



EFEITO DA TEMPERATURA E PRÉ-TRATAMENTO NA CINÉTICA DE SECAGEM DE FATIAS DE YACON EM DIFERENTES ESPESSURAS

PAULA G. SILVEIRA^{1*}, CARLOS R. S. DE PAULA¹, JEFFERSON L. G. CORRÊA¹, IRINEU PETRI JÚNIOR², LEANDRO L. MACEDO¹JULIANA R. DO CARMO¹

¹Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

² Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos

*e-mail: pagiarolla@gmail.com

RESUMO - Yacon é um tubérculo originário da região andina (América do Sul) com altas concentrações de frutooligossacarídeos (FOS) que apresentam características prebióticas. O Yacon apresenta alta atividade de água e umidade, além disso, os FOS hidrolisam rapidamente após a colheita, o que reduz a sua vida útil. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo realizar uma secagem convectiva de Yacon e avaliar a influência da espessura, temperatura e pré-tratamento das amostras com etanol sobre a cinética de secagem. A variação da espessura das fatias de Yacon impactou em mudanças no tempo de secagem nos tratamentos a 50°C com e sem etanol. O pré-tratamento com etanol foi eficiente na redução do tempo de secagem, contribuindo também para a redução do consumo de energia. O uso do etanol como pré-tratamento pode ter levado a um aumento na pressão de vapor da amostra e o efeito *Marangoni* impactando diretamente na difusividade da água e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de secagem. O modelo de Page apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, sendo então suficiente para prever as curvas cinéticas de secagem.

INTRODUÇÃO

O Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é um tubérculo originário da região andina (América do Sul), com altas concentrações de frutooligossacarídeos (FOS) como principal carboidrato de reserva. Esses sacarídeos estão relacionados a características prebióticas, como por exemplo, o auxílio na modulação da insulina no sangue (Oliveira *et al.*, 2021).

O Yacon apresenta alta atividade de água e umidade. Além disso, o FOS hidrolisa rapidamente após a colheita, o que reduz sua vida útil (Mendonça *et al.*, 2017). Para preservação e retenção de sua atividade biológica, cuidados especiais devem ser dados à técnica de processamento, que pode afetar sobremaneira a composição química, incluindo os componentes bioativos (Brochier *et al.*, 2015).

A secagem convectiva é uma técnica de processamento que pode aumentar a vida útil do Yacon devido à redução da umidade e da atividade de água. Entretanto, esta técnica pode afetar a composição química do alimento dependendo do tempo de exposição e da temperatura utilizada. O tempo de secagem pode ser influenciado por fatores como: temperatura, geometria da amostra e presença de pré tratamentos (Guedes *et al.*, 2021).

A temperatura de secagem exerce forte influência na determinação do tempo de secagem, conforme observado nas secagens de yacon (Mendonça *et al.*, 2017), *Physalis* (Santos *et al.*, 2020) e abóbora (Junqueira *et al.*, 2017).

Neste cenário, o pré-tratamento com etanol é uma alternativa para reduzir o tempo de secagem, assim como o observado na secagem de batatas (Guedes *et al.*, 2021), maçã (Rojas *et al.*, 2021) e morango (Macedo *et al.*, 2021).

O uso do etanol como pré-tratamento faz com que a água saia do alimento com maior facilidade. Esta facilidade se dá pelo efeito *Marangoni* (Rojas *et al.*, 2021).

O efeito *Marangoni* promove a saída de água do alimento devido à sua interação com o etanol, aumentando a pressão de vapor e facilitando a saída da mesma (Guedes *et al.*, 2021).

A variação na espessura pode influir na taxa de secagem, uma vez que, quanto maior a espessura maior será a resistência a transferência de massa conforme observado na secagem de fatias de banana (Silva *et al.*, 2009) e pimentão verde (Alves e Nicoletti, 2014) (Martins *et al.*, 2020).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o impacto do uso de etanol como pré-tratamento, a influência da espessura das fatias e o uso de diferentes temperaturas na cinética de secagem do Yacon, em um secador convectivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência das seguintes variáveis na cinética de secagem: variação em um parâmetro geométrico (utilização de duas espessuras diferentes), uso de duas diferentes temperaturas (50 e 70°C), emprego do etanol como pré-tratamento. Nesta seção são apresentados os materiais e métodos.

