









Modelos não-lineares aplicados na cinética de secagem da flor comestível de amor perfeito

Alessia Zincone VOLPONI¹, Jessica Paula Aparecida Costa FONSECA²,
Josiane RODRIGUES¹, Angelita Machado LEITÃO², Gilberto Rodrigues LISKA^{1*},
Lucas Santos BASTOS¹

¹ Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP, Brasil.

² Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS, Brasil.

*E-mail: gilbertoliska@ufscar.br

Submetido em 26/02/2022; Aceito em 18/01/2023; Publicado em 08/02/2023.

RESUMO: Um dos principais problemas no consumo de flores comestíveis é o fato de que elas possuem alta perecibilidade pós-colheita, o que dificulta a sua comercialização e consumo. Por isso, é importante aplicar métodos de conservação para evitar perdas, e um desses métodos é a desidratação, comumente descrita pela cinética de secagem por meio de uma curva de secagem. O objetivo desse trabalho foi utilizar modelos matemáticos de regressão de modo a descrever o comportamento da flor *Viola × wittrockiana* durante a sua secagem. Dez modelos de regressão não-linear foram ajustados ao conjunto de dados de secagem obtido através de experimentação em uma temperatura de 30°C. Concluiu-se que o modelo que melhor se ajustou foi o de Midilli et al., e que, com o auxílio dele, pode-se prever a perda de massa da flor durante sua desidratação.

Palavras-chave: regressão não-linear; secagem de flores; flores comestíveis; *Viola × wittrockiana*.

Non-linear models applied to the drying kinetics of pansy edible flower

ABSTRACT: One of the main problems in the consumption of edible flowers is the fact that those possess high perishability post-harvest, and it difficult its commercialization and consumption. Therefore, it is important to apply conservation methods to avoid losses, and one of these methods is dehydration, commonly described by drying kinetics through a drying curve. This work aims to use mathematical regression models to describe the behavior of the flower *Viola × wittrockiana* during its drying period. Ten non-linear regression models were adjusted to the data set, which was obtained by experimentation in a 30°C temperature. The study concluded that the model that was the foremost adjusted was the Midilli et al., and that, with the assistance of this model, it is possible to predict the weight loss of the flower during its dehydration.

Keywords: non-linear regression; flower drying; edible flowers; *Viola × wittrockiana*.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), o Brasil encontra-se entre os 15 maiores produtores de flores no mundo, apresentando um faturamento de 9,57 bilhões de reais com uma taxa de crescimento de 10%, sendo esta atividade importante para o agronegócio (DUVAL, 2014). O Brasil possui, aproximadamente, 8.000 produtores de flores, que juntos produzem mais de 2.500 espécies com 17.500 diferentes variedades de plantas, além do setor ser responsável pela geração de 209.000 empregos (LONGUINI, 2017).

Algumas espécies de flores são utilizadas na alimentação humana há centenas de anos e, entre elas, pode-se citar o *Borago officinalis* L.; *Calendula officinalis* L.; *Perlagonium hortorum* L.; *Tropaeolum majus* L.; *Viola × wittrockiana* Gams., *Dianthus chinensis* L., entre outras. O consumo de flores vem tendo um considerável aumento em virtude de as mesmas conterem vitaminas, minerais, flavonoides, antocianinas e carotenoides (LARA-CORTÉS et al., 2014; VIEIRA, 2013), sendo que alguns desses compostos possuem ações terapêuticas, podendo ser classificados como alimentos funcionais, em virtude de estarem relacionados com a prevenção de doenças degenerativas crônicas como câncer, diabetes, doenças

cardiovasculares, entre outras (LARA-CORTÉS et al., 2014; ZULUETA et al., 2009). Para o consumo de flores, entretanto, é importante que elas não tenham sido tratadas com nenhum tipo de agrotóxico, e que sejam, portanto, atóxicas (ORR, 2011).

A *Viola × wittrockiana* L., popularmente conhecida como amor-perfeito, é uma planta ornamental híbrida pertencente à família das Violáceae, sendo uma flor de inverno. Suas variedades atuais são resultantes do cruzamento de *V. tricolor*, *V. lutea* e *V. altaica*, possuem flores grandes e achatadas com cerca de 5 a 13 cm de diâmetro, e suas cores variam entre amarelo, azul, roxo, branco, rosa e bordô (BARBOSA, 2012; LOPES et al., 2009). Esta vem se destacando nas preparações culinárias não só pelo seu sabor e beleza, mas devido a suas propriedades antioxidantes e alto teor de compostos fenólicos (KOIKE, 2015).

As flores apresentam alta perecibilidade pós-colheita e, por isso, é importante a aplicação de métodos de conservação que aumentem a sua vida de prateleira (SOUZA et al., 2008). Um dos métodos bastante aplicado em alimentos para a sua conservação é a desidratação, pois é de fácil aplicação quando comparado a outros métodos (CARVALHO, 2018).

A desidratação é definida como a retirada de água pela aplicação de calor sob condições controladas de temperatura, umidade e corrente de ar (FELLOWS, 2018). Com a retirada da água, os microrganismos se tornam incapazes de se reproduzirem. Além de conservar o alimento, o método também traz estabilidade para compostos aromáticos a temperatura ambiente por um período maior, evita que haja degradação enzimática e oxidativa, proporciona uma redução de massa (g) e economia de energia, pois o alimento não necessita ser mantido sob refrigeração, e permite que o produto esteja disponível para consumo em todas as épocas do ano (PARK et al., 2001). Para cumprir com esses objetivos, o processo de desidratação deve ser adequado para cada produto.

Dessa forma, é imprescindível que se obtenha informações sobre o comportamento da *Viola × witrockiana* durante esse processo. Essas informações podem ser obtidas através de simulação do processo de desidratação, utilizando modelos matemáticos e estatísticos que possam descrever o comportamento durante a perda de massa (GASPARIN et al., 2017). Esses modelos baseiam-se na Lei de Newton para resfriamento, os quais se aplicam à transferência de massa. Esta Lei é aplicada quando há o pressuposto de que as condições sejam isotérmicas e que a resistência à transferência de umidade se restrinja apenas à superfície do produto (PARK et al., 2001).

Dado o exposto, o presente estudo tem por finalidade verificar os efeitos da desidratação na perda de massa através da aplicação de modelos não-lineares na descrição da curva de secagem de flores de *Viola × witrockiana*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As flores utilizadas foram produzidas em casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui. Utilizaram-se sementes de amor-perfeito gigante suíço roxo (*Viola × witrockiana* Gams.) da empresa ISLA, as quais foram semeadas em substrato comercial MACPLANT e receberam semanalmente solução nutritiva com macro e micronutrientes, para que não houvesse deficiência nutricional nas plantas. Receberam irrigação diária e não foram aplicados agrotóxicos durante o cultivo. As flores foram colhidas durante o período de agosto a novembro de 2017.

Foram selecionadas flores inteiras em estado morfológico perfeito, sendo essas lavadas em água corrente e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 1%, sendo mantidas sob congelamento (-18°C) em freezer doméstico até a realização das análises, exceto para as análises de umidade e cinzas, que foram realizadas logo após a colheita, para que não houvesse possíveis interferências devido ao congelamento.

Para o processo de desidratação foram utilizadas flores in natura no final da colheita, sem passar pelo processo de congelamento. As flores de *Viola × witrockiana* foram secas em estufa com circulação de ar Marca SOLAB, modelo SL 102/480, à temperatura de 30°C, pesadas a cada 15 minutos até peso constante por aproximadamente 3 horas, para posterior aplicação dos dados aos modelos matemáticos.

Para o ajuste dos modelos, foram considerados os modelos de regressão não-linear da Tabela 1. As estimativas dos parâmetros dos modelos propostos foram obtidas por meio do método dos mínimos quadrados, e a avaliação do modelo que melhor se ajusta aos dados foi realizada através

do erro médio relativo (EMR), erro médio estimado (EME), coeficiente de determinação (R^2) e sua versão ajustada (R_a^2), sendo:

Tabela 1. Modelos de regressão não-linear ajustados aos dados de perda de massa (PM) das flores de *Viola × witrockiana* em relação ao tempo de desidratação (t).

Table 1. Drying kinetics models for fitting the mass loss (ML) curve of *Viola × witrockiana* flowers in relation to the dehydration time (t).

Designação do modelo	Modelo*	Equação
Page	$PM = \exp(-k \cdot t^n)$	(01)
Page Modificado	$PM = \exp[-(k \cdot t)^n]$	(02)
Henderson e Pabis	$PM = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	(03)
Midilli et al.	$PM = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	(04)
Wang e Singh	$PM = 1 + a \cdot t + bt^2$	(05)
Newton	$PM = \exp(-k \cdot t)$	(06)
Logarítmico	$PM = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	(07)
Exponencial de dois termos	$PM = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k_1 \cdot a \cdot t)$	(08)
Dois termos	$PM = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(09)
Thompson	$t = a \cdot \ln(PM) + b \cdot [\ln(PM)]^2$	(10)
Logístico	$PM = \frac{a}{1 + b \cdot \exp(-k \cdot t)}$	(11)

*As constantes k, n, a, b, c, k_0 e k_1 são parâmetros dos modelos.

