11º SIAL Simpósio de Alimentos 2021
Produção de alimentos, saudabilidade e sustentabilidade ambiental
24, 25 e 26 de março de 2021
ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

Área: Engenharia de Alimentos

Avaliação de parâmetros de qualidade de frutas secas utilizando os métodos de estufa e liofilização

Josieli Fátima Vesoloski[a*], Marília Jordana Dequi Vendruscolo[a], Viviane Roberta Martini[a], Jaqueline Trentin[a], Carine Paula Dorigon[a], Juliana Steffens[a] e Jamile Zeni[a]

[a]Departamento de Engenharia de Alimentos, URI - Campus de Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, 99709-910 Erechim - RS, Brasil.
**E-mail: josy_vesoloski@hotmail.com*

RESUMO – A secagem é uma alternativa para a conservação de frutas, prolongando a vida útil e reduzindo perdas no decorrer dos processos de colheita e distribuição. Entre os principais métodos de secagem destaca-se a liofilização e secagem em estufa. As frutas são materiais muito perecíveis devido sua composição com altas quantidades de água. Necessitando avaliar qual é o melhor método de secagem para prolongar a vida de prateleira, buscou-se avaliar características de taxas de encolhimento, alterações de cor pelo método de secagem em estufa e liofilizador para diferentes frutas (abacaxi, banana, maçã, mamão e melancia). O melhor método de secagem é por liofilizador, por manter as características que mais se assemelham as frutas *in natura*, comparado com o método de estufa.
Palavras-chave: Taxa de encolhimento. Parâmetros de cor. desidratação.

1 INTRODUÇÃO

As frutas além de possuírem alto valor nutricional, auxiliam na prevenção da obesidade e doenças crônicas, além de possuírem uma infinidade de opções de consumo, *in natura*, petiscos, biscoitos e sobremesas (SADOWSKA et al., 2017; GONZÁLEZ et al., 2020a).

A preferência dos consumidores alterou-se nos últimos anos, houve um aumento na procura de produtos minimamente processados, que mantivessem a qualidade, desta forma a desidratação de frutas se tornou uma alternativa (BOZKIR, 2020).

Frutas são heterogêneas em estrutura e são compostas por cerca de 80% a 90% de água, tornando esses materiais altamente perecíveis, em vista disto, técnicas de preservação são essenciais (MAHIUDDIN et al., 2018). A secagem de frutas é uma técnica antiga com objetivo de preservar os alimentos por um período mais longo, possibilitando ofertar o produto em épocas diferentes a sua safra, além de diminuir perdas pós-colheita em decorrer da perecibilidade das frutas (YI et al., 2016; SENICA et al., 2016; AMADO et al., 2020).

A secagem melhora a estabilidade das frutas pois reduz o teor de umidade e a atividade microbiana além de minimizar as alterações físico-químicas durante o armazenamento (JIA et al., 2019). Senica et al. (2016) complementa que a secagem retém as características dos produtos naturais, previne o crescimento de mofo, reduz os custos de embalagem, armazenamento e transporte devido à diminuição do peso e volume do produto. Entretanto Mahayothee et al. (2018) e Amado et al. (2020) citam que a secagem pode afetar a qualidade do produto, relacionado à deterioração da cor, reação de escurecimento e degradação dos compostos bioativos.

Levando em consideração as características do material, o método de secagem deve ser escolhido para assegurar a retenção máxima de compostos bioativos no produto e apenas alterar levemente a aparência tais como cor, sabor e aroma, em comparação com a fruta fresca (TURKIEWICZ et al., 2019).

Luo et al. (2020) apontam os métodos de secagem utilizados industrialmente, a exemplo de secagem de ar quente, por microondas, infravermelha, de alta frequência e liofilização. Lopes-Quiroga et al. (2019) mencionam que a liofilização é a melhor técnica de secagem em relação a qualidade, envolve etapas de congelamento do material e posteriormente o gelo formado é removido por sublimação a pressões próximas ao vácuo. Já a secagem em estufa é o método mais comumente utilizado, onde é empregada estufa para desidratação de materiais.

De acordo com Silva et al. (2016) a liofilização é um método de secagem que possui vantagens comparado as demais, como fácil reidratação, preservação das propriedades morfológicas, bioquímicas e imunológicas, pois utiliza-se de baixa temperatura e atmosfera pobre em oxigênio para remover a água dos produtos através da sublimação. González et al. (2020a) citam que as frutas liofilizadas possuem comportamento altamente higroscópico e termoplástico, com isso são sensíveis a alterações ao longo do tempo. Além disso o processo de liofilização é muito demorado, necessita de energia e custo intensivo devido aos seus longos tempos de secagem (JIA et al., 2019).

Leituras de cor com auxílio de colorímetros, descrevem mudanças de cor em números precisos, expresso em um espaço de cores L*, a*, b* (CIELAB) desenvolvido pela Commission Internationale de I'Eclairage (CIE) para fornecer descrições de cores precisas em um espaço de cores padrão e uniforme (GONZÁLEZ et al., 2020b).

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

O objetivo deste trabalho foi avaliar a secagem em frutas de abacaxi, banana, maçã, mamão e melancia em secagem em estufa e liofilizador, avaliando características de taxas de encolhimento e alterações de cor nas frutas frescas e dessecadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se as frutas frescas de abacaxi (*Ananas comosu*s L. Merril), banana (*Musa* spp), maçã (*Malus domestica*), mamão (*Carica papaya* L.) e melancia (*Citrullus lanatus*) adquiridas no comércio local no município de Erechim, RS, Brasil. Primeiramente as frutas foram higienizadas em água corrente, descascadas e imersas em uma solução de ácido acético e água, logo após fatiadas em espessuras de 0,82 a 1,32 cm.

Para o processo de secagem, foi utilizado a estufa com circulação de ar modelo Marconi MA 035 estava pré-aquecida a 30ºC, onde foram dispostas as bandejas de alumínio, previamente forradas com folhas de alumínio, as frutas foram então acondicionadas de forma uniforme. Realizou-se a aferição da temperatura de secagem com um termostato, em intervalos médios de 6 horas entre eles, por um período de 71 horas.

Para o processo de secagem por liofilizador as frutas foram previamente, higienizadas, cortadas e embaladas em folhas de alumínio com posterior congelamento, por um período de 7 dias em congelador (Merck®), a uma temperatura de -80ºC, após inseridas diretamente nas bandejas do liofilizador (Edwards) a uma temperatura de -40ºC, por um período de 72 horas.

As frutas *in natura*, e as secas por ambos métodos foram avaliadas em relação aos parâmetros de cor, e taxa de encolhimento.

A cor foi determinada por colorímetro (Minolta – CR410), atuando no sistema CIE (L*, a* e b*), coordenadas L* indica a luminosidade, ou seja, L* próximo de zero = preto, já L* próximo de 100 = branco. Coordenadas a* vão de +a*= tons de vermelho e –a*= tons de verde e coordenadas b*, +b*= tons de amarelo e –b*= tons de azul, as leituras foram realizadas nas amostras *in natura* e secas.

A taxa de encolhimento das amostras foi avaliada pela diferença das médias da espessura medidas com paquímetro manual, passando posteriormente para porcentagem para analisar a taxa de encolhimento das amostras, admitindo amostras *in natura* como 100%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de cor das frutas *in natura* e secas em estufa e liofilizador.

Tabela 1- Parâmetros de cor para abacaxi, banana, maçã, mamão e melancia *in natura* e secos em estufa e liofilizador.

Parâmetros de Cor				
Fruta	Parâmetros	*In natura*	Estufa	Liofilizador
Abacaxi	a*	-2,54	6,23	-2,00
	b*	17,97	28,36	14,73
	L*	64,79	51,81	88,27
Banana	a*	2,38	8,75	4,07
	b*	30,20	38,86	34,90
	L*	64,98	52,03	78,77
Maçã	a*	-2,96	11,87	5,10
	b*	21,28	34,11	28,58
	L*	77,67	64,60	78,07
Mamão	a*	20,66	26,08	14,54
	b*	35,04	43,27	32,05
	L*	58,84	61,29	80,78
Melancia	a*	25,43	31,52	32,85
	b*	17,06	19,88	23,23
	L*	42,66	50,53	58,31

Na Tabela 1 observa-se que as frutas quando secas em estufa os parâmetros de cor a* e b* aumentaram significativamente comparados com as frutas *in natura*, desta forma as cores se intensificaram, já os parâmetros de L* diminuíram demostrando que após a secagem em estufa houve escurecimento da cor, em decorrência do uso de calor aplicado na secagem, levando a caramelização do açúcar. Quando se observa as frutas liofilizadas também há aumento

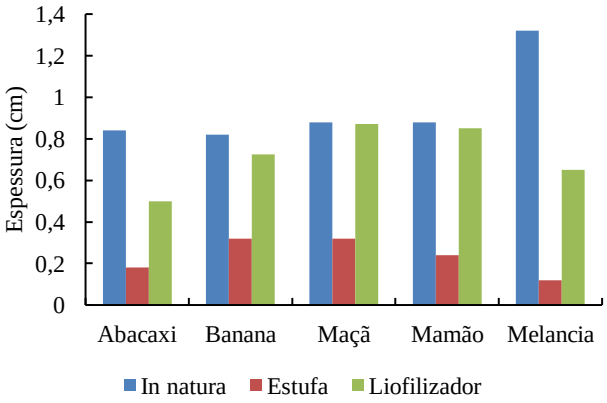
ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

nos parâmetros a* e b*, mas não alterou tanto, mantendo-se próximos aos valores das frutas *in natura*, a luminosidade aumentou sua intensidade, mostrando que as frutas liofilizadas tinham aparência mais clara.

Os parâmetros de cor revelaram-se melhores para a secagem no liofilizador em virtude do emprego de remoção de água por sublimação, o que mantem as características de cor próximas das frutas *in natura*. Turkiewicz et al. (2019) menciona que o melhor método de secagem é o que menos altera os padrões iniciais das frutas *in natura*, citando a cor um deles, sendo possível observar esse comportamento na secagem no liofilizador, de acordo com os resultados obtidos.

Na Figura 1 pode-se encolhimento das frutas desidratadas.

Figura 1- Encolhimento de diferentes frutas pelos métodos de secagem em estufa e liofilizador, por meio dos resultados da espessura.



As frutas *in natura* apresentaram espessura média de 0,95 cm, após os processos de secagem houve diferenciação na espessura, para secagem em estufa a espessura média foi de 0,24 cm e na liofilização 0,72 cm, desta forma a taxa de encolhimento média nas frutas dessecadas em estufa foi de 73,4%, nas liofilizadas foi de 21,5%. A explicação se deve justamente a liofilização preservar a estrutura das frutas, devido a utilização de baixas temperaturas e a remoção da água ser por sublimação, portanto menor a taxa de encolhimento.

Mahiuddin et al. (2018) afirma que a temperatura de secagem é o principal fator de controle do encolhimento, não dependendo apenas do teor de umidade. Em concordância Conte et al. (2019) cita que a secagem com ar quente causa maior taxa de encolhimento, causando impactos negativos como qualidade inferior dos produtos e menor satisfação do consumidor. Ainda Khan et al. (2017) complementa que a secagem com temperaturas mais altas não afeta apenas os parâmetros de qualidade com relação a taxa de encolhimento, mas alterações na cor, textura e propriedades nutricionais.

Na Figura 2 observa-se as diferenças de cor e o encolhimento nas amostras de frutas liofilizadas e secas em estufa.

Figura 2- Aspecto visual das frutas após secagem. Abacaxi liofilizado (a); Banana liofilizada (b); Maçã liofilizada (c); Mamão liofilizado (d); Melancia liofilizada (e); Abacaxi seco na estufa (f); Banana seca na estufa (g); Maçã seca na estufa (h); Mamão seco na estufa (i); Melancia seca na estufa (j).

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

As frutas liofilizadas (Figura 2a, 2b, 2c, 2d e 2e) apresentaram cor mais claras e mais próximas das frutas *in natura*, tornando-as de melhor aparência comparadas as secas em estufa (Figura 2f, 2g, 2h, 2i e 2j). Além disto as taxas de encolhimento das frutas liofilizadas foram inferiores comparadas as frutas secas em estufa, respectivamente abacaxi (40,5%), banana (11,6%), maçã (1,1%), mamão (3,4%) e melancia (50,8%) de taxa de encolhimento para frutas liofilizadas, obtendo-se uma diferença de taxa de encolhimento de 38,1 % (abacaxi), 49,4% (banana), 62,5% (maçã), 69,3% (mamão) e 40,2% (melancia) entre as duas secagens. Por fim para ambas análises de cor e taxa de encolhimento as frutas liofilizadas apresentaram melhores resultados, mantendo-se próximas das frutas *in natura*.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados é possível concluir que ambas técnicas de secagem se demostraram eficientes na secagem das frutas com relação a remoção do teor de umidade e ao prolongamento da vida útil dos materiais com maior perecibilidade, reduzindo assim, perdas na colheita e armazenamento, também aumentando o valor agregado.

No entanto a liofilização apresentou os melhores resultados para taxas de encolhimento e parâmetros de cores que se assemelham as frutas *in natura*, denotando aparência melhor da fruta, no entanto o processo de secagem é mais demorado em comparação ao método de estufa.

A aparência final das frutas secas em estufa foi de cores escuras e mais pegajosas para algumas frutas, as amostras liofilizadas ficaram mais claras e com aspecto esponjoso.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a URI Erechim pela infraestrutura e suporte financeiro.

6 REFERÊNCIAS

AMADO, L. R.; SILVA, K. S.; MAURO, M. A. **Drying of mangoes (*Mangifera indica* L. cv. Palmer) at changeable temperature conditions- Effects on energy consumption and quality of the dehydrated fruit.** Journal of Food Process Engineering, 2020.

BOZKIR, H. **Effects of hot air, vacuum infrared, and vacuum microwave dryers on the drying kinetics and quality characteristics of orange slices.** Journal of Food Process Engineering, v. 43, 2020.

CONTE, P.; CUCCURULLO, G.; METALLO, A.; MICALIZZI, A.; CINQUANTA, L.; CORONA, O. **Comparing different processing methods in apple slice drying. Part 2 solid-state Fast Field Cycling 1H-NMR relaxation properties, shrinkage and changes in volatile compounds.** Biosystems Engineering, v. 188, p. 345-354, 2019.

GONZÁLEZ, C. M.; LLORCA, E.; QUILES, A.; HERNANDO, I.; MORAGA, G. **Water sorption and glass transition in freeze-dried persimmon slices. Effect on physical properties and bioactive compounds.** Food Science and Technology, v. 130, p. 109633, 2020a.

GONZÁLEZ, I. R. D.; BERGMAN, S. M.; SIDELI, G. M.; SLAUGHTER, D. C.; CRISOSTO, C. H. **Color vision system to assess English walnut (*Juglans Regia*) kernel pellicle color.** Postharvest Biology and Technology, v. 167, p. 111199, 2020b.

JIA, Y.; KHALIFA, I.; HU, L.; ZHU, W.; LI, J.; LI, K.; LI, C. **Influence of three different drying techniques onpersimmon chips' characteristics: A comparisonstudy among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques.** Food and Bioproducts Processing, v. 118, p. 67-76, 2019.

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

KHAN, M. I. H.; KARIM, M. A. **Cellular Water Distribution, Transport, and Its Investigation Methods for Plant-Based Food Material.** Food Research International, v. 99, p. 1-14, 2017.

LOPEZ-QUIROGA, E., PROSAPIO, V.; FRYER, P. J.; NORTON, I. T.; BAKALIS, S. **Model discrimination for drying and rehydration kinetics of freeze-dried tomatoes.** Food Process Engineering, v. 43, p. 13192, 2019.

LUO, Z.; 1 ZHOU, L.; ZHU, Y.; ZHOU, C. **Effects of different drying methods on the physicochemical property and edible quality of fermented *Pyracantha fortuneana* fruit poder.** International Journal of Food Science and Technology, 2020.

MAHAYOTHEE, B.; KOMONSING, N.; KHUWIJITJARU, P.; NAGLE, M.; MÜLLER, J. **Influence of drying conditions on colour, betacyanin content and antioxidant capacities in dried red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*).** International Journal of Food Science and Technology, v. 54, p. 460-470, 2018.

MAHIUDDIN, M.; IMRAN H. M.; KUMAR, K. C.; RAHMAN, M. M.; KARIM, M. A. **Shrinkage of Food Materials During Drying: Current Status and Challenges.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 17, p. 1113-1126, 2018.

SADOWSKA, K.; ANDRZEJEWSKA, J.; KLOSKA, L. **Influence of freezing, lyophilisation and air-drying on the total monomeric anthocyanins, vitamin C and antioxidant capacity of selected berries.** International Journal of Food Science and Technology, v. 52, p. 1246-1251, 2017.

SENICA, M.; VEBERIC, R.; GRABNAR, J. J.; STAMPAR, F. **Selected chemical compounds in firm and mellow persimmon fruit before and after the drying process.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 96, p. 3140–3147, 2016.

SILVA, N. C.; SANTANA, R. C.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. **Impact of freeze-drying on bioactive compounds of yellow passion fruit residues.** Journal of Food Process Engineering, v. 40, p. 12514, 2016.

TURKIEWICZ, I. P.; WOJDYŁO, A.; LECH, K.; TKACZ, K.; NOWICKA, P. **Influence of different drying methods on the quality of Japanese quince fruit.** Food Science and Technology, v. 114, p. 108416, 2019.

YI, J. Y.; LYU, J.; BI, J. F.; ZHOU, L. Y.; ZHOU, M**. Hot air drying and freeze drying pre-treatments coupled to explosion puffing drying in terms of quality attributes of mango, pitaya, and papaya fruit chips.** Journal of Food Processing and Preservation, v. 41, p. 13300, 2016.