CURVA DE SECAGEM E CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA PARA O PINHÃO DA ARAUCÁRIA (*Araucária angustifolia*)

Charles Campoe Martim¹, Suzana Grassi da Silva², Brena Geliane Farneda⁴
Emília Garcez da Luz⁴, Jamson Justi³

¹ Mestrando em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá-MT, Brasil (charlescampaomartim@gmail.com).

² Engenheira Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop-MT, Brasil.

³ Doutorando em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá-MT, Brasil.

⁴ Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP.

Recebido em: 04/10/2019 – Aprovado em: 30/11/2019 – Publicado em: 15/12/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019B18

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar a contração volumétrica para o pinhão descascado e a curva de secagem para pinhões descascados e com casca utilizando as temperaturas de 50, 60 e 70°C destinados à produção de farinha. Os pinhões estavam com umidade de 37% b.s e foram secos em três estufas de ventilação forçada até atingirem 10% b.s. Cada estufa foi regulada com uma temperatura de secagem e continha três bandejas com nove pinhões com casca cada e três bandejas com nove pinhões descascados cada. No início da secagem, três pinhões de cada bandeja sem casca foram marcados, retirado as dimensões iniciais (Ao, Bo e Co) e determinado o peso posteriormente, no final da secagem, foram obtidas as dimensões (A, B e C) e o peso dos pinhões para então determinar a contração volumétrica. Todos os modelos utilizados para ajustar a curva de secagem do pinhão apresentaram um excelente desempenho, porém, devido sua simplicidade, recomenda-se o uso do modelo “de Page”, tanto para pinhão com casca e sem casca, às temperaturas de 50, 60 e 70°C. Na análise da contração volumétrica e perda de água dos pinhões sem casca, quanto maior a temperatura, maior será a perda de água e a contração volumétrica, e menor será o tempo de secagem. Conclui-se que o aumento da temperatura refletiu na diminuição do tempo de secagem. Além, recomenda-se o modelo de “Page” para a secagem do pinhão da araucária, quando a finalidade for a produção de farinha.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de produtos vegetais, modelos matemáticos, processamento de produtos vegetais.

DRYING AND VOLUMETRIC CONTRACTION CURVE FOR ARAUCARIAN PINION (*Araucária angustifolia*)

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the volumetric contraction for the peeled pine nuts and the drying curve for peeled and shelled pine nuts using temperatures of 50, 60 and 70°C for flour production. The pine nuts had a humidity of 37% b.s and were dried in three forced ventilation greenhouses until they reached 10% b.s. Each greenhouse was set at a drying temperature and contained 3 trays with 9 shelled pine nuts each and 3 trays with 9 shelled pine nuts each. At the beginning of drying, 3 pine nuts of each tray without shell were marked, removing the initial dimensions (Ao, Bo and Co) and determining the weight later, at the end of drying, the dimensions (A, B and C) were obtained. pinion weight to then determine the volumetric contraction. All models used to adjust the pinion drying curve presented excellent performance, however, due to its simplicity, it is recommended to use the “de” model for both shelled and shelled pine nuts at temperatures of 50, 60 and 70°C. In the analysis of the volumetric contraction and water loss of shelled pine nuts, the higher the temperature, the greater the water loss and the volumetric contraction, and the shorter the drying time. It was concluded that the increase in temperature reflected in the decrease of drying time. In addition, the “Page” model is recommended for drying Araucaria pine nuts, when the purpose is flour production.

KEYWORDS: Mathematical models, processing of plant products, conservation of plant products.

INTRODUÇÃO

Conhecido vulgarmente como pinheiro-araucária ou araucária a *Araucaria angustifolia* (Bertoni) está presente em praticamente em toda a região sul e parte do sudeste do Brasil, a uma altitude variando de 500 a 1800 metros, compreendendo regiões frias. Durante muitos anos, sua exploração predatória para a retirada de madeira ou desmatamento, quase levou à sua extinção (CAPELLA, 2008). As sementes são carnosas envoltas de um tegumento rígido protetor, sendo esta responsável pela manutenção da fauna e da flora, bem como movendo economia de algumas regiões através da venda (CARVALHO, 2002).

Conhecida como pinhão, a semente é composta principalmente de amido, correspondendo a 64%, fibras 25% e 7% de açúcares em uma porção, onde a amêndoa possui um formato oblongado, com dimensões variando de 3,5 a 4,5cm e peso de 3,5 a 3,8g, sendo o embrião recoberto por uma estrutura avermelhada conhecida como “testa” que, devido a resistência protege a semente do ambiente (HENRÍQUE et al., 2008).