*The values k, n, a, b, c, k_0 and k_1 are the model parameters.

$$EMR = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|PM_i - \widehat{PM}_i|}{PM_i} \right) \tag{12}$$

$$EME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PM_i - \widehat{PM}_i)^2}{GLR}} \tag{13}$$

em que: GLR são os graus de liberdade do resíduo do modelo ajustado e n é o número de observações do conjunto de dados. De acordo com Gasparin (2012), o coeficiente de determinação não é suficiente para determinar se o modelo matemático não-linear é mais adequado, e, portanto, é recomendado o uso também do erro médio estimado e do erro médio relativo.

Dentre os modelos propostos, para aquele que apresentou melhor qualidade de ajuste foi fornecido um intervalo de confiança (IC) para a perda média de massa da referida curva de desidratação. Para obtenção do intervalo de confiança, é necessário o cálculo da variância das estimativas dos parâmetros do modelo ajustado, conforme procedimento descrito por Silveira et al. (2020), da seguinte forma:

$$\widehat{V}(\widehat{\beta}) = (X'X)^{-1} \widehat{\sigma}^2 \tag{14}$$

em que: X é a matriz de primeiras derivadas parciais do modelo, $\widehat{\beta}$ é o vetor estimado de parâmetros do modelo e $\widehat{\sigma}^2$ é o quadrado médio do resíduo, dado por:

$$\widehat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (PM_i - \widehat{PM}_i)^2}{n - p} \tag{15}$$

sendo: p o número de parâmetros do modelo ajustado. O erro padrão da estimativa de determinado parâmetro do modelo, por sua vez, é dado por:

$$ep(\widehat{\beta}_i) = \sqrt{\widehat{V}(\widehat{\beta}_i)} \tag{16}$$

sendo: $\widehat{V}(\hat{\beta}_i)$ um elemento da diagonal principal da matriz de variâncias-covariâncias do modelo ajustado. Dessa forma, define-se o intervalo de 95% de confiança para o parâmetro β_i do modelo como:

$$IC_{95\%}(\beta_i) = \hat{\beta}_i \pm t_{(v;0,025)} \times ep(\hat{\beta}_i) \tag{17}$$

em que: $t_{(v;0,025)}$ é o quantil superior da distribuição t-Student, considerando $\alpha = 5\%$ e $v = n - p$ graus de liberdade. De maneira similar, o intervalo de confiança para a perda de massa predita \hat{y}_0 é dado por

$$IC_{95\%}(\hat{y}_0) = \hat{y}_0 \pm t_{(v;0,025)} \times ep(\hat{y}_0) \tag{18}$$

sendo: $ep(\hat{y}_0)$ obtida como parte da matriz de variâncias-covariâncias do modelo ajustado avaliada em x_0 .

Para ajustar os modelos, bem como para a obtenção dos indicadores de qualidade do ajuste, foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2020).

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros de cada um dos modelos não-lineares ajustados aos dados de desidratação de flores de *Viola x wittrockiana*. Na Tabela 3, por sua vez, estão os indicadores de qualidade de ajuste para cada um dos modelos matemáticos avaliados.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados aos dados de desidratação de flores de *Viola x wittrockiana*.
Table 2. Parameters estimates of the fitted models to *Viola x wittrockiana* flowers dehydration data.

Modelo	Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor p
Newton	k	0,0095	0,0002	<0,0001
Page	k	0,0119	0,0020	<0,0001
	n	0,9523	0,0355	<0,0001
Page Modificado	k	0,0095	0,0002	<0,0001
	n	0,9523	0,0355	<0,0001
Thompson	a	-71,7510	9,8230	<0,0001
	b	25,5600	6,1250	<0,0001
Henderson e Pabis	a	0,9976	0,0231	<0,0001
	k	0,0095	0,0003	<0,0001
Logarítmico	a	0,9714	0,0227	<0,0001
	k	0,0132	0,0009	<0,0001
	c	0,1056	0,0169	<0,0001
Dois termos	a	1,0496	0,0218	<0,0001
	k ₀	0,0110	0,0008	<0,0001
	b	0,0047	0,0091	0,6110
Exponencial de dois termos	k ₁	-0,0122	0,0077	0,1210
	a	0,4587	0,0888	<0,0001
Wang e Singh	k	0,0147	0,0028	<0,0001
	a	-0,0083	0,0001	<0,0001
Midilli et al.	b	0,0000	0,0000	<0,0001
	a	0,9405	0,0309	<0,0001
	k	0,0021	0,0010	0,0396
	n	0,0006	0,0001	<0,0001
Logístico	n	1,3690	0,1000	<0,0001
	a	-0,8409	0,4187	0,0506
	b	-1,7659	0,4069	<0,0001
	k	-0,0061	0,0011	<0,0001

