



INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE ABÓBORA

Influence of geometry in the process of osmotic dehydration of pumpkin

*Jamal Basam HARATI*¹, Maria Gabriela dos SANTOS², Bogdan DEMCZUK JUNIOR³*

RESUMO: A desidratação osmótica vem sendo utilizada como técnica de pré-tratamento para secagem por convecção com a intenção de fornecer ao consumidor um produto mais atrativo e com menores perdas causadas pelo calor. Alguns parâmetros influenciam na transferência de massa que ocorre durante a desidratação osmótica atingindo diretamente outros parâmetros como a perda de água, ganho de sólidos e perda de peso, obtendo-se a partir destes um coeficiente de desempenho. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora. Foram comparados dois tratamentos, considerando o corte da abóbora em fatias e em cubos. A desidratação osmótica ocorreu em incubadora a 30°C com agitação de 35 rpm, por 3 horas, utilizando uma solução de cloreto de sódio (20%) e relação amostra:solução de 1:10 (m/m). Durante o tempo de processo, as amostras eram retiradas e os parâmetros de perda de peso, ganho de sólidos, perda de água e coeficiente de desempenho foram obtidos gravimetricamente. Constatou-se que para a perda de água e de peso, as maiores perdas encontradas foram nas amostras de fatias com 59% e 53% respectivamente. Os cubos apresentaram menor ganho de sólidos (6%) e menor perda de água e peso. Com relação ao coeficiente de desempenho, as fatias alcançaram o desempenho máximo em um menor período de tempo de processo, apesar do maior coeficiente (14,39) ser verificado para abóboras em cubo.

Palavras-chave: Desidratação osmótica; geometria; perda de peso; perda de água; ganho de sólidos; coeficiente de desempenho; abóbora.

ABSTRACT: Osmotic dehydration has been used as a pre-treatment technique for drying by convection with the intention of providing the consumer with a more attractive product and with minor losses caused by heat. Some parameters influences the mass transfer that occurs during osmotic dehydration, directly reaching other parameters such as water loss, solids gain and weight loss, obtaining a performance coefficient from these. Thus, the present work aimed to evaluate the influence of geometry in the osmotic dehydration process of pumpkin. Two treatments were compared, considering the pumpkin cut into slices and cubes. Osmotic dehydration occurred in an incubator at 30°C with 35 rpm stirring, for 3 hours, using a sodium chloride solution (20%) and the relationship sample:solution of 1:10 (m/m). During the processing time, the samples were taken and the parameters of weight loss, solids gain, water loss and performance coefficient were obtained, gravimetrically. It was found that for water and weight loss, the greatest losses were in the slice samples with 59% and 53%, respectively. The cubes showed less solid gain (6%) and less water and weight loss. Regarding the performance coefficient, the slices reached their maximum performance in a shorter period of time, despite the higher coefficient (14.39) being found for cube pumpkins.

Key words: Osmotic dehydration; geometry; water loss; weight loss; solid gain; coefficient of performance; pumpkin.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná; (44) 3518-1400, jamalharati@hotmail.com.

²Engenheira de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, maariag.santos@gmail.com

³Professor do Magistério Superior, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, bdjunior@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os produtos de origem vegetal são produzidos em grande escala no Brasil, porém estima-se que, entre a colheita e a chegada à mesa do consumidor ocorram muitas perdas, tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos. Dados indicam que de 30 a 40% da produção não chega a mesa do consumidor. Para contribuir com a diminuição do desperdício de vegetais *in natura*, podem ser utilizadas técnicas complementares às etapas de processamento de alimentos (EGEA; LOBATO, 2014).

Entre essas técnicas, uma das mais utilizadas é a desidratação osmótica, uma prática considerada importante no desenvolvimento de novos produtos com valor agregado e manutenção de propriedades funcionais e tecnológicas. A desidratação por osmose consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de sais ou açúcares. São formados dois fluxos simultâneos de massa: fluxo de água do alimento para a solução devido a diferença na pressão osmótica e transferência de soluto da solução para o alimento (PORCIUNCULA, 2010).

A desidratação osmótica pode ser usada como pré-tratamento da secagem convectiva, com a vantagem de fornecer ao consumidor um produto mais atrativo, com menores danos causados pelo calor à cor, sabor e textura do alimento, quando comparada com produtos resultantes apenas da secagem convectiva (AGUIRRE; GASPARINO FILHO, 2001). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) recomenda esse processo para agregar valores e estender a vida útil de vegetais e frutas desidratados (CELESTINO, 2009).

