

Área: Engenharia de Alimentos

ESTUDO DE SECAGEM CONVECTIVA DE ALBEDO DE LARANJA

Marise Muttoni, Darqui Thais Decosta,

Ananda Lubian Ramos, Natália Argenta, Jeferson Steffanello Piccin

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, BR 285, Bairro São José, Passo Fundo, RS

RESUMO – A laranja é uma fruta muito conhecida mundialmente por apresentar quantidades consideráveis de sais minerais e vitaminas, sendo seu principal produto o suco de laranja. Apesar de o suco ser o principal produto, são obtidos vários subprodutos com valor comercial durante o processo de fabricação, como a pectina extraída do albedo. Um dos principais problemas, quando estes são descartados, é a geração de elevados volumes de resíduos, cuja destinação pode ser problemática, por ocupar grandes espaços, podendo também representar riscos ambientais e à saúde. O aproveitamento das cascas e da polpa da laranja, encontra-se atualmente restrito à produção de ração animal e de pectina comercial purificada. Algumas limitações fazem com que estes resíduos tenham uma utilização restrita, entre elas a grande quantidade de água que contêm, o que acarreta problemas de coleta, transporte e armazenamento. Tendo em vista que o resíduo mais gerado na produção do suco de laranja é a casca, representando 65% do total de resíduos, o presente trabalho teve como objetivo aproveitar o resíduo da casca da laranja realizando a secagem do albedo, com isso obteve-se uma velocidade crítica de 0,045 g/m²·min (massa de água por massa de sólidos seco) e conteúdo crítico de umidade de 1,7 g/g. Além disso, a caracterização da matéria prima revelou que o albedo de laranja possui umidade de secagem e umidade equilíbrio de 75,62% e de 70,98%, respectivamente. Tudo isso demonstra que a secagem foi eficiente, e que a posterior extração de pectina poderá ser realizada.

Palavras-chave: Laranja, albedo, secagem, pectina.

1 INTRODUÇÃO

Uma das consequências das atividades industriais de processamento de alimentos é a geração de resíduos, cuja destinação pode ser problemática, por ocupar grandes espaços, e quando mal gerenciada pode representar riscos ambientais e à saúde da população (DEITOS et al., 2014). Algumas limitações fazem com que estes resíduos tenham uma utilização restrita, entre elas a grande quantidade de água que contêm, o que acarreta problemas de coleta, transporte e armazenamento (ALEXANDRINO et al., 2007). A indústria do suco de laranja é um exemplo disso. Apesar de o suco ser o principal produto, é obtido vários subprodutos com valor comercial

durante o processo de fabricação. Dentre esses subprodutos estão os óleos essenciais, o d'limoneno, a pectina e o farelo de polpa cítrica.

A casca da laranja é composta basicamente pelo flavedo e pelo albedo (CAMARGO et al., 2005; DEITOS et al., 2014). O endocarpo, constituído pelos gomos do fruto onde se têm as vesículas de suco, separados por membranas, que recobrem os gomos separando-os do albedo, fornecem as polpas adicionais que podem ser extraídas juntamente com o suco (DEITOS et al., 2014).

No albedo das frutas cítricas está localizada a pectina, especialmente em tecidos mais resistentes. Segundo EVARISTO (2009), a pectina também encontra-se em outras frutas e vegetais como: maçã, banana, beterraba, cenoura, repolho, nozes, ervilha e quiabo, mas é na laranja que ela está presente em maior quantidade. Cada unidade tem cerca de 2 gramas de pectina.

Conforme LOCATELLI et al. (2010) as pectinas são hidrocolóides naturais presentes em plantas superiores que formam um grupo heteromolecular de polissacarídeos estruturais encontrados na parede celular primária das células vegetais e nas camadas intercelulares (lamela média), contribuindo para a adesão entre as células, firmeza e resistência mecânica do tecido. A pectina é um colóide hidrófilo natural, constituído principalmente por ácidos poligalacturônicos parcialmente metoxilados; o principal componente carboidrato é uma D-galacturomanana com ligação 1,4 (EVARISTO, 2009). A polpa da laranja é potencialmente uma excelente fonte de fibras dietéticas insolúveis e solúveis, sendo a mais conhecida delas a pectina, muito utilizada na indústria de alimentos como espessante.

Vários estudos têm proposto outros usos para os resíduos da laranja, incluindo a obtenção de fertilizantes orgânicos, pectina, óleos essenciais, compostos com atividade antioxidante e várias enzimas, incluindo pectinases e amilases. Apesar de todas essas possibilidades, os resíduos das indústrias de suco de laranja permanecem em sua maior parte inutilizados (ALEXANDRINO et al., 2007). ZANELLA, (2013) obteve a pectina provinda do albedo da laranja-pera desidratados e propiciou uma análise investigativa de que as condições operacionais de secagem, estudadas em tal pesquisa, influenciam nas características e na qualidade das pectinas obtidas.

Tendo em vista que o resíduo mais gerado na produção do suco de laranja é a casca, representando 65% do total de resíduos (DEITOS et al., 2014), o presente trabalho teve como objetivo aproveitar o resíduo industriais da casca da laranja realizando a secagem do albedo para posterior extração da pectina. Além disso, pretende-se comparar a curva de secagem e a taxa de secagem com os valores calculados a partir da teoria da secagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção do albedo de laranja

O albedo foi extraído de cascas de laranjas de suco caseiras cultivadas em Vila Maria/RS. As laranjas foram lavadas e descascadas, cuidadosamente, separando o albedo (parte branca) da casca e então cortado em pedaços menores.

2.2 Secagem

A secagem foi realizada de acordo com o método utilizado Sthel et al. (2014). O albedo foi exposto em bandejas de tela e na sequência, a temperatura do ar do secador de bandejas. A temperatura foi ajustada e estabilizada a 70°C antes de iniciar a operação. A velocidade do ar de secagem foi medida através de um anemômetro digital e as temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido do secador foram medidas utilizando-se termômetros de mercúrio.

A cinética de secagem foi acompanhada através dos registros da variação da perda de massa em função do tempo. Estes registros ocorreram através de medidas de 15 em 15 minutos durante as duas primeiras horas de exposição e, a partir, intervalos de uma hora até serem completadas oito horas de secagem.

A curva de secagem foi realizada pela plotagem de conteúdo de água em e relação a massa de sólidos seco (equação 1, razão de umidade) em função tempo:

$$X_t = \frac{m_{H_2O}}{m_{SS}} \quad (1)$$

sendo m_{H_2O} a massa de água, e m_{SS} a massa de sólido seco.

A umidade inicial foi calculada através da relação da quantidade de água sobre a quantidade de sólido seco, determinada a partir de análise termogravimétrica a 150 °C. A partir dos dados da razão de umidade, para cada intervalo de tempo, foi calculado a taxa real de secagem, de acordo com a equação 2:

$$R = \frac{dX}{A \cdot dt} \quad (2)$$

sendo A a área de secagem.

Para os cálculos do coeficiente de película (h , em $\text{kW m}^{-2} \text{°C}^{-1}$) e da taxa de secagem (R , em $\text{kg kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) teóricos foram utilizadas propriedades do ar obtidos em carta psicrométrica com os valores de temperatura da parede do material (T_w , medida por termômetro infravermelho) e temperatura de bulbo seco (T) para obter os valores de volume específico e massa específica. Os parâmetros foram calculados a partir das seguintes equações (Genkoplis, 1995):

$$G = v \cdot \rho \quad (3)$$

$$h = 0,0204 \cdot G^{0,8} \quad (4)$$

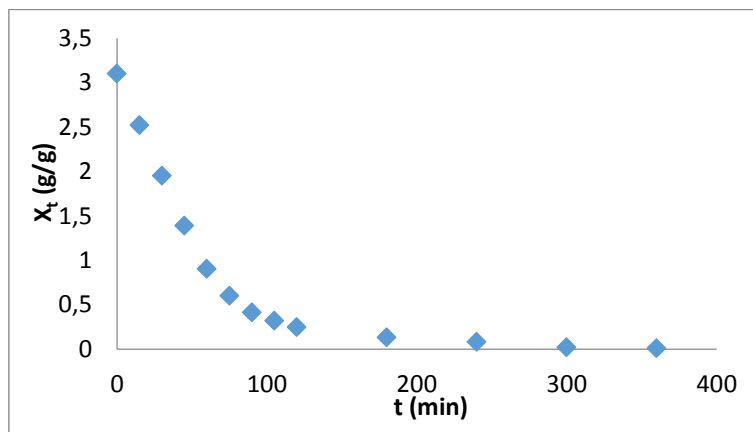
$$R = \frac{h \cdot (T - T_w)}{\Delta H_{lv}} \quad (5)$$

sendo G a velocidade mássica ($\text{kg m}^{-2} \text{min}^{-1}$), v a velocidade do ar (m s^{-1}) ρ a massa específica do ar (kg m^{-3}), h o coeficiente de película ($\text{kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$), ΔH_{lv} a entalpia de evaporação da água (kJ kg^{-1}).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a curva de secagem de umidade livre em g água/g SS versus tempo em minutos, em uma temperatura de 70°C e velocidade do ar de 0,83 m/s.

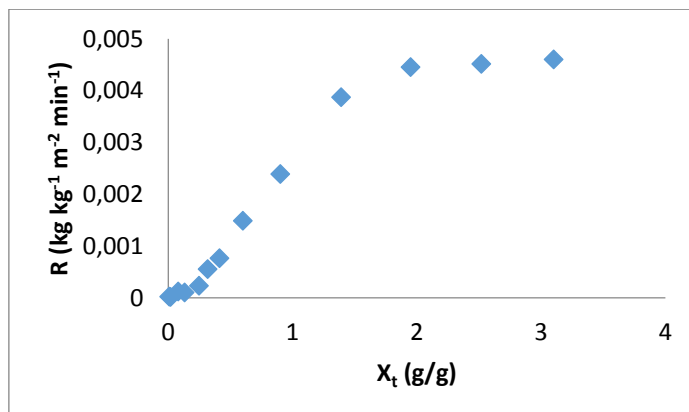
Figura 1 - Curva de secagem de albedo de laranja em secador de bandeja



Observa-se, na Figura 1, que o aumento da temperatura de secagem acelera o processo, fazendo com que a amostra sofra redução de umidade mais rapidamente no início da secagem e conseqüentemente menor tempo de secagem é requerido. Para Fiorentin et. al, (2010) as curvas de taxa de secagem apresentaram um período de taxa constante seguidas por um período decrescente, enquanto que nas temperaturas de 66 °C e 92 °C houve a formação somente de um período decrescente. Provavelmente em temperaturas elevadas toda a umidade livre presente na superfície do albedo da laranja evapora rapidamente impossibilitando a formação de um período de taxa constante.

A Figura 2 apresenta a curva da taxa de secagem (R) em função do conteúdo de umidade livre (X_t). Observa-se que para umidade de até 1,7 g/g (umidade crítica) a taxa de secagem é contante e igual a 0,045 kg kg⁻¹ m⁻² min⁻¹. Para umidades inferiores a 1,7 g/g a taxa possui comportamento de redução linear até valores de X_f de 0,2 g/g.

Figura 2 – Taxa de secagem em função do conteúdo de umidade



Através do cálculo de razão de umidade para secagem e para umidade equilíbrio segundo método da AOAC, obteve-se valores de 75,62% e de 70,98%. A literatura traz resultados do teor de umidade da casca de laranja analisados por outros métodos, permitindo uma breve discussão. ZANELLA, (2013) analisou umidade de albedo de laranja através do método da AOAC em secador de bandeja obtendo um valor para 77,43%. BRADDOCK E CRANDALL (1981) obtiveram um valor de 74,1% (base úmida) do teor de umidade ao secarem o albedo da laranja Valência em estufa a vácuo, na temperatura de 60 °C durante 16 horas.

LINDHOUT (2007) estudou o processo de secagem em estufa do flavedo de duas espécies de laranja, Navelina e Thomson, na temperatura de 40 °C durante 2 dias e obteve teor de umidade/voláteis nos valores de 76,1% e 76,5% (base úmida) respectivamente, para as espécies. Apesar alguns de estes trabalhos utilizarem espécies de laranjas e métodos de secagem diferentes do estudado neste trabalho, observa-se que os resultados obtidos são semelhantes, e que as diferenças nos valores são aceitáveis e devidas a inúmeros fatores, entre eles, às diferentes condições de secagem estudadas, às diferentes espécies, às condições climáticas e regionais.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros da secagem e o valores teóricos do coeficiente de película (h) e da taxa de secagem (R). Observa-se na tabela 1 que o coeficiente de película foi na ordem de $16 \text{ W m}^{-2}\text{C}^{-1}$, que é característico de processos de secagem em paralelo. Além disso, o valor teórico da taxa de secagem foi na mesma ordem de grandeza ($10^{-3} \text{ kg/kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}$) que os observados na prática, demonstrando a coerência dos dados.

Tabela 1 - Parâmetros do ar e valores de h e R teóricos

Parâmetro	Valor	Unidade
v	0,833333	m/s
par	0,917431	kg/m ³
Tw	50	°C
T	70	°C
Δh_{lv}	2382,8	kJ/kg
G	0,76	kg/m ² ·s
h	0,01646	kW/m ² ·°C
R	0,0084	kg/kg·m ² ·min

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o estudo de secagem de albedo de laranja, um sub-produto com baixo valor agregado pela indústria de alimentos. Os valores da taxa crítica de secagem (RC) foi de 0,0045 kg/kg·m²·min, que foi na mesma ordem de grandeza do valor teórico calculado. O valor de umidade crítica de secagem foi de 1,7 g/g. A secagem realizada no presente trabalho foi eficiente, devido os resultados de teores de

umidade encontrados na literatura, sendo satisfatórios para secagem convectiva em secadores de bandeja, podendo assim realizar-se a extração de pectina.

5 REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, A. M.; FARIA, H. G.; SOUZA, C. G. M.; PERALTA R. M. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack:Fr). *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, 2007.
- BRADDOCK, R. J.; CRANDALL, P. G. CARBOHYDRATE FIBER FROM ORANGE ALBEDO. *Journal of Food Science*, v. 46, n. 2, p. 650, 1981.
- CAMARGO, L. A.; DENTILLO, D. B.; CARDELLO, L.; GATTÁS, E. A. L. Utilização De Bagaço De Laranja Na Produção De Pectinases De *Aspergillus* Sp. *Alim. Nutr.*, Araraquara. v. 16, n. 2, p. 153-156, abr./jun. 2005.
- DEITOS, A.; KIELING, A. G.; FERNANDES, I. J.; MORAES, C. A. M.; BREHM, F. A. Avaliação Do Resíduo Casca De Laranja Na Obtenção De Pectina E Óleo Essencial. In: *Simpósio internacional de qualidade Ambiental*. Porto Alegre, mai 2014.
- EVARISTO, J. J. Avaliação de diferentes reagentes na extração da pectina do albedo da laranja. *BLUMENAU*, 2009.
- FIorentin, L. D.; MENON, B. T.; ALVES, J. A.; BARROS, S. T. D.; PEREIRA, N. C.; LIMA O. C. M.; MODENES, A. N. Análise Da Secagem Do Bagaço De Laranja Em Camada Fina Utilizando Modelos Semi-Teóricos E Empíricos. *Engevista*, V. 14, n. 1. p. 22-33, 2012.
- GEANKOPLIS, C. J. *Transport Processes and Unit Operations*. Prentice Hall, 1995
- LOCATELLI, G. O.; SILVA, G. D.; FINKLER, L.; FINKLER, C. L. L. Hidrólise ácida e enzimática de pectina para crescimento celular de *Cupriavidus necator* e *Pseudomonas putida*. *Evidência*, Joaçaba v. 10 n. 1-2, p. 89-104., 2010
- STHEL, M. S.; MUNIZ, E. P.; PROVETI, J. R. C.; PORTO, P. S. S. Secagem e extração de pectina do albedo da casca de laranja. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*. v. 1, n.1.2014
- ZANELLA, K. Extração da pectina da casca da laranjapera (*citrus sinensis* l. osbeck) com solução diluída de ácido cítrico. 110 f. Mestrado em Engenharia Química. Unicamp. Campinas. 2013.