Considerando a escassa produção de pinhão, a qual ocorre principalmente na região sul do Brasil, necessita-se de uma forma de conservação, para manter a qualidade da amêndoa até a mesa do consumidor (CARVALHO, 2002). A secagem, a muito tempo vem sendo uma alternativa para reduzir a atividade de água nos alimentos, e assim conservá-los por um maior período de tempo, pois diminui o risco de ataque de insetos e fungos, porém, o efeito de cada temperatura no processo de secagem é alterado de acordo com as propriedades físico-química dos alimentos, interferindo assim na cinética de secagem (AMARANTE et al., 2007; CAPELLA, 2008, RESENDE, et al., 2010).

A secagem apresenta muitas vantagens, desde que consideradas algumas condições, pois cada alimento demanda uma temperatura específica para que suas

características físicas e químicas sejam preservadas, caso isso não ocorra, boa parte dos nutrientes e vitaminas podem se volatilizar quando a temperatura for muito alta, ou não fazer o seu papel, que é a de diminuir a umidade para minimizar a atividade de água ou seja, uma temperatura baixa (CAPELLA, 2008; RESENDE et al., 2010), por isso, deve-se ajustar modelos matemáticos que descrevam o processo de secagem ao longo do tempo, até a umidade de equilíbrio, avaliando assim a influência dessas diferentes temperaturas. Segundo Resende et al. (2010), os principais modelos matemáticos utilizados para prescrever a secagem em camada fina em produtos agrícolas são, Wang e Singh, Verma, Thompson, Page, Newton, Logarítmico, Henderson e Pabis, Exponencial de dois termos, Dois Termos e Aproximação da difusão.

A produção da farinha utilizando pinhões é uma forma de agregar valor ao produto, e conservá-lo por um maior período de tempo, mantendo assim as características físico-químicas, onde o método de conservação ou processamento, se comporta como uma parcela importante na manutenção da qualidade (CAPELLA, 2008, CORNEJO et al. 2014, REINER et al. 2017).

Como pesquisas relacionadas à influência da temperatura na perda de água pelo pinhão são escassas, este estudo objetivou ajustar a curva de secagem com base em sete modelos matemáticos e calcular a contração volumétrica com três temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °) e duas condições de secagem (casca e sem casca) em pinhões para a produção de farinha, a fim de determinar a influência da temperatura nesses processos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de pós-colheita, localizado nas dependências da Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Sinop. Os pinhões utilizados no experimento foram adquiridos em mercados da região, através de uma pré-seleção das amêndoas no momento da compra.

O experimento foi montado em DIC (Delineamento inteiramente casualizado) consistindo em três temperaturas de secagem, que foram: 50, 60 e 70 °C em duas condições de secagem, amêndoas com casca e sem casca, em cada temperatura e condições de secagem (com casca e sem casca) três bandejas de alumínio foram dispostas com nove pinhões cada uma, totalizando três repetições em cada temperatura. Para a secagem dos pinhões, utilizou-se três estufas de ventilação forçada, devidamente calibradas.

Para determinar a umidade de equilíbrio do pinhão, foram selecionados cinco pinhões, descascados e submetidos a uma temperatura de 105 °C durante 24 horas em uma estufa de ventilação forçada (BRASIL, 2009). A condição inicial era de 37% b.s. reduzida então para 10% b.s para o cálculo da razão de umidade (Equação 1). No início do processo, as bandejas de alumínio com os nove pinhões eram retiradas da estufa em intervalos de 30 minutos para serem pesadas. Para as amostras submetidas à temperatura de 50°C, o tempo no final do processo foi aumentado para 120 minutos os intervalos de leitura. As pesagens das bandejas foram realizadas em uma balança semi-analítica com precisão de 0,1 g.

$$RU = \frac{U - U_c}{U_i - U_c} \quad (1)$$

Onde:

RU : Razão de umidade;

U : Teor de água do produto, decimal b.s.;

U_i : Teor de água inicial do produto, decimal b.s.;

U_c : Teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

De acordo com os valores da razão de umidade, ajustaram-se sete modelos de secagem de produtos agrícolas (RESENDE et al. 2010, BOTELHO 2012), conforme descrito (Tabela 1), e posteriormente ajustados da ferramenta de otimização *Solver* do *software* Excel.