Segundo Fontes et al. (2012), a concentração do soluto, tempo de imersão, temperatura e composição química são parâmetros que influenciam no fluxo de massa criado pela pressão osmótica. Ao aumentar a concentração da solução há uma perda maior na massa do fruto, que é resultado do aumento da perda de água. Já a elevação da taxa de sólidos é resultado do tempo de imersão (LIMA et al., 2004). Yadav e Singh (2014) explicam que para ter um alto grau de desidratação e um ganho relativamente pequeno de sólidos é necessário que o processo de desidratação seja realizado em um curto espaço de tempo.

Entre os agentes desidratantes utilizados em soluções osmóticas, o cloreto de sódio (NaCl) é comumente empregado para vegetais devido a melhora ou manutenção do sabor do produto processado. Em contrapartida, o seu uso pode ser limitado pela incorporação excessiva de soluto (TONON et al., 2006).

Entre a extensa variedade de matérias-primas vegetais que além de secos por convecção de ar quente e que podem ser desidratados também por osmose, estão as abóboras (*Curcubita moschata*). Os parâmetros do processo de desidratação que representam a eficiência são a perda de água, o ganho de sólidos e a perda de peso (ANGELINI, 2002). Os frutos são cultivados geralmente em pequenas áreas rurais ou em cultivos comerciais. Pode ser usada na alimentação animal, devido a produtividade das plantas e à durabilidade dos frutos. O uso na alimentação humana inclui o preparo de doces, pratos salgados, ensopados ou cozidos (BARBIERI et al., 2006; HEIDEN et al., 2007).

A aplicação industrial da abóbora no Brasil ainda tem pouca atenção, porém em outros países há uma grande variedade de produtos industrializados, não só no ramo alimentício (cervejas, biscoitos, pastas, sorvetes e até cosméticos). A abóbora em sua forma desidratada pode ser conservada por mais tempo e utilizada como enriquecedora de alimentos, como aditivo em panificação, ração animal e biscoitos integrais.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a desidratação osmótica de abóbora, avaliando a influência dos parâmetros do processo nas características do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

As abóboras foram adquiridas no mercado local de Campo Mourão (PR), lavadas, descascadas manualmente e cortadas, de acordo com os dois tratamentos definidos: cubos, utilizando cortador de legumes na dimensão de 1,1 cm de aresta; e fatias, obtidas com uso de um fatiador doméstico, na espessura de 0,1 cm, como ilustrado abaixo na Figura 1.

Figura 1- Geometrias utilizadas nas abóboras (fatias e cubos).



O teor de umidade das amostras de abóbora foi determinado em triplicata conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), que consiste na pesagem da abóbora em cadinho de massa conhecida e secagem em estufa a 105 °C por 24 horas. Em seguida, os cadinhos foram resfriados e pesados para obtenção das massas da matéria seca restante, indicando a quantidade de umidade que a amostra perde. O cálculo que expressa o resultado da umidade foi realizado a partir da Equação 1.

$$U = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Equação 1}$$

Onde U é a umidade da amostra (em %), N é o número de gramas de umidade (perda de massa, em g) e P é a massa da amostra (g).

Foi usada solução salina preparada usando água destilada e cloreto de sódio na concentração de 20% (m/m). As fatias ou cubos das amostras foram imersas na solução salina obedecendo a proporção em massa de 10:1 (solução: abóbora), adaptando a metodologia de Mayor et al. (2007).

Os recipientes contendo a solução osmótica e as amostras (em triplicata) em cestos de rede de nylon permaneceram na incubadora *Shaker* (Tecnal) com controle de temperatura (30 °C) e agitação de 35 rpm por 3 horas, como mostrado na Figura 2.

Figura 2- Incubadora com agitação utilizada para o processo de desidratação osmótica.



Durante este tempo, os cestos contendo as amostras foram retirados da solução, as amostras enxaguadas em água destilada e o excesso de água foi superficialmente removido com auxílio de papel absorvente, ilustrada nas Figura 3A e Figura 3B. As retiradas para pesagem ocorreram a cada 15 minutos até a primeira hora de processo e em seguida a cada intervalo de 30 minutos, até o tempo final.

Figura 3A- Amostras de abóbora em cubos após a desidratação osmótica.



Figura 3B- Amostras de abóbora em fatias após a desidratação osmótica.



A desidratação foi estudada a partir dos parâmetros: perda de água (PA), perda de peso (PP), ganho de sólidos (GS) e coeficiente de desempenho (CD) expressos em porcentagem e calculados a partir das equações 2, 3, 4 e 5 respectivamente, conforme Hawkes e Flink (1978) e Tonon et al. (2006).

$$PP\% = (1 - (mf/mi)) 100$$

Equação 2

$$PA\% = 100 (U_i.m_i - U_f.m_f) / m_i$$

Equação 3

$$GS\% = 100 (ST_f.m_f - ST_i.m_i) / m_i$$

Equação 4

$$CD = (PA/GS)$$

Equação 5

Onde: PP (%) = perda porcentual de peso das amostras; PA (%) = perda porcentual de água com base na massa inicial de amostras; GS (%) = ganho de sólidos com base na massa inicial de amostras; m_i = massa inicial de amostras; m_f = massa final em determinado tempo de processo; u_i = umidade inicial das amostras; u_f = umidade final das amostras; ST_i = porcentual inicial de sólidos totais das amostras; ST_f = porcentual final de sólidos totais das amostras em determinado tempo de processo; CD = coeficiente de desempenho (adimensional).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade utilizando o software Statistica 7.0 (VIEIRA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abóbora antes da desidratação osmótica apresentou uma umidade inicial de 92%, resultado coerente com o encontrado por Silva (2009).

Após os processos de desidratação, verificou-se que as fatias apresentaram um teor final de 70% de umidade e os cubos 78% de umidade e a diferença foi estatisticamente significativa através da comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados semelhantes aos encontrados por Borin et al., (2008) em um trabalho sobre efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. Visto que a desidratação osmótica é usada como pré-tratamento e utilizando dados de Borin et al. (2008), para que abóbora possa ser considerada seca faltaria ainda uma redução de aproximadamente 65%, portanto a secagem convectiva aconteceria em um menor tempo com amostras desidratadas em relação a amostras não desidratadas.

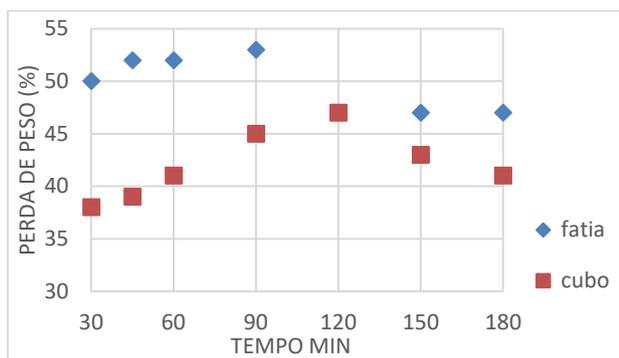
Ao comparar os resultados de teores de umidade ao final do processo de desidratação osmótica, pode-se concluir que quando comparadas as duas geometrias, as fatias tiveram uma maior redução na umidade após o tratamento de desidratação de 22%, enquanto que para as amostras cortadas em cubos a redução foi de 14%. Os resultados também foram diferentes estatisticamente ao nível de 5% através do Teste de Tukey.

Foi estabelecido um tempo de 3 horas para o processo de desidratação osmótica, com base no trabalho de Mayor et al. (2007), onde os autores justificam que em longos períodos, as transferências que ocorrem no processo tendem a ser constantes. A temperatura usada de $30\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ foi escolhida em base a adaptação de experimentos realizados para abóboras (BARBOSA JUNIOR, 2002).

A Figura 4 representa a relação da perda de peso em função do tempo para as geometrias de cubos e fatias. Verificou-se que as fatias alcançaram um máximo de 53% de perda de peso e os cubos 47%. As duas geometrias estudadas tiveram um comportamento similar. Ao atingir um máximo de perda de peso entre os 90 e 120 minutos, houve uma tendência a diminuição até atingirem uma faixa constante. Porém, os tempos de máxima perda de peso são diferentes. No caso das fatias, o processo atingiu os maiores valores aos 90 minutos e os cubos em 120 minutos. Ou seja, verificou-se que os cubos demoram mais que as fatias para atingirem uma máxima perda de peso. Através da análise estatística, verificou-se que os valores entre os tratamentos apresentaram diferença

significativa (ao nível de 5% pelo Teste de Tukey) até os 90 minutos de processo.

Figura 4- Perda de peso em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.

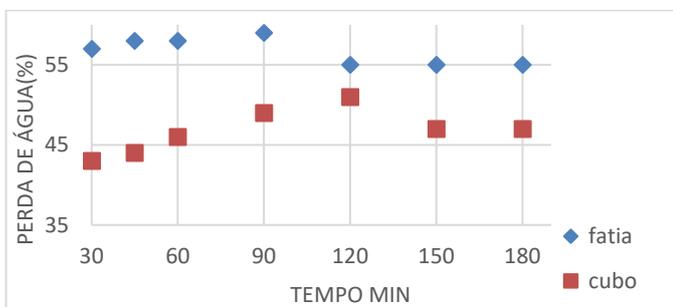


Ao analisar o comportamento do gráfico apresentado na Figura 5, pode-se encontrar semelhança ao comportamento verificado por Barbosa Junior (2002). Quando o processo atingiu um ponto máximo de perda de água, apresentou em seguida uma redução, antes de ficar constante. A geometria que obteve maior perda de água foi a fatia, com 59% em 90 minutos e o cubo apresentou 51% aos 120 minutos. Isso pode ter sido atribuído devido a ação do cloreto de sódio nas membranas celulares da abóbora (BARBOSA JUNIOR, 2002).

Segundo Torreggiani e Bertolo (2001), a tendência observada no gráfico acima pode ser justificada por dois fatores. Primeiro, o aumento da dispersão das moléculas de polissacarídeos que formam a membrana celular, causado pelo enfraquecimento das pontes de hidrogênio existentes. E o outro motivo pode ser a ocorrência da troca iônica, onde os cátions monovalentes presentes na solução migram para a estrutura celular, deslocando os cátions divalentes presentes na estrutura, ocasionando o enfraquecimento da matriz alimentar.

Da mesma forma que para a perda de peso, verificou-se que os valores tanto para as fatias quanto para os cubos, apresentaram diferença significativa (ao nível de 5% pelo Teste de Tukey) entre os tempos de amostragem, até os 90 minutos de processo, conforme representado na Figura 5. A partir de então, não houve diferença significativa, o que pode ser atribuída à tendência à taxa constante até o final do processo.

Figura 5- Perda de água em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.

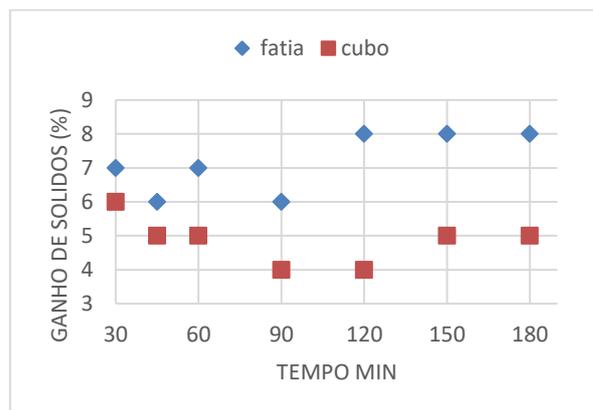


Ao analisar o comportamento para a incorporação de sólidos nas amostras através da Figura 6, observou-se que durante o procedimento houveram oscilações. No tempo de 120 minutos obteve-se o maior valor de ganho de sólidos para as fatias. Para os cubos, o maior ganho de sólidos se encontrou no tempo de 90 minutos.

Os valores de ganho de sólidos encontrados para as fatias variam de 6 a 8% enquanto que os cubos variam de 4 a 6%. Barbosa Junior, (2002) em um estudos de fatias de abóboras encontrou valores semelhantes ao experimento com uma variação maior de 2 a 7%. Já Mayor *et al.* (2007) encontrou para abóboras cortadas em formato cilíndrico uma variação de 5 a 11%.

Contudo, as fatias apresentam maior ganho de sólidos quando comparadas com os cubos. O fato das fatias também terem apresentado maior perda de peso e perda de água, pode ser visto como sendo o tratamento onde ocorreu maior fluxo osmótico em todos os parâmetros calculados. Isto faz sentido ao comparar a geometria e a espessura das fatias, consideravelmente menores que dos cubos. A partir dos 90 minutos de processo, verificou-se que os valores de ganho de sólidos das fatias apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparado com a abóbora em cubos ilustrada na Figura 6.

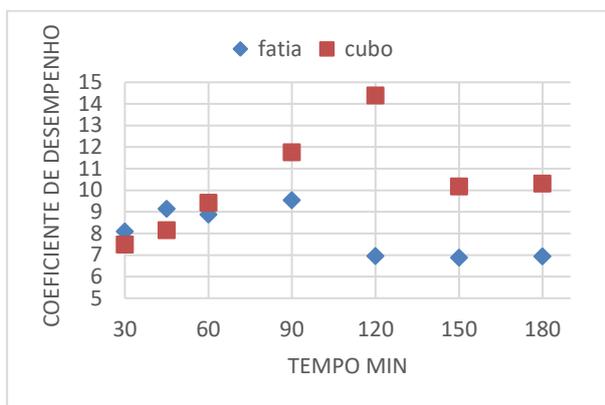
Figura 6- Ganho de sólidos em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.



Na Figura 7, tem-se dados do coeficiente de desempenho da desidratação osmótica das abóboras em fatia e cubo, em função do tempo. Analisando o coeficiente de desempenho da desidratação osmótica pode-se dizer que o processo obteve um melhor desempenho no tempo de 120 minutos para os cubos e 90 minutos para as fatias. Isso mostra que as fatias alcançaram o desempenho máximo em um tempo menor do que os cubos, apesar dos cubos apresentarem um valor maior de desempenho ao final do experimento.

Este comportamento pode ser explicado pelo fato das fatias apresentarem uma maior superfície de contato com a solução osmótica, justificando maiores perdas de água, perda de peso e ganho de sólidos, principalmente nos primeiros 90 minutos de desidratação (GIANGIACOMO *et al.*, 1987).

Figura 7- Coeficiente de desempenho da desidratação osmótica em função do tempo de processo para abóbora em cubos e fatias.



CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstraram que conseguiu-se verificar as diferenças entre as geometrias ao longo do processo de desidratação osmótica de abóbora a partir da análise dos parâmetros de perda de peso, perda de água, ganho de sólidos e coeficiente de desempenho.

Tanto a perda de peso como a perda de água das amostras na forma de fatias apresentaram maiores resultados em relação as abóboras em cubos. No ganho de sólidos, as amostras em cubos apresentaram resultados menores, o que foi considerada uma característica desejável ao final do processo. O coeficiente de desempenho, que expressa a relação entre perda de água e o ganho de sólidos, é satisfatório quando apresentar valores superiores, pois representa uma maior desidratação, com menor incorporação de sólidos. Com isso, verificou-se que, apesar das fatias apresentarem maiores perdas de água e perda de peso, foi o menor ganho de sólidos nos cubos que afetou positivamente o coeficiente de desempenho desta geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. Desidratação de frutas e hortaliças: manual técnico. Campinas: Instituto Tecnológico de Alimentos - ITAL, 2001.

ANGELINI, R. Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L.) estudo da reutilização da solução osmótica. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; NEITZKE, R. S.; GARRASTAZÚ, M. C.; SCHWENGBER J. E. Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado - período de 2002 a 2006. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 30p. (Documento, 176). 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33615/1/documento-176.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

BARBOSA JUNIOR, José Lucena. Influência da temperatura e da concentração na desidratação osmótica de abóbora (*Curcubita maxima*) e cenoura (*Daucus carota* L.) Utilizando Metodologia de Superfície Resposta. 2002. 98 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

BORIN, Isabela et al. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/07.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CELESTINO, S. M. C. Desidratação osmótica na produção de frutas passa e sulfitação. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2010/artigos/art_020.pdf >. Acesso em: 2 de abril de 2018.

EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. Revista do Instituto Adolfo Lutz, p.317-318, 2014.

FONTES, L. C. B.; SIVI, T. C.; RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.14, n.1, p.1-13, 2012.

GIANGIÁCOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit. Part 1: sugars exchange between fruit and extracting syrups. Journal of Food Processing and Preservation, Westport, v. 11, n. 3, p. 183-195, 1987.

HAWKES, J.; FLINK, J. Osmotic concentration of papaya: influence of processes variables on the quality. Journal of Food Processing and Preservation, v. 2, n. 4, p.265-284, 1978.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. Chave para a identificação das espécies de abóboras (Cucurbita, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil. Brasília: Embrapa, 2007. 10 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/745868/1/documento197.pdf>>. Acesso em: 2 de abril de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. Ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 83-158, 2008.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre cinética de desidratação osmótica de melão. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 2, p.282-286, 2004.

MAYOR, L.; MOREIRA, R.; CHENLO, F.; SERENO, A. M. Osmotic Dehydration Kinetics of Pumpkin Fruits Using Ternary Solutions of Sodium Chloride and Sucrose. Drying Technology, v. 25, n. 10, p.1749-1758, 2007.

PORCIUNCULA, Barbara Daniele Almeida. Desenvolvimento de processo integrado de desidratação e modificação da textura de banana (var. prata) por secagem convectiva e pulsos de vácuo. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93581>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SILVA, Keila de Souza. Desidratação de abóbora (cucurbita moschata) por métodos combinados. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "julio de Mesquita Filho, São Jose do Rio Preto, 2009.

TONON, R.V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções

ternárias pela metodologia de superfície de resposta. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 3, n. 26, p.715-723, jul. 2006.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. *Journal of Food Engineering*, n. 49, p.247-256, 2001.

VIEIRA, S. *Análise de Variância: (Anova)*. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

YADAV, A.K; SINGH, S. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*. v.51, n.9, p.1654-1673,2014.