Tabela 3. Valores do coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de determinação ajustado (R_a^2), erro médio estimado (EME) e erro médio relativo (EMR), para cada um dos modelos ajustados aos dados de desidratação de flores de *Viola x wittrockiana*.

Table 3. Goodness of fit criteria R^2 (determination coefficient), R_a^2 (adjusted determination coefficient), RME (Relative mean error) and EME (Estimated mean error) to *Viola x wittrockiana* flowers dehydration data.

Modelo	R^2	R_a^2	EMR	EME
Newton	0,9698	0,9698	13,59	0,0428
Page	0,9668	0,9661	12,71	0,0425
Page Modificado	0,9668	0,9661	12,72	0,0425
Thompson	0,9498	0,9487	14,77	17,56
Henderson e Pabis	0,9695	0,9689	13,57	0,0433
Logarítmico	0,9781	0,9771	8,47	0,0349
Dois termos	0,9805	0,9791	8,12	0,0332
Exponencial de dois termos	0,9678	0,9671	11,66	0,0405
Wang e Singh	0,9790	0,9785	10,14	0,0353
Midilli et al.	0,9843	0,9832	7,53	0,0299
Logístico	0,9726	0,9714	10,89	0,0351

4. DISCUSSÃO

De modo geral, os valores obtidos para cada um dos modelos avaliados mostram que o coeficiente de determinação variou entre 0,9498 e 0,9843, o coeficiente de determinação ajustado variou entre 0,9487 e 0,9843, o erro médio estimado relativo entre 7,5281 e 14,77 e o erro médio estimado variou entre 0,0299 e 17,56 (Tabela 3).

Dentre os modelos avaliados e, de acordo com os resultados obtidos para o coeficiente de determinação, coeficiente de determinação ajustado, erro médio estimado e erro médio relativo, o Modelo de Midilli et al. apresentou os melhores indicadores de qualidade de ajuste (Tabela 3). Pode-se observar que, para este modelo, o coeficiente de determinação ajustado foi de 0,9843 e, conforme Silva et al. (2020), valores superiores a 98% indicam um bom ajuste dos modelos aplicados para representação do fenômeno de desidratação. Por sua vez, o erro médio relativo foi de 7,5281 e o erro médio estimado foi de 0,0299, e erros médios relativos abaixo de 10% indicam ajuste adequado dos valores observados em relação ao modelo ajustado (RADÜNZ et al., 2011). Portanto, o modelo de Midilli et al. é o mais adequado para descrever o processo de perda de massa de flores de *Viola x wittrockiana* durante os tempos de desidratação.

Outros autores também chegaram à conclusão de que o modelo de Midilli et al. foi o melhor modelo para se descrever a curva de desidratação de plantas (GASPARIN et al., 2017; MARTINAZZO et al., 2007; RADÜNZ et al., 2011; YILDIRIM, 2018).

Na Figura 1, estão apresentadas as curvas dos modelos ajustados para descrever os resultados experimentais da perda de massa durante os diferentes tempos do processo de desidratação das flores de amor-perfeito.

Observa-se que todos os modelos se ajustaram aos dados obtidos durante o processo de desidratação das flores de amor-perfeito, sendo a curva ajustada por Thompson a que mais se afastou dos dados (Figura 1). Por outro lado, pode-se perceber que o modelo de Midilli et al. descreveu adequadamente o processo de secagem de flores de amor-perfeito, o que corrobora com os resultados apresentados na Tabela 3.

A Figura 2 apresenta a curva estimada pelo modelo de Midilli et al. para descrever os resultados experimentais da perda de massa de flores de *Viola × wittrockiana* durante os diferentes tempos de desidratação, com as respectivas estimativas pontuais e intervalo de confiança de 95% para as estimativas das médias do peso final.

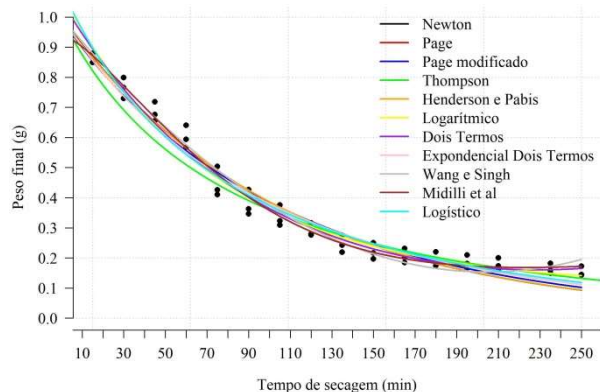


Figura 1. Modelos ajustados aos dados de desidratação de flores de *Viola × wittrockiana*.

Figura 1. Fitted models to *Viola × wittrockiana* flowers dehydration data.

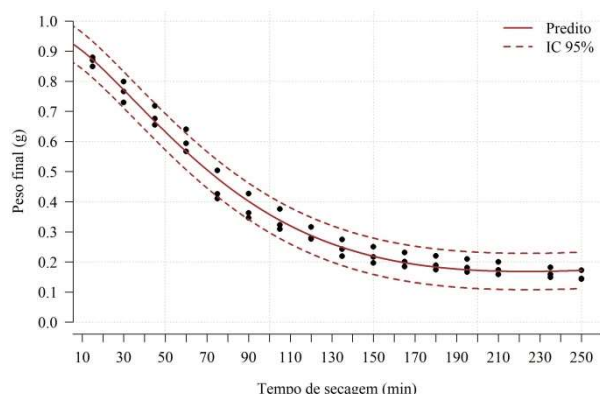


Figura 2. Modelo de Midilli et al. ajustado aos dados de desidratação de flores de *Viola × wittrockiana*, com as respectivas estimativas pontuais e intervalo de 95% de confiança para as estimativas médias do peso final das flores.

Figure 2. Midilli model fitted to dehydration data of edible parts of *Viola × wittrockiana*, with the respective point estimates and 95% confidence interval for the mean estimates of the final weight (mass loss) of edible parts.

Pode-se notar que o modelo de Midilli et al. mostrou graficamente um ajuste adequado aos dados experimentais de perda de massa de flores de *Viola × wittrockiana* (Figura 2). Na Figura, é possível constatar que nas primeiras etapas do processo de desidratação ocorre perda de massa (água livre) mais rapidamente e, ao atingir o peso aproximado de 0,2g, a perda de massa se estabiliza. Ao se determinar um intervalo de confiança para o modelo ajustado, pode-se observar que todos os dados se encontram entre o limite superior e inferior do intervalo de confiança calculado (Figura 2). Uma interpretação prática desse intervalo pode ser colocada da seguinte forma: com 95% de confiança, a perda média de massa da flor da *Viola × wittrockiana* está entre 0,15g e 0,25g, aproximadamente, considerando-se o tempo de desidratação

de 170 minutos. Assim, o tempo de secagem das pétalas de *Viola × wittrockiana* pode ser obtido de forma a preservar as melhores características físico-químicas, biológicas e nutricionais e o tempo encontrado está de acordo com os estudos de compostos fenólicos realizados por Silva et al. (2020), que constataram que o tempo de 3 h proporciona as melhores condições para a extração desses compostos.

5. CONCLUSÕES

Com relação à determinação de um modelo matemático, o modelo de Midilli et al. foi o que apresentou melhor ajuste aos dados experimentais de secagem de flores de amor-perfeito, na temperatura de 30°C. Portanto, este modelo pode ser utilizado para prever a curva de perda de massa de *Viola × wittrockiana*. Nas primeiras etapas do processo de desidratação (170 min) ocorre perda de massa mais rapidamente e, ao atingir o peso aproximado de 0,2g, a perda de massa se estabiliza. O intervalo de confiança de 95% para a perda média de massa da flor da *Viola × wittrockiana* determina que a perda média varia entre 0,15g e 0,25g, considerando-se o tempo de desidratação de aproximadamente 170 minutos.

6. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, O. Flores comestíveis: amores perfeitos. 2012. **Agrotec**, n. 2, p. 40-42, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316.2/25813>
- CARVALHO, F. P. **Avaliação da qualidade de flores comestíveis frescas e liofilizadas e estudo sobre consumo de flores comestíveis em Portugal**. 175p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Agrônoma] – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2018.
- DUVAL, C. M. A produção de flores e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 241-241, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200022>
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 4 ed. São Paulo: Artmed, 2018. 944p.
- GASPARIN, P. P. **Secagem da Mentha piperita em leito fixo utilizando diferentes temperaturas e velocidades de ar**. 82p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Agrícola] - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.
- GASPARIN, P. P.; CHRIST, D.; COELHO, S. R. M. Secagem de folhas Mentha piperita em leito fixo utilizando diferentes temperaturas e velocidades de ar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 242-250, 2017. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170028>
- KOIKE, A. C. R. **Compostos bioativos em flores comestíveis processadas por radiação**. 124p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- LARA-CORTÉS, E.; MARTÍN-BELOSSO, O.; OSORIO-DÍAZ, P.; BARRERA-NECHA, L. L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, J. A.; BAUTISTA-BAÑOS, S. Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. **Revista Chapingo - Serie Horticultura**, v. 20, n. 1, p. 101-116, 2014. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.024>

- LONGUINI, V. **Mercado de flores prevê crescimento médio de 9% no Brasil e faturamento de R\$ 7 bi, em 2017**. Instituto Brasileiro de Floricultura, 2017. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-102017.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- LOPES, R. K.; RITTER, M. R.; RATES, S. M. K. Revisão das atividades biológicas e toxicidade das plantas ornamentais mais utilizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, p. 305-315, 2009.
- MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. C. Analysis and mathematical description of drying kinetic of lemon grass leaves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 301-306, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662007000300009>
- MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. İ. Y. A. A new model for single layer drying. **Drying technology**, v. 20, n. 7, p. 1503-1513, 2002.
- ORR, D. Cultivo e comercialização de flores comestíveis. **Revista da Associação Brasileira de Horticultura**, v. 29, n. 30, p. 264, 2011.
- PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612001000300007>
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. URL <https://www.R-project.org/>.
- RADÚNZ, L. L.; AMARAL, A. S.; MOSSI, A. J.; MELO, E. C.; ROCHA, R. P. Avaliação da cinética de secagem de carqueja. **Engenharia na Agricultura**, v. 19, n. 1, p. 19-27, 2011. <https://doi.org/10.13083/reveng.v19i1.147>
- SILVA, L. A. DA; FISCHER, S. Z.; ZAMBIAZI, R. C. Proximal composition, bioactive compounds content and color preference of *Viola x Wittrockiana* flowers. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, p. 100236, 2020.
- SILVEIRA, E. C.; REIS, P. R.; SIQUEIRA, M. F.; TOLEDO, M. A.; LISKA, G. R.; CIRILLO, M. Â. Functional response of *Euseius concordis* feeding on *Oligonychus ilicis* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 80, n. 2, p. 215-226, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00454-5>
- SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.
- VIEIRA, P. M. **Avaliação da composição química, dos compostos bioativos e da atividade antioxidante em seis espécies de flores comestíveis**. 102p. Tese [Doutorado em Alimentos e Nutrição] – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2013.
- ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**, v. 114, n. 1, p. 310-316, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.033>
- YILDIRIM, A. Kinetics and thermodynamic properties of parboiled burgos wheat (*Triticum durum*) in turkey during drying. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 16, n. 1, p. 495-510, 2018. https://doi.org/10.15666/aecer/1601_495510

Agradecimentos

Agradecimentos à CAPES pela concessão de bolsas de estudo, à UNIPAMPA pela realização do experiment e a ProEx-UFSCar pelo incentivo financeiro por meio de bolsa de extensão, conforme Edital nº 3/2020/ProEx.

Contribuições dos Autores:

A.Z.V. - redação (revisão e edição); J.P.A.C.F. – metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (esboço original); J.R. - aquisição de financiamento e análise estatística. A.M.L. – conceituação, metodologia, administração, validação e redação (esboço original); G.R.L. – conceituação, análise estatística, validação e redação (revisão e edição); L.S.B. – metodologia, investigação ou coleta de dados. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamentos:

Bolsa de extensão concedida conforme Edital nº 3/2020/ProEx - UFSCar (Atividade de extensão - Processo nº 23112.022677/2020-99).

Revisão Institucional:

Não Aplicável.

Comitê de Ética da área:

Não Aplicável.

Disponibilização de dados:

Os dados desse estudo podem ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflitos de Interesse:

Os autores declaram que não existem conflitos de interesses. As entidades/instituições de apoio não tiveram nenhum papel na concepção do estudo, na coleta, análise ou interpretação de dados, na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados.