a atividade dos compostos

bioativos presentes na fruta. Assim, neste trabalho, foi avaliado o efeito que a temperatura de secagem exerce no teor de sólidos solúveis totais, vitamina C e acidez total titulável nas amostras submetidas ou não ao processo térmico.

Tabela 3 - Propriedades físico-químicas

	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Teor de vitamina C (mg /100 g)	Acidez total titulável (mg/100 g)
<i>in natura</i>	2,5	92,5	487,8
60°C	10	233,2	1467
70°C	8	195,7	2447
80°C	7	132	2006

O menor valor observado para a quantidade de sólidos solúveis totais, 2,5°Brix foi para a fruta *in natura*, enquanto que as diferentes amostras de material seco obtiveram valores de 10, 8 e 7°Brix, a 60, 70 e 80°C, respectivamente. Um aumento da temperatura de secagem fez com que a quantidade de °Brix (sacarose) diminuísse, e mesmo assim os valores encontrados foram superiores aos da fruta *in natura*. O processo de secagem proporcionou melhora significativa no que tange a qualidade da fruta, visto que o índice de sacarose se mostra como um confiável indicativo da mesma.

O teor de ácido ascórbico encontrado no material úmido (*in natura*) apresentou-se como o menor valor, 92,5 mg de ácido ascórbico em cada 100 g de fruta. Assim como a quantidade de sólidos solúveis, o teor de vitamina C foi superior nas amostras secas, mesmo que o valor se mostre decrescente com a temperatura. Dorta *et al* (2012) explica que o aumento do teor de ácido ascórbico após a secagem se deve à inativação de algumas enzimas capazes de degradar compostos bioativos.

O maior teor de acidez total titulável para a physalis foi após a secagem a 70°C (2447 mg de ácido cítrico/100 g de fruta), enquanto que para a fruta *in natura* o valor encontrado foi expressamente inferior (487,8 mg de ácido cítrico/100 g de fruta).

4. CONCLUSÃO

A cinética de secagem por irradiação infravermelha foi um método eficiente e de simples realização para as condições utilizadas neste trabalho. A análise estatística dos dados experimentais relacionadas ao adimensional de unidade apontou o modelo de Page como o que melhor prediz os dados laboratoriais.

Uma análise das curvas que relaciona o adimensional de umidade com o tempo, mostrou que a duração do processo é dependente da temperatura de operação, a qual também pode interferir nos teores dos compostos bioativos e na possível desnaturalização dos mesmos. O índice de Grau Brix, assim como os teores de ácido ascórbico e cítrico apresentaram valores superiores quando analisados no material seco e comparados com os da fruta *in natura*.

5. NOMENCLATURA

RU razão de umidade (adimensional)

$U_{(t)}$ variação da umidade real com o tempo

U_e umidade de equilíbrio

U_0 umidade inicial (obtida na estufa)

6. REFERÊNCIAS

- AZOUBEL, P. M; AMORIM, M. R; OLIVEIRA, S. S. B; BAIMA, M. A. M; CASTRO, M. S. Cinética de secagem de manga com e sem pré-tratamento ultrassônico, 2010.
- BASU, T. K.; DICKERSON, J.W. Vitamins in Human Health and Disease. *CAB International*, 2006.
- DORTA, E; LOBO, M. G; González, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: Effect on antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 2012.
- GARDUSI, F.; MENDES, L. G.; NOGUEIRA, G. D. R; SILVA, D. I. S.; BARROZO, M. A. S. Secagem da casca da mexerica por irradiação infravermelha e comparação dos compostos bioativos desta in natura e após a secagem, 2014.
- GIACOBBO, C. L; ZANUZO, M; CHIM, J; FACHINELLO, J. C. Avaliação do teor de vitamina C em diferentes grupos de araçá-comum, 2008.
- LUCHESI, C. L; Avaliação da influência da temperatura e da concentração da solução de sacarose na desidratação osmótica de physalis. *Dissertação de mestrado, DEQ/UFRGS*, 2013.
- PUENTE, L. A; PINTO-MUÑOZ, C. A.; CASTRO, E. S.; CORTÉS, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, v. 44, p. 1733-1740, 2011.
- RAMADAN, M. F.; MOERSEL, J. T. Goldenberry: A novel fruit source of fat soluble bioactives. *Informative novel Crop Production*, v. 15 (2), p. 130-131, 2004.
- RAMADAN, M. F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Research International*, v. 44, p. 1830-1836, 2011.
- SOUZA, L.M.; CORREIA, K. C.; SANTOS, A. M. H.; BARRETO, L. P.; NETO, E. B., (2010). Comparação de metodologias de análise de pH e acidez titulável. Anais JUPEX UFRPE, Recife - PE