TABELA 1. Modelos matemáticos empíricos de secagem em camada fina.

Modelo	Designação do Modelo
Page (1949)	$RU = \exp(-K t^n)$
Aproximação da Difusão (HACIHAFIZOGLU et al. 2008)	$RU = d \cdot \exp(-K t) + (1 - d) \cdot \exp(-K \cdot f \cdot t)$
Exponencial de Dois Termos (ENDERSON, 1974)	$RU = d \cdot \exp(-K t) + (1 - d) \cdot \exp(-K \cdot d \cdot t)$
Verma (BOTELHO, 2012)	$RU = d \cdot \exp(-K t) + (1 - d) \cdot \exp(-g \cdot t)$
Midilli et al., (2002)	$RU = d \cdot \exp(-K t^n) + f \cdot t$
Henderson e Pabis (1961)	$RU = d \cdot \exp(-K t)$
Newton	$RU = \exp(-K t)$

t (tempo de secagem em minutos), RU (razão de umidade em b.s.), K , n , d , g , f (parâmetros do modelo).

Para mensurar o grau de ajuste do modelo matemático, empregou-se o desvio padrão da estimativa (SE) e o erro médio relativo (P) descrito nas Equações 2 e 3 e o coeficiente de determinação (R^2).

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{GLR}} \quad (2)$$

$$P = \frac{100}{\eta} \sum \frac{|Y - Y_{est}|}{Y} \quad (3)$$

Onde:

Y : Valor medido;

Y_{est} : Valor estimado;

GLR : Grau de liberdade.

Antes de iniciar o processo de secagem, foram identificados três pinhões descascados de cada bandeja para avaliar a contração. Obteve-se então as dimensões maior, média e menor no início (A_o , B_o e C_o) e no final do processo (A , B e C) com um paquímetro digital, para posteriormente determinar a contração volumétrica (Equação 4) e índice de contração volumétrica das amêndoas (Equação 5), utilizando assim o volume calculado pela equação do esferoide prolato (Equação 6).

$$CV = VI - VF \quad (4)$$

$$\Psi_g = \frac{VI - VF}{VI} \quad (5)$$

$$V = \frac{\pi \cdot A \cdot B \cdot C}{6} \quad (6)$$

Em que:

CV : Contração volumétrica (mm^3);

VI : volume inicial (mm^3);

V_F : volume final (mm^3);

Ψ_g : Índice de contração volumétrica (adimensional);

V : Volume de um esferoide prolato (mm^3);

A , B e C : Dimensões do pinhão.

FIGURA 1. Dimensão linear do pinhão antes da secagem (A) A_o , B_o e C_o e após a secagem (B) A , B e C .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, tanto os coeficientes ajustados em relação às temperaturas de secagem, como as condições de secagem, apresentaram valores bastante discrepantes (Tabela 1).

A granulometria complexa do amido nos diferentes alimentos, em especial a do pinhão, aliado a testa que reveste o embrião (casca) o qual possui propriedades hidrofóbicas, apresenta uma complexa interação quando ocorre a secagem (HENRÍQUES, et al., 2008). Sendo assim as curvas de secagem em camada delgada são específicas às condições em que se encontra o produto (RESENDE, et al., 2010).

TABELA 1. Coeficientes dos modelos matemáticos da curva de secagem para o pinhão da araucária sob três temperaturas (50, 60 e 70°C) e duas condições (com casca e sem casca) de secagem.

Modelo	Condição	Coeficientes	Temperatura (°C)		
			50	60	70
Page	sem casca	k	0,000584	0,002	0,009
		n	1,40	1,35	1,05
	com casca	k	0,000052	0,003	0,001
		n	1,34	0,90	1,12
Aproximação da Difusão	sem casca	d	1,0	4,90	7,74
		k	0,0049	0,002	0,016
		f	1	0,59	1,051
	com casca	d	7,49	7,88	0,89
		k	0,0012	0,001	0,003
		f	1,11	1	1
Exponencial de dois termos	sem casca	k	0,0049	0,008	0,012
		d	1	0,99	0,93

Verma	com casca	<i>k</i>	0,00061	0,001	0,003
		<i>d</i>	1	1	0,99
	sem casca	<i>d</i>	0,0025	1,15	1,01
		<i>k</i>	0,00064	0,009	0,012
		<i>g</i>	0,0050	1,3	1,3
	com casca	<i>d</i>	1,034	0,95	0,97
<i>k</i>		0,00065	0,001	0,003	
<i>g</i>		1,30	1,3	0,003	
Midilli	sem casca	<i>d</i>	0,98	0,98	0,99
		<i>k</i>	0,00051	0,001	0,008
		<i>n</i>	1,42	1,39	1,073
		<i>f</i>	0,000001	0	0
	com casca	<i>d</i>	1,06	0,97	0,96
		<i>k</i>	0,0017	0,002	0,001
		<i>n</i>	0,87	0,96	1,22
		<i>f</i>	0	0	0
Handerson e Pabis	sem casca	<i>d</i>	1,074	1,04	1,003
		<i>k</i>	0,0053	0,008	0,012
	com casca	<i>d</i>	1,029	0,96	1,015
		<i>k</i>	0,00064	0,001	0,003
Newton	sem casca	<i>k</i>	0,0049	0,008	0,012
	com casca	<i>k</i>	0,00061	0,001	0,003

Como apresentado na tabela 2 os modelos, de forma geral apresentaram um baixo valor do desvio padrão da estimativa (SE), somente na temperatura de 70°C do modelo de Midilli na condição com casca que o valor foi discrepante, correspondendo a 9,32. No erro médio relativo (P (%)) e coeficiente de determinação (R^2) a temperatura de 50°C obteve valores menores quando comparado a 60 e 70°C. Em relação à condição de secagem (com casca e sem casca), foi observada amplitude máxima de 9,29 (SE), 13,35% (P), enquanto R^2 variou no máximo em 0,02 nas diferentes temperaturas para os modelos avaliados.

Devido à baixa energia térmica (calor sensível e latente) fornecida ao ar de secagem, os índices estatísticos para o produto submetido à temperatura de 50°C foram superiores quando comparado as demais temperaturas. Nessa condição a perda de água ocorreu a uma taxa reduzida, com menor oscilação ao longo do processo (RESENDE et al., 2010).

TABELA 2. Índices estatísticos dos modelos de estimativa da curva de secagem em três temperaturas (50, 60 e 70°C) e duas condições de secagem (com e sem testa).

Temperatura	Modelo	Condição	SE	P (%)	R^2
50°C	Page	com casca	0,041	10,10	0,9740
		sem casca	0,019	5,33	0,9966
	Aproximação da difusão	com casca	0,041	10,88	0,9747
		sem casca	0,059	19,89	0,9672
	Exponencial de dois termos	com casca	0,058	8,54	0,9496
		sem casca	0,059	19,89	0,9672
	Verma	com casca	0,056	15,96	0,9525
		sem casca	0,059	19,56	0,9669
	Midilli	com casca	0,066	18,74	0,9337
		sem casca	0,066	18,74	0,9337

60°C	Handerson e Pabis	sem casca	0,018	5,39	0,9970
		com casca	0,056	16,11	0,9521
	Newton	sem casca	0,051	16,31	0,9756
		com casca	0,058	16,55	0,9496
	Page	sem casca	0,059	19,89	0,9672
		com casca	0,018	6,69	0,9961
	Aproximação da difusão	sem casca	0,021	6,99	0,9988
		com casca	0,025	6,36	0,9920
	Exponencial de dois termos	sem casca	0,007	2,03	0,9999
		com casca	0,025	6,36	0,9920
	Verma	sem casca	0,054	19,37	0,9753
		com casca	0,018	5,83	0,9960
	Midili	sem casca	0,038	13,44	0,9826
		com casca	0,018	6,20	0,9959
	Handerson e Pabis	sem casca	0,020	6,71	0,9950
		com casca	0,019	5,97	0,9953
	Newton	sem casca	0,049	17,52	0,9707
		com casca	0,025	6,36	0,9920
	Page	sem casca	0,054	19,37	0,9753
		com casca	0,033	10,15	0,9873
70°C	Aproximação da difusão	sem casca	0,027	8,90	0,9939
		com casca	0,038	12,81	0,9828
	Exponencial de dois termos	sem casca	0,026	8,11	0,9944
		com casca	0,038	12,81	0,9828
	Verma	sem casca	0,029	10,95	0,9931
		com casca	0,038	12,81	0,9828
	Midili	sem casca	0,029	10,63	0,9932
		com casca	9,326	0,03	0,9889
	Handerson e Pabis	sem casca	0,027	8,83	0,9940
		com casca	0,038	12,46	0,9833
	Newton	sem casca	0,029	10,85	0,9932
		com casca	0,038	12,81	0,9828

Na Figura 2 está representado o desempenho do modelo de Page em duas condições de secagem. Na Figura 2 (A) a temperatura de 50 °C apresentou maior discrepância entre os valores calculados e estimados, em relação às de 60 e 70°C. Na Figura 2 (B) o modelo teve um bom ajuste nas três temperaturas utilizadas. Em estudo, Capella (2008) avaliando as temperaturas de 65, 75 e 85 °C no tempo de secagem do pinhão sem casca, observou que a taxa de perda de água é diretamente proporcional à temperatura, já o tempo de secagem médio foi em torno de quatro horas, sendo próximo ao tempo encontrado na secagem do respectivo estudo correspondendo a 3,5, 4 e 7 horas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C respectivamente (Figura 2B).

Na Figura 2 (A) a dinâmica de secagem na temperatura de 50°C apresentou um desempenho menos satisfatório, quando comparada às demais, pois nessa condição há pouca energia na vaporização da água e, considerando que a testa do pinhão possui compostos hidrofóbicos como o fenol, há implicação na perda de água em temperaturas reduzidas (HENRÍQUEZ et al., 2008). Para o pinhão submetido à

secagem sem a casca a energia térmica latente apresentou maior facilidade em evaporar a água (Figura 2B).

No início da curva de secagem para todas as temperaturas e condições de secagem, a razão de umidade apresentou maior taxa de redução quando comparado ao final do processo, pois no início da secagem, a água está livre, sendo facilmente evaporada, e à medida que se chega ao final da secagem a velocidade do processo é reduzida (RESENDE et al., 2010). Em estudo, Capella (2008) encontrou um incremento de umidade para pinhões cozidos sem casca de 8% em relação ao com casca com 4%, reforçando que a casca protege o pinhão tanto na perda como do ganho de água, o que influencia significativamente a dinâmica de secagem.

FIGURA 2. Modelo empírico de secagem em camada fina (Page) em duas condições de secagem, com casca (A) e sem casca (B) e três temperaturas de secagem.

Conforme aumentou-se a temperatura de secagem de 50 para 60°C e 50 a 70°C, a contração volumétrica aumentou 35 e 40,9%, a perda de água foi de 35,5 e 40,6%, e o índice de contração de 12,84 e 35% respectivamente (Tabela 3). As contrações nas diferentes dimensões foram iguais. Já em relação as temperaturas de secagem, houve um aumento quando a temperatura subiu de 50 para 70°C. Goneli et al. (2011) secando sementes de mamona a 40°C encontraram uma contração volumétrica e variação da massa de mamonas de 46 e 63% respectivamente.

TABELA 3. Volume da amêndoa *in natura* (mm³), volume da amêndoa seca (mm³), contração volumétrica (mm³), perda de água (gramas), índice de contração volumétrica e das dimensões do pinhão (A/Ao, B/Bo E C/Co) para as três temperaturas de secagem (50, 60 e 70°C) utilizadas no experimento.

Propriedades físicas avaliadas	Temperatura		
	50° C	60° C	70° C
Volume da amêndoa <i>in natura</i> (mm ³)	3142,06 A	4161 A	3400,57 A
Volume da amêndoa seca (mm ³)	2653,17 B	3405,80 A	2572,86 B
Contração volumétrica (mm ³)	488,89 B	755,19 A	827,70 A
Perda de água (gramas)	1,87 A	2,90 A	3,15 A
Índice de contração	0,156 B	0,179 B	0,240 A
A/Ao	0,941 A	0,939 A	0,910 B
B/Bo	0,945 A	0,930 A	0,915 A
C/Co	0,946 A	0,938 A	0,910 A

Letras iguais na linha, não diferem entre si segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DIC (delineamento inteiramente casualizado).

Na Figura 3 mostra-se o tempo de secagem do pinhão para as diferentes temperaturas e condições de secagem. No pinhão sem testa, a temperatura de 50°C quando comparado a de 60 e 70°C retardou a secagem em, respectivamente, 2 e 1,75 vezes, já no pinhão com casca o tempo de secagem aumentou 3,4 e 2,52 vezes. Quando se analisa a influência da casca no progresso de secagem nas diferentes temperaturas, observa-se que o tempo aumentou em 5,64, 7,25 e 3,28 vezes para 50, 60 e 70°C respectivamente.

FIGURA 3. Tempo de secagem para diferentes temperaturas utilizando pinhão com casca e sem casca.

CONCLUSÕES

A modelagem da secagem do pinhão da araucária pode ser realizada pelo modelo de Page (1949) para as temperaturas de 50, 60 e 70°C para pinhão com casca $RU = \exp(-0,00005 * t^{1,32})$, $RU = \exp(-0,03 * t^{0,9})$, $RU = \exp(-0,001 * t^{1,12})$ e sem casca $RU = \exp(-0,0006 * t^{1,40})$, $RU = \exp(-0,002 * t^{1,35})$ e $RU = \exp(-0,009 * t^{1,05})$ respectivamente.

O aumento da temperatura de 50 para 70°C diminuiu o tempo de secagem em 70% para o pinhão com casca e 50% para o pinhão sem casca. A casca aumentou o tempo de secagem em 5,64, 7,25 e 3,28 vezes para as temperaturas de 50, 60 e 70°C respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado, e ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PPGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T.; MOTA, C. S.; MEGGUER, C. A.; MASSACHILDE, G.; Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucária angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**,

Santa Maria, v. 37, n.2, p.346-351, mar-abr, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782007000200008&script=sci_abstract&tlng=pt >.

BOTELHO, F. M.; **Cinética de secagem, propriedades físicas e higroscópicas dos frutos e caracterização do processo de torrefação dos grãos de Coffea canephora**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Disponível em: < <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/736?show=full> >.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009, 399p. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view> >.

CAPELLA, A. C. de V.; **Farinha de pinhão (*Araucaria angustifolia*): Composição e estabilidade do gel**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, 2008. Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/1884/17237/1/Dissertacao%20Adriana%20Capella%2028ago2008.pdf> >

CARVALHO, P. E. R.; Pinheiro-do-paraná. Embrapa, Colombo. PR,. **Circular Técnico**, Novembro, 2002. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42019/1/CT0060.pdf> >.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; CARVALHO, C. W. P.; GODOY, R. C. B.; OLIVEIRA, A. H.; SANTOS, L. F. C.; BARRETO, A. G.; FREITAS, S. P. Descascamento e Secagem de Pinhão (*Araucaria angustifolia*) para a Obtenção de Farinha. **Comunicado Técnico, EMBRAPA**, 2014. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003217/1/CT2064.pdf> >.

GONELI, A. L. D; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. de A.; BAPTESTINI, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v33n1/v33n1a01.pdf> >.

HACIHAFIZOGLU, O.; CIHAN, A.; KAHVECI, K. Mathematical modelling of drying of thin layer rough rice. **Food and Bioproducts Processing**, v. 86, n. 4, p. 268-275, 2008. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308508000035> >.

HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equaton. Transactions of the ASAE, **St. Joseph**, v. 17, n. 6, p. 1167-1168, 1974. Disponível em: < <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=37052> >.

HENDERSON, S. M.; PABIS, S.; Grain drying theory. I Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v. 6, n. 3, p. 169-174, 1961. Disponível em: <

[http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1068637](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1068637) >.

HENRÍQUEZ, C.; ESCOBAR, B.; FIQUEROLA, F.; CHIFFELLE, I.; SPEISKY, H.; ESTÉVEZ, A. M.; Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, v. 107, n. 2, p. 592-601, 2008. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607008333> >.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A new model for single-layer drying. **Drying Technology**, Ohiladelphia, v. 20, n. 7, p. 1053-1513, 2002. Disponível em: <
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/DRT-120005864> >.

PAGE, G. E.; **Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer**. Dissertação (Mestrado) – Department of Mechanical Engineering. Purdue University, Purdue, 1949. Disponível em: <
<https://docs.lib.purdue.edu/dissertations/AAI1300089/> >.

RESENDE, O.; RIDRIGUES, S.; SIQUEIRA, V. C.; ARCANJO, R. V.; Cinética de secagem de clones de café (*Coffea canéphora* Pierre) em terreiro de chão batido. **Acta Amazônica** . V 40, P 247-256, 2010. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672010000200002&script=sci_abstract&tlng=pt >.

REINERI, D.; SIMSEN, A. C.; BERNARDI, N. C. Obtenção e caracterização da farinha de amêndoa de semente de *Araucaria angustifolia*. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v.12, n.1, p.81-87, 2017. Disponível em: <
<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/2165> >.