Preparo das amostras

O Yacon foi lavado em água corrente e imerso em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 0,200 g/kg de solução por 15 min para sanitização. Posteriormente, foram cortadas em fatias de 2,00 cm de comprimento \times 2,00 cm de largura e espessuras de 0,50 e 0,40 cm, com o auxílio de um molde de aço inoxidável e foram imersas em uma solução contendo 1% de ácido cítrico por 2 min. Em seguida, as amostras foram secas com papel absorvente. (Junqueira *et al.*, 2017).

Pré- tratamento com etanol

As amostras frescas foram pré-tratadas com etanol. O pré-tratamento com etanol foi

realizado por imersão da amostra em etanol 95% (vv⁻¹), na proporção de 1:5 (wv⁻¹), por 2 min, a 25 °C (Macedo *et al.*, 2021).

Secagem convectiva

As amostras frescas e pré-tratadas com etanol foram secas em um secador de túnel (Eco Engenharia Educacional, modelo MD018, Brasil) (Figura 1), com fluxo de ar paralelo a 1,0 m s⁻¹, temperatura de 50°C e 70 °C, umidade relativa do ar 57 [kg H₂O/ kg ar seco]. Para cada secagem, foram utilizados 68,82 \pm 0,67 g de amostra. A amostra foi pesada durante a secagem, em intervalos de 15 minutos, com auxílio de uma balança analítica (Marte Científica, modelo AD33000, Brasil) (precisão \pm 0,01 g) acoplada ao porta-amostras. A secagem foi realizada até que a massa das amostras ficasse constante, atingindo o equilíbrio.

A umidade de equilíbrio foi obtida de acordo com o método padrão AOAC 934,06.



Figura 1: Secador de túnel convectivo.

Modelagem matemática das curvas de secagem

As curvas de secagem fornecem informações importantes sobre a transferência de massa, e são utilizadas para a determinação do coeficiente de difusão efetivo. A cinética de secagem de materiais biológicos apresenta comportamento exponencial. Desse modo, foram testados os principais modelos exponenciais encontrados na literatura como o modelo de difusão unidirecional, baseado na 2ª lei de Fick, e os modelos empíricos (Lewis, Page, Handerson & Pabis, Midilli).

No modelo baseado na 2ª lei de Fick, as amostras serão consideradas como placas

semifinitas com $2L$ de espessura e a transferência de umidade interna unidirecional é apresentada pela Equação 1.

$$\frac{\partial M_t}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{eff} \frac{\partial M_t}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Sendo: M_t é o teor de umidade [kg H₂O/ kg sólido seco], D_{eff} é a difusividade efetiva [m² s⁻¹], z é a coordenada axial e t denota o tempo [s].

A solução analítica para a Equação 1 truncada no primeiro termo, considerando o transporte de massa por difusão, sem nenhuma resistência externa à transferência de massa e coeficientes de difusão e temperatura constantes para uma placa, é dada pela Equação 2.

$$RU = \left[\frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp \left(-(2i+1)^2 \pi^2 D_{eff} \frac{t}{4L^2} \right) \right] \quad (2)$$

Sendo: RU é a razão de umidade adimensional e L é o comprimento característico (metade espessura da amostra) em m.

A razão de umidade adimensional é dada pela Equação 3

$$RU = \frac{M_t - M_{eq}}{M_0 - M_{eq}} \quad (3)$$

onde M_{eq} é o teor de umidade no equilíbrio [kg H₂O /kg sólido seco] e M_0 é o teor de umidade inicial [kg H₂O /kg sólido seco].

Os modelos empíricos para a cinética de secagem estão dispostos na Tabela 1. Sendo: a , b , c e n são constantes de cada modelo e k é a constante de secagem.

Tabela 1: Modelos empíricos de cinética de secagem

	Modelo	Eq.
Newton	$MR = \exp(-k \cdot t)$	(4)
Page	$MR = \exp(-k \cdot t^n)$	(5)
Handerson & Pabis	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	(6)
Logarítmico	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b$	(7)

Os ajustes dos modelos foi realizado pela estimativa ajustada do R-quadrado (R^2) e da Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE). Este parâmetro estatístico é calculado de acordo com as Equação 8.

$$RMSE = \sqrt{\left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2 \right]} \quad (8)$$

Sendo: $MR_{pre,i}$ e $MR_{exp,i}$ são razões de umidade adimensionais experimentais e previstas, respectivamente, e N é o número de observações.

As difusividades efetivas foram obtidas por meio da regressão não linear (Quasi-Newton) do software STATISTICA 8.0® (Statsoft, Tulsa, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados e discussões para a avaliação proposta.

Cinética de secagem

A variação do teor de umidade adimensional (RU) ao longo do tempo de secagem, para os diferentes tratamentos e temperaturas, é mostrado na Figura 1.

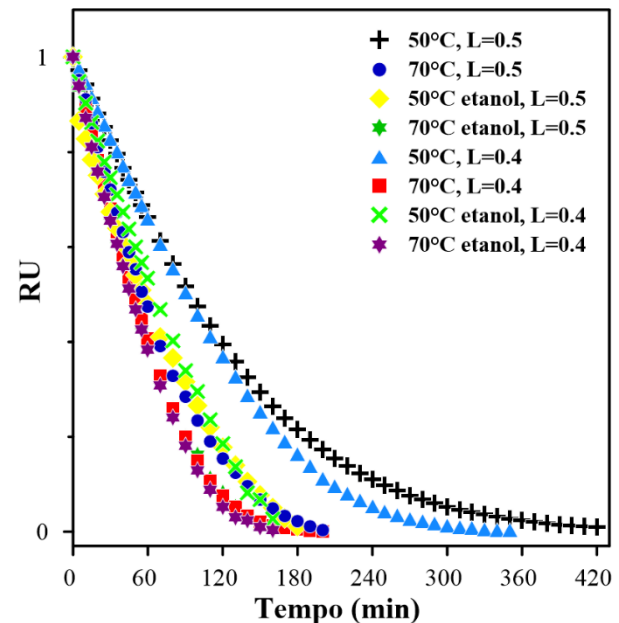


Figura 1: Secagem convectiva (1.0 m/s) de fatias de Yacon com uso de diferentes espessuras (0,4 e 0,5 cm), temperaturas (50 e 70°C) e com a presença ou não do pré-tratamento com etanol.

Com relação ao tempo de secagem necessário para atingir o teor de equilíbrio

(massa constante), visto na Figura 1, é possível verificar que a variação na espessura das fatias de Yacon impactou em mudanças no tempo de secagem.

As fatias com espessuras iguais a 0,5 cm, submetidas à temperatura de 50°C com o uso do etanol como pré-tratamento, apresentaram uma redução de 70 min no tempo de secagem quando comparadas as amostras com espessura iguais a 0.5 cm sem o pré-tratamento.

As fatias com espessuras iguais a 0.4 cm submetidas à temperatura de 50°C com o uso do etanol como pré-tratamento apresentaram uma redução de 20 min quando comparadas as amostras com espessura iguais a 0.4 cm sem o pré-tratamento.

Entretanto, o mesmo não foi observado nos tratamentos a 70°C, não havendo diferenças nos tempos de secagem ao se comparar tratamentos com espessuras diferentes.

Santos *et al.* (2020) e Moreira *et al.* (2018) observaram que o aumento da espessura exerce influência no tempo de secagem. Contudo, este aumento no tempo de secagem é também dependente da temperatura de secagem, já que, se a variação da espessura for muito pequena a diferença nos tempos de secagem a partir de 70°C tornam-se quase imperceptíveis. Isto ocorre devido a maior mobilidade da molécula de água dentro do alimento e ao aumento do gradiente de pressão da água entre as fases, reduzindo as resistências internas e externas ao transporte de umidade (Bitencourt *et al.*, 2022).

Ao comparar as curvas de secagem, observa-se que o pré-tratamento com etanol foi eficiente na redução do tempo de secagem, contribuindo também para a redução do

consumo de energia durante a secagem convectiva. Este efeito também foi relatado por Macedo *et al.* (2021) e Guedes *et al.* (2021), ambos descreveram em seus estudos a redução do tempo de secagem, redução da higroscopicidade e minimização da perda de compostos bioativos, baixo impacto no perfil molecular das amostras e aumento da vida útil dos produtos secos.

Vários estudos relatam que o etanol tem muitos benefícios para a secagem de alimentos, no entanto, o impacto do etanol é influenciado por uma série de variáveis, incluindo a resistência interna à transferência de massa relacionada à estrutura (Bitencourt *et al.*, 2022).

A imersão em etanol e o uso de temperaturas mais altas levaram à redução no tempo de secagem. A eficiência do etanol é justificada pela formação de uma mistura homogênea na amostra com a ligação da hidroxila (presente no etanol) à água por ligação de hidrogênio (Silva *et al.*, 2015). Esta mistura apresenta maior pressão de vapor quando comparada à solução sem etanol. À medida que a temperatura do ar aumenta, ocorre uma maior taxa de secagem devido à maior mobilidade que a água atinge dentro dos poros, reduzindo a resistência interna ao transporte de umidade (Nascimento *et al.*, 2016).

Equações empíricas

Os resultados experimentais de secagem de fatias de Yacon foram ajustados aos modelos cinéticos apresentados na Tabela 1 e os valores das constantes e parâmetros estatísticos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros cinéticos e estatísticos das cinéticas de secagem de fatias de Yacon.

Modelo		Espessura $L = 0,5$ cm				Espessura $L = 0,4$ cm			
		Sem Etanol		Com Etanol		Sem Etanol		Com Etanol	
		50°C	70°C	50°C	70°C	50°C	70°C	50°C	70°C
Newton	k	0,008	0,014	0,014	0,016	0,009	0,016	0,012	0,017
	R^2	0,991	0,981	0,983	0,978	0,977	0,976	0,967	0,976
	RSME	0,032	0,045	0,034	0,047	0,053	0,052	0,054	0,049
Henderson & Pabis	a	1,054	1,071	0,990	1,062	1,088	1,083	1,060	1,060
	k	0,009	0,015	0,014	0,017	0,010	0,018	0,013	0,018
	R^2	0,995	0,987	0,983	0,984	0,985	0,987	0,974	0,982
	RSME	0,02	0,037	0,038	0,040	0,042	0,047	0,048	0,043
Page	k	0,003	0,004	0,010	0,005	0,002	0,004	0,003	0,005
	n	1,198	1,280	1,079	1,283	1,342	1,339	1,317	1,298
	R^2	0,999	0,999	0,985	0,997	0,998	0,998	0,992	0,996
	RSME	0,006	0,013	0,033	0,018	0,014	0,015	0,027	0,021
Logarítmico	a	1,096	1,192	1,219	1,335	1,181	1,165	1,718	1,225
	k	0,007	0,011	0,008	0,012	0,007	0,013	0,005	0,012
	c	-0,061	-0,162	-0,276	-0,217	-0,131	-0,127	-0,722	-0,206
	R^2	0,998	0,992	0,997	0,999	0,996	0,995	0,999	0,997
	RSME	0,014	0,014	0,015	0,012	0,029	0,023	0,006	0,016

De acordo com a Tabela 2 os valores de R^2 variaram de 0,967 a 0,999 enquanto os valores de RSME variaram de 0,006 a 0,054. Para um bom ajuste aos dados experimentais o valor de R^2 deve tender a um e os valores de RSME deve tender a zero (Junqueira *et al.*, 2017).

Dentre os modelos testados o modelo de Page foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, por apresentar os melhores valores de R^2 e RSME. Os valores de R^2 variaram de 0,985 a 0,999 enquanto os valores de RSME variaram de 0,006 a 0,027. Este também foi o modelo que apresentou melhor ajuste durante a secagem de Yacon feita por Oliveira *et al.* (2021).

As Figuras 2 e 3 apresentam as variações de umidade adimensional obtidas experimentalmente e as previstas pelo modelo de Page para as duas espessuras estudadas.

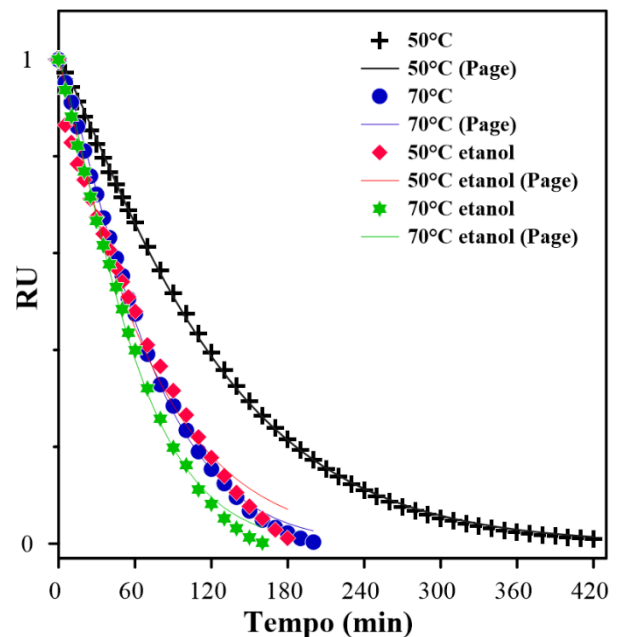


Figura 2: Secagem convectiva (1.0 m/s) de fatias de Yacon com uso da espessura igual a 0,5 cm, temperaturas (50 e 70°C) e com a presença ou não do pré-tratamento com etanol. As linhas representam os valores previstos pelo modelo de Page.

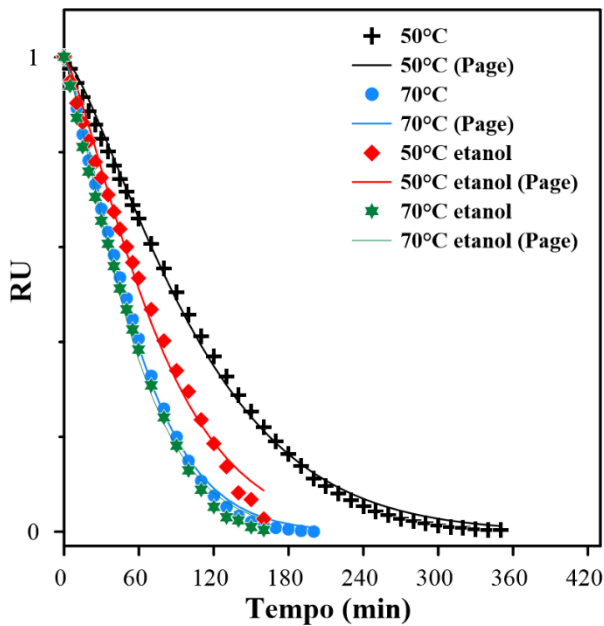


Figura 3: Secagem convectiva (1.0 m/s) de fatias de Yacon com uso da espessura igual a 0,4 cm, temperaturas (50 e 70°C) e com a presença ou não do pré-tratamento com etanol.

As linhas representam os valores preditos pelo modelo de Page.

A partir das Figuras 2 e 3, nota-se que para a condição de 50°C com etanol o modelo difere levemente dos dados experimentais no final da curva de secagem. Entretanto, ainda assim os valores de R^2 e RSME mostraram-se dentro dos valores esperados o que garante a acurácia do modelo para prever a cinética de secagem.

Após a escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados experimentais foi calculada a difusividade efetiva para todas condições estudadas.

Difusividades efetivas

As difusividades efetivas da água foram calculadas de acordo com a segunda lei de Fick e estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Difusividades efetivas da água (D_{eff}) e parâmetros estatísticos para cinética de secagem de fatias de Yacon.

Tratamento	Espessura $L = 0,5$ cm			Espessura $L = 0,4$ cm		
	k	D_{eff}	R^2	k	D_{eff}	R^2
50°C	$1,093 \times 10^5$	$1,749 \times 10^{10}$	0,942	$1,191 \times 10^5$	$1,920 \times 10^{10}$	0,915
70°C	$1,805 \times 10^5$	$2,880 \times 10^{10}$	0,918	$2,157 \times 10^5$	$3,520 \times 10^{10}$	0,919
50°C Etanol	$1,783 \times 10^5$	$2,880 \times 10^{10}$	0,947	$1,512 \times 10^5$	$2,400 \times 10^{10}$	0,917
70°C Etanol	$2,124 \times 10^5$	$3,360 \times 10^{10}$	0,916	$2,236 \times 10^5$	$3,520 \times 10^{10}$	0,916

Os valores de D_{eff} variaram de $1,749 \times 10^{10}$ a $3,520 \times 10^{10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ com valores de R^2 entre 0,915 a 0,942. Deste modo, modelo de Fick apresentou bons ajustes aos dados experimentais conforme observado por Mendonça *et al.* (2017).

Neste cenário, é possível observar que a diferença entre as espessuras fez com que

houvesse uma pequena variação nos valores de difusividade efetiva da água, em contrapartida o aumento na temperatura fez com que este valor aumentasse em 83%. Nos tratamentos com o uso de etanol apresentaram um aumento de 63% no valor da difusividade.

De acordo com Sousa *et al.* (2017) existe uma tendência de aumento da difusividade efetiva como incremento da espessura,

influenciando diretamente na remoção de água do produto.

Segundo Bitencourt *et al.* (2022) uma maior temperatura pode aumentar a difusividade devido à redução na resistência da membrana celular para difusão de água e diminuição na resistência da parede celular para o fluxo de água e por consequência há um aumento no coeficiente de difusão.

Guedes *et al.* (2021) diz que o pré-tratamento com etanol promove modificações estruturais e mecanismos físicos que potencializam a secagem subsequente. Isto pode ocorrer devido ao aumento da pressão de vapor da amostra e ao efeito *Marangoni* impactando diretamente na difusividade da água.

Neste cenário, nota-se que todos os parâmetros estudados exercem influência sobre a difusividade efetiva da água impactando diretamente nos tempos de secagem convectiva de fatias de Yacon.

CONCLUSÕES

O uso de uma espessura igual a 0,4 cm apresentou uma diminuição no tempo de secagem convectiva a 50°C com e sem uso de etanol. Ademais esta diminuição no tempo de secagem pode ser relacionada ao aumento do coeficiente de difusão efetivo.

O uso de temperaturas iguais a 70°C impactaram em uma redução no tempo de secagem devido ao aumento do coeficiente de difusão efetivo quando comparadas as secagens a 50°C.

O uso do etanol como pré-tratamento pode ter levado a um aumento da pressão de vapor da amostra e ao efeito *Marangoni* impactando diretamente na difusividade da água e, por consequência reduzindo o tempo de secagem.

O modelo de Page apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais com valores de R^2 que variaram de 0,985 a 0,999 enquanto os valores de RSME variaram de 0,006 a 0,027, sendo então suficiente para prever as curvas de cinética de secagem.

O modelo de Fick apresentou um bom ajuste aos resultados experimentais com valores de D_{eff} que variaram de $1,749 \times 10^{10}$ a $3,520 \times$

$10^{10} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ e com valores de R^2 entre 0,915 a 0,942.

NOMENCLATURA

Símbolo	Descrição	Unidade
a, b, k, n	Constantes das equações empíricas	-
D_{eff}	Difusividade efetiva	m^2s^{-1}
RU	Teor de umidade adimensional	-
L	Comprimento característico	m
M_t	Teor de umidade no tempo "t"	Kg de água/ kg de sólido
M_{eq}	Teor de umidade no equilíbrio	Kg de água/ kg de sólido
M_0	Teor de umidade inicial	Kg de água/ kg de sólido

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. P., AND NICOLETI, J. F., 2016, Influência Das Variáveis De Processo Sobre a Secagem Osmo-Convectiva De Pimentão Verde, *Rev. Bras. Tecnol. Agroindustrial*, v.10, p. 2022–2037.
- BITENCOURT, B.S., CORRÊA, J.L.G., CARVALHO, G.R. et al (2022). Valorization of Pineapple Pomace for Food or Feed: Effects of Pre-treatment with Ethanol on Convective Drying and Quality Properties. *Waste Biomass Valor*, v.13, p.2253–2266.
- GUEDES, J.S., SANTOS, K.C., CASTANHA, N., ROJAS, M.L., MATTA JUNIOR, M.D., LIMA, D.C., Augusto, P.E.D., (2021). Structural modification on potato tissue and starch using ethanol pre-treatment and drying process. *Food Struct.* v.29.
- JUNQUEIRA, J. R. DE J.; CORRÊA, J. L. G.; ERNESTO, D. B (2017). Microwave, convective, and intermittent microwave-convective drying of pulsed vacuum osmodehydrated pumpkin slices. *Journal*

- of Food Processing and Preservation, v. 41, n. 6, p. 1–8.
- MACEDO, L.L., CORRÊA, J.L.G., DA SILVA ARAÚJO, C., VIMERCATI, W.C., JÚNIOR, I.P., (2021). Convective Drying with Ethanol Pre-treatment of Strawberry Enriched with Isomaltulose. *Food Bioprocess Technol.* v.14, p.2046–2061.
- MARTINS, F.P., BOSCH NETO, J.C., SILVA, A.J.O., SIQUEIRA, A.M. DE O., (2020). Secagem: uma revisão. *J. Eng. Exact Sci.* v.6, p. 0600-0607.
- MENDONÇA, K. S. DE; CORRÊA, J. L. G.; JUNQUEIRA, J. R. DE J.; PEREIRA, M. C. DE A.; CIRILLO, M. A (2017). Mass transfer kinetics of the osmotic dehydration of yacon slices with polyols. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.41, p.1-8.
- MOREIRA, I. D.S., DA SILVA, W.P., DECASTRO, D. S., DEMELO SILVA, L. M., GOMES, J. P. (2018). Production of kiwi snack slice with different thickness: Drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. *Australian Journal of Crop Science*, v.12, p.778
- MOREIRA, I. DOS S., DA SILVA, W.P., DE CASTRO, D.S., SILVA, L.M. DE M., GOMES, J.P., E SILVA, C.M.D.P.S., (2018). Production of kiwi snack slice with different thickness: Drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. *Aust. J. Crop Sci.* v.12, p.778–787.
- NASCIMENTO, E. M. G. C. et al (2016). Effects of high-intensity ultrasound on drying kinetics and antioxidant properties of passion fruit peel. *Journal of Food Engineering*, v. 170, p. 108–118.
- OLIVEIRA, L.F., CORRÊA, J.L.G., SILVEIRA, P.G., VILELA, M.B., JUNQUEIRA, J.R. D. J., (2021). Drying of ‘yacon’ pretreated by pulsed vacuum osmotic dehydration. *Rev. Bras. Eng. Agric. e Ambient.* v.25, p. 560–565.
- ROJAS, M.L., AUGUSTO, P.E.D., CÁRCCEL, J.A., (2021). Combining ethanol pre-treatment and ultrasound-assisted drying to enhance apple chips by fortification with black carrot anthocyanin. *J. Sci. Food Agric.* v.101, p.2078–2089.
- SANTOS, N., BARROS, S., ALMEIDA, R., MONTEIRO, S., NASCIMENTO, A., SILVA, V., GOMES, J., LUIZ, M., VIEIRA, D. (2020). Avaliação da Degradação dos Compostos Bioativos do Fruto *Physalis* (*P. peruviana*) Durante o Processo de Secagem. *Research, Society and Development*, v.9, p.700.
- SILVA, A. S., MELO, K. S., ALVES, N. M. C., FERNANDES, T. K. S., AND FARIAS, P. A., 2009, Cinética De Secagem Em Camada Fina Da Banana Maçã Em Secador De Leito Fixo, *Rev. Bras. Prod. Agroindustriais*, v.11, p. 129–136.
- SILVA, C. D. M. DA et al (2015). Desidratação osmótica para obtenção de cagaita passa. *Journal of bioenergy and food science*, v. 2, n. 4, p. 226–233.
- SOUSA, E. P. D., DE FIGUEIRÊDO, R. M., GOMES, J. P., QUEIROZ, A. J. D. M., CASTRO, D. S. D., LEMOS, D. M. (2017). Mathematical modeling of pequi pulp drying and effective diffusivity determination. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, p.493-498

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro.