



DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA SEMENTE DE ABÓBORA DE LEITE (*Cucurbita moschata*) SUBMETIDA A SECAGEM EM ESTUFA

DETERMINATION OF THE MOISTURE CONTENT OF PUMPKIN SEED (*Cucurbita moschata*) SUBJECTED TO DRYING IN AN OVEN

Débora Souza dos Santos

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5913-8712>

E-mail: debora.1997.ss@outlook.com

Júlio Gabriel Oliveira de Lima

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7403-5191>

E-mail: juliogabrieloliveira17@gmail.com

Tales de Oliveira Araújo

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3306-5718>

E-mail: talesaraujoeng@gmail.com

Fabiana Pimentel Macedo de Farias

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4168-9601>

E-mail: fabiana.pimentel@professor.ufcg.edu.br

Josedite Saraiva de Souza

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1715-620X>

E-mail: prof.josedite@gmail.com

Submetido: 26 jul. 2023.

Aprovado: 15 ago. 2023.

Publicado: 24 ago. 2023.

E-mail para correspondência:

prof.josedite@gmail.com

Resumo: O processo de secagem ocorre a partir da passagem de ar quente sobre o alimento arrastando a umidade deste consigo, fisicamente por causa da transferência de massa e energia para o meio. A abóbora, é um alimento rico em água, vitamina B, C e carotenoides, presentes no alimento em si e semente, este último é um resíduo no momento do consumo do fruto que ao ser desidratada pode ser reintroduzida na alimentação humana via farinha, pães, biscoitos e bolos. Para o processo foi necessário previamente a assepsia do material biológico e pesagem para ida a estufa nas temperaturas de 70°C e 80°C, em seguida foi pesado nos tempos de (5-10-15-30-60-120-180) min e depois 24h. Pode-se identificar uma variação inicial na temperatura até os primeiros 60min da operação devido à evaporação de substâncias voláteis e equilíbrio térmico da superfície da abóbora com o meio, além da



observação de maior perda de água na temperatura de 80°C, no valor de 56,19%. Por grande concentração final de umidade no produto, sugere-se maior tempo de desidratação ou modificação metodológica para se obter maior taxa de desidratação.

Palavras-chave: Transferência de massa. Desidratação. Conservação.

Abstract: The drying process occurs from the passage of hot air over the food, dragging its moisture with it, physically because of the transfer of mass and energy to the medium. Pumpkin is a food rich in water, vitamin B, C and carotenoids, present in the food itself and in the seed, the latter is a residue at the time of consumption of the fruit that, when dehydrated, can be reintroduced into human food via flour, bread, cookies and cakes. For the process, it was necessary to previously asepsis the biological material and weigh it before going to the oven at temperatures of 70°C and 80°C, then it was weighed at times of (5-10-15-30-60-120-180) min and then 24h. An initial variation in temperature can be identified up to the first 60 minutes of operation due to the evaporation of volatile substances and thermal equilibrium between the surface of the pumpkin and the environment, in addition to the observation of greater loss of water at a temperature of 80°C, in the amount of 56.19%. Due to the high final concentration of moisture in the product, a longer dehydration time or methodological modification is suggested to obtain a higher dehydration rate.

Keywords: Mass Transfer. Dehydration. Conservation.

Introdução

Secagem é a operação na qual a água ou qualquer outro líquido é deslocado do material para o ar. Esse conceito também se aplica a operações de evaporação ^(1,2). O processo térmico a fim de retirar água do produto pode ser realizado de diversas maneiras como por convecção, condução, radiação e liofilização com a finalidade de aumentar a vida útil do produto, concentração de nutrientes, redução de perdas pós colheita ^(3,4). oferta durante todo o ano e “[...] proteção contra degradação enzimática oxidativa[...]”, agregando valor ao alimento para fins de consumo como a produção de molhos, compotas, panificação e fruta seca ^(5,6), ou em produtos suplementados, pães, biscoitos e bolos ^(7,8).

A desidratação de sementes, além de colaborar para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento, proporciona a antecipação da colheita, evitando perdas de natureza diversa durante o processo produtivo. A quantidade é fator de suma importância, pois para grandes quantidades é relevante a utilização de secagem artificial, cujo custos, de operação estão relacionados com o volume, a velocidade de secagem, volume de sementes e A a temperatura ^(9,10). secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial, na última a fonte de calor pode ser variável o que caracteriza o método é o fato de que o processo é



executado com a contribuição de meios mecânicos, elétricos ou eletrônico e o ar é forçado através da massa de sementes ^(10,11).

Com o intuito de diminuir perdas de alimentos, partes não usuais de frutas e hortaliças, como cascas e semente, têm sido introduzidas como componente alimentar, com a finalidade de enriquecer a dieta habitual. Isto faz com que sementes ou grãos de diversas espécies vegetais se tornem fontes alternativas de carboidratos, proteínas e de outros nutrientes para a alimentação humana como, por exemplo, as de abóbora ^(12,13).

A importância da desidratação física de alimentos no Brasil justifica-se por ser mundialmente um dos três maiores produtores de hortifruti com produção de 37 milhões de toneladas em 2018 ⁽¹⁴⁾, com perda pós-colheita de 26,3 milhões de toneladas em 2013, representando na época 10% da produção total ⁽¹⁵⁾, e mundialmente chega a ser 30% do total, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação) ⁽¹⁶⁾

Apesar do quantitativo produtivo anual brasileiro ser alto, 53% é voltado para exportação, direcionando a perda pós-colheita para os 47% comercializados nacionalmente ⁽¹⁷⁾ juntamente com os produtos importados, os quais resultam de problemas na armazenagem, transporte e destinação dos produtos não vendidos em supermercados, feiras e sobras nas casas dos consumidores contrapondo-se aos dados nacionais relacionados a parcela de 2,5% de brasileiros que passaram fome no ano de 2017, valor correspondente a 5,2 milhões de pessoas ⁽¹⁵⁾ que poderiam ter sido alimentadas com os 10% desperdiçados.

A abóbora (*Cucurbita moschata*) é alimento consumido por brasileiros sob diferentes formas: in natura, doces, conservas, dentre outros. Os resíduos derivados (sementes) deste produto são ricos em nutrientes tais como proteínas, fibras, sais minerais, ácidos graxos, vitamina C e B, importante fonte de carotenoides, em especial o betacaroteno com grandes propriedades antioxidantes, compostos fenólicos, na dieta pode ajudar a reduzir os níveis de glicose ^(18,19,20), além do uso como componente enriquecedor ao evitar seu descarte, consumida pós desidratação ⁽¹³⁾.

Tendo em vista a importância da redução do desperdício de alimentos e o aproveitamento dos grãos de abóbora, ressalta-se a necessidade de se estudar métodos de conservação dos mesmos através de secagem ^(12,21), pois a qualidade do produto seco, o gasto e energia e o tempo utilizado nesse processo são parâmetros primordiais para o desenvolvimento sustentável dessa operação, a fim de se ter um maior aproveitamento do

alimento, redução da fome de muitas pessoas, geração de renda para agricultores e consumidores por maior aproveitamento deste bem.

Com o objetivo de analisar uma forma mais eficiente de secagem para armazenamento e/ou utilização como farinha para fins de suplementação alimentar, o presente trabalho estuda a desidratação de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata*) para determinação do teor de umidade do grão em diferentes temperaturas para tal fim.

Metodologia

O projeto foi realizado no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), campus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) na cidade de Sumé (latitude 7° 40' 18" sul, longitude 36° 52' 54") Paraíba, no Laboratório de Solos, com temperatura média ambiente de 28°C.

Obtenção da matéria-prima

As sementes foram retiradas de abóbora do tipo de leite (*Cucurbita moschata*) obtidas no comércio no local (Figura 1). Os materiais utilizados foram três tampas de placa de Petri, hipoclorito de sódio, balança analítica, pinças, dessecador Dry Box metálico com 3 prateleiras com sílica, estufa microprocessada de secagem e as sementes.

Figura 1 - Amostra dos grãos da abóbora no dessecador.



Fonte: Dos autores (2023).



Pré-Tratamento da Amostra

Foi realizado a assepsia das sementes como descrito por (PUC-Rio, 2019), as amostras foram submersas em água sanitária por 10min, em seguida lavagem com água corrente e armazenamento em freezer em sacos de plásticos.

Retirada as sementes do saco plástico pesou-se 50 g em balança analítica e direcionou para a estufa as amostras em triplicata para secagem em 70°C e 80°C.

Secagem

Para acompanhamento de perda de água a pesagem da semente foi feita nos tempos de (5 – 10 – 15 – 30 – 60 – 120 – 180) min tal como ⁽²²⁾ e posteriormente ao completar 24h. Ao retirar as amostras da estufa, estas permaneceram por 15min em dessecador para pesagem.

Para o teor de água presente na amostra (%) (T_{H_2O} amostra) foram utilizadas as equações (1) e (2).

$$T_{H_2O} amostra (\%) = 100\% - Teor de água evaporado (\%) \quad (1)$$

$$Teor de água evaporado (\%) = \frac{100(M-m)}{M} \quad (2)$$

Em que: M = massa inicial da amostra; m = massa final da amostra.

Análise Estatística

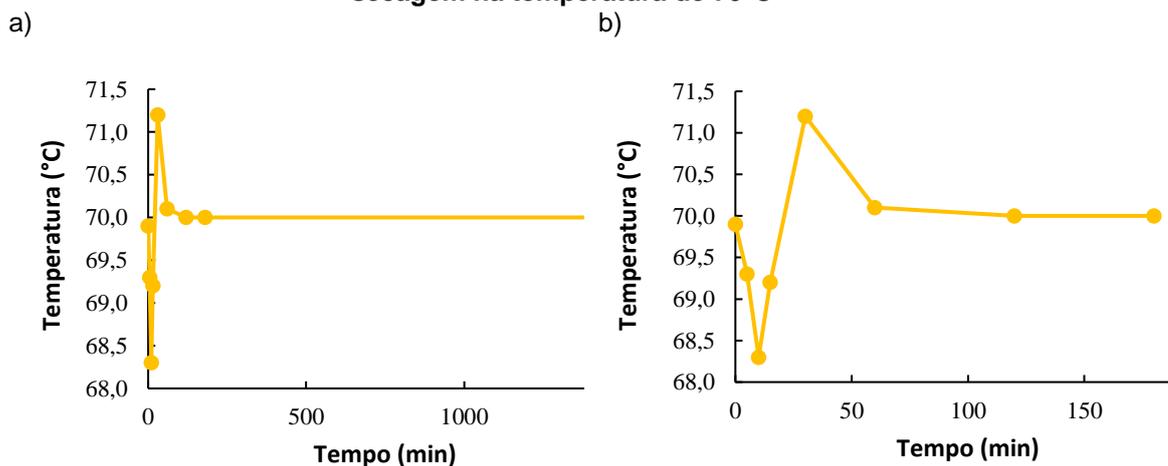
Utilizou-se o software editor de planilhas Excel da Microsoft, pelo qual realizou-se os estudos das variâncias e as análises foram apresentados como média. A comparação entre os grupos foi realizada pelo teste *t student* duas amostras presumindo variância equivalente conforme apresentada nos resultados.

Resultados e Discussões

Os resultados obtidos no presente trabalho referentes a relação da temperatura e o tempo de duração do processo de secagem estão apresentados nas Figuras 2 (a e b) e 3 (a e b), os pontos da temperatura dentro da estufa antes de cada retirada do grão para análise gravimétrica, em que se observa a variação inicial relativo ao processo da secagem em si descrevendo inicial queda de temperatura, pois o grão estava absorvendo calor para entrar em equilíbrio com o meio e evaporação de compostos voláteis presente na face líquido-vapor (em 5min, 10min e 15min dentro da estufa), foi possível também observar em seguida depois de aproximadamente 30min em repouso dentro da estufa que houve um aumento e a partir de 60min estabiliza-se a temperatura.

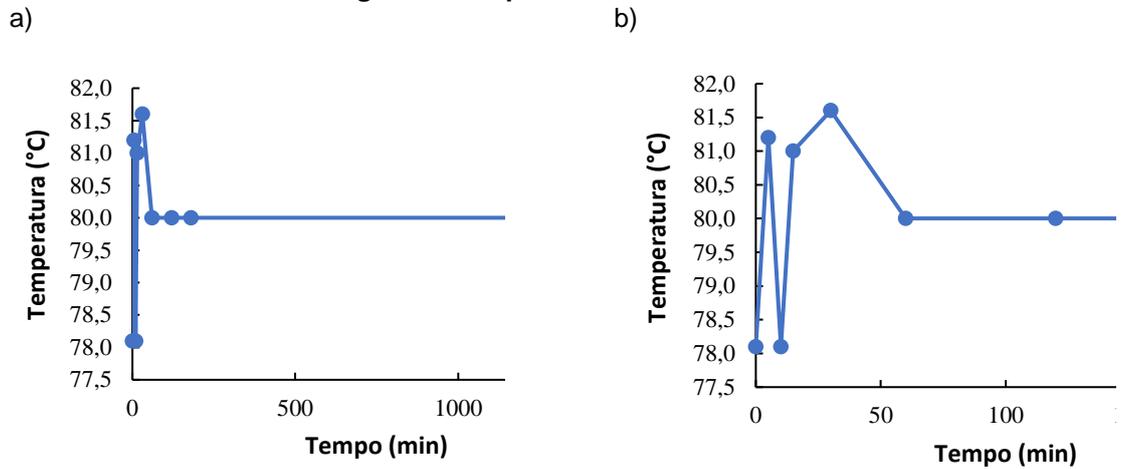
De acordo com Thomazini ⁽²³⁾, a temperatura afeta a mobilidade das moléculas de água e, conseqüentemente, altera o equilíbrio água-vapor no produto, representado no processo de secagem como a transferência de massa e energia (tanto com mudança térmica quanto de estado físico da água presente dentro do grão) a partir do ar quente que passa entre as sementes dentro da estufa. Caracterizada por duas etapas, a primeira de evaporação é referente aos fatores externos (substâncias voláteis) e a segunda é em relação aos internos do alimento (difusão de líquidos e gases para o meio) ⁽²⁴⁾.

Figura 2 - a. Relação temperatura e tempo durante o processo de secagem na temperatura de 70°C; b. Relação temperatura e tempo (até 200min) durante o processo de secagem na temperatura de 70°C



Fonte: Dos autores (2023).

Figura 3 – a Relação temperatura e tempo durante o processo de secagem na temperatura de 80°C; b. Relação temperatura e tempo (até 200min) durante o processo de secagem na temperatura de 80°C



Fonte: Dos autores (2023).

Em relação ao teor médio de água na amostra que é diretamente relacionada à conservação e deterioração do alimento seco, quantificado pela pesagem da amostra ao longo da operação de secagem, nas diferentes temperaturas durante a desidratação do grão, na Tabela 1, observa-se que na temperatura de 80°C apresentou menor porcentagem de umidade na amostra que à 70°C, tempo de 24h em estufa. Esta diferença pode estar atrelada aos fatores que influenciam o processo na estufa, como: externos à amostra dentro da estufa (velocidade, temperatura, orientação, nível de saturação na face líquido-vapor) e internos (concentração, temperatura de fase líquida, composição e interação entre as moléculas) ⁽²⁴⁾.

Tabela 1 – Teor médio da água nas sementes de abóbora após 24 horas de secagem nos tratamentos, a 70°C e 80°C

Variável independente	Teor médio de água (%)
70 °C	48,46
80 °C	43,81

Fonte: Dos autores (2023).

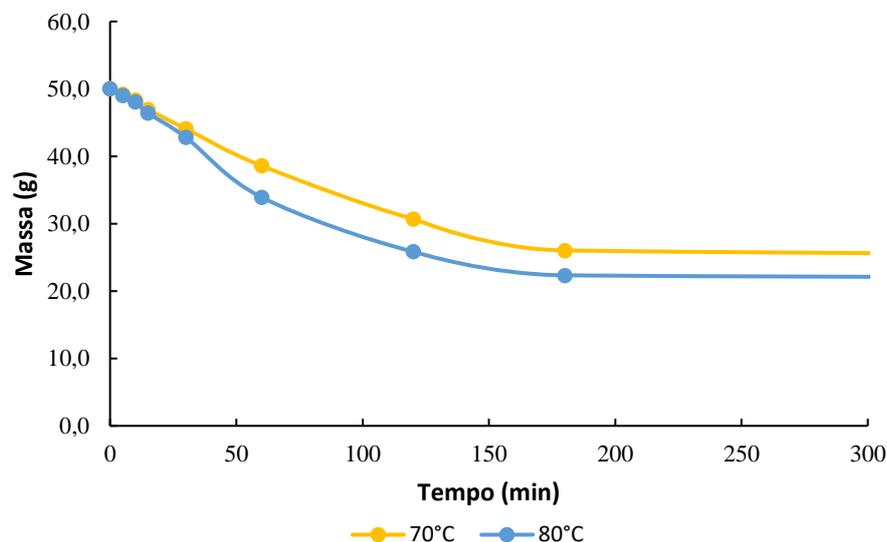
A alta porcentagem de umidade na amostra de abóbora é justificada por Borges *et al.* ⁽²²⁾, pelo fato que o próprio alimento já possui alta umidade e resistência interna nas transferências de massa e energia, não significativa velocidade do ar no processo, principalmente no fim do processo em que “[...] a resistência interna predomina e o coeficiente de difusão é menor”.

Mediante o teste t é possível com alfa de 0,05 (5% de significância) que se rejeita a hipótese nula (médias iguais), assim, é possível afirmar que o teor médio de água da amostra (%) são significativamente diferentes, evidenciando que a 80°C teve uma melhor desidratação das sementes de abóbora.

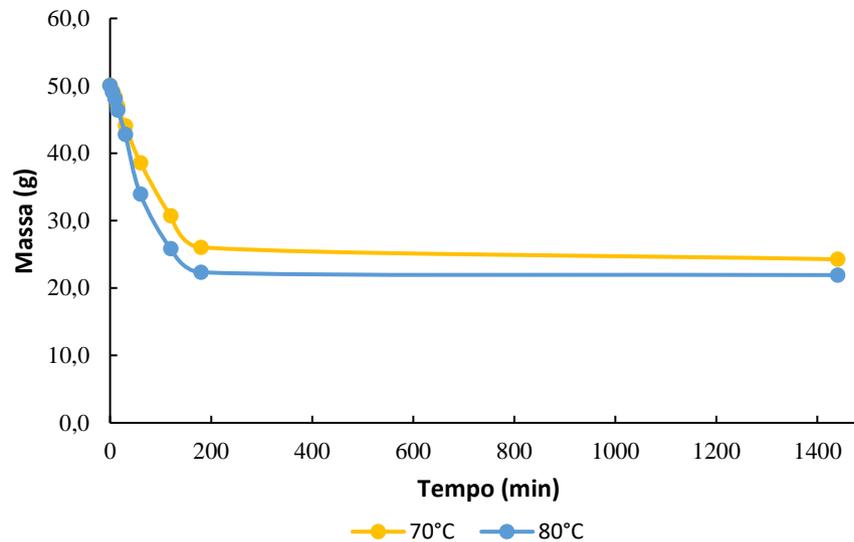
De acordo com a cinética de secagem (Figura 4), há perda de massa (umidade) da amostra durante as 24h do processo, não estabilizando a perda, indicando que a desidratação poderia ser maior caso houvesse maior tempo de exposição das amostras na estufa. Também foi observado que do minuto 0 ao minuto 10 para ambos as temperaturas tiveram a mesma quantidade de água perdida.

Figura 4 – Análise comparativa de perda de massa com o tempo na secagem do grão de abóbora em estufa para as temperaturas de 70°C e 80°C . a) Perda de massa com o tempo até (1400 minutos); b) Perda de massa com tempo (até 300min)

a)



b)



Fonte: Dos autores (2023).

Observa-se já nos primeiros 300 minutos Figura 4 a que a redução da massa foi maior à 80°C, conforme esperado, pois quanto mais energia térmica se fornece ao meio, maior será a agitação das partículas e consecutivamente mais rápida será a transferência referente ao mesmo tempo de repouso na estufa resultando em menor umidade final do produto e tempo de processo, como Viera ⁽¹³⁾ Borges ⁽²²⁾ Arévalo-Pinheiro ⁽²⁵⁾, reafirmam a partir de uso experimental da abóbora a 70 e 80°C, observa-se que a partir dos 300 minutos a perda de massa se mantém constante para ambas as temperatura avaliadas conforme a Figura 4 b.

Considerações Finais

Com o presente trabalho, a partir da comprovada relevância da secagem nas temperaturas (70°C e 80°C) pela análise do teste estatístico com nível de significância de 5%, pode-se inferir que há relação proporcional entre a velocidade de secagem e temperatura do sistema, atestado nos teores médios.

Durante o processo de desidratação houve variação de temperatura do equipamento durante a primeira hora de secagem e em seguida estabilizou-se, período de equilíbrio térmico entre a superfície da semente com o meio, apresentando teor médio de umidade menor na



temperatura de 80°C em relação ao tratamento com 70°C devido a fatores internos e externos à semente dentro da estufa.

Além disso, a partir do teor médio de água no grão pôde-se considerar que um maior tempo de secagem não influenciou no processo com base nos tratamentos realizados, devendo-se avaliar um método mais ajustado ao material biológico, ou ainda trituração da semente para aumento de superfície de contato e assim maior grau de desidratação, caso delineie para fins de suplementação alimentar, armazenamento e produção alimentícia desejado, especificamente, uma menor umidade que se obteve no presente trabalho a 70°C o valor de aquosidade de 48,46% de umidade e à 80°C o de 43,81%.

Referências

- 1 Martins FP et. al. Secagem: uma revisão. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Viçosa/MG, BR. 2020;6(4):600–607. DOI: 10.18540/jcecvl6iss4pp0600-0607i. [citado 9 de abr. 2023] Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/11743>.
- 2 Celestino SMC. *Princípios de Secagem de Alimentos*. 2010.
- 3 Gomes FP et. al. Food drying: a review on applications/ Secagem de alimentos: uma revisão sobre aplicações. *Brazilian Journal of Development*. 2022;8(2):12759-12777. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n2-285>.
- 4 Da Silva TF. *Análise da eficiência de um secador solar indireto ativo*. [monografia] Campina Grande-PB: Universidade Estadual da Paraíba. 2019. 38 p.
- 5 Park KJ et. al. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. *Ciência Tecnol. Alimentar*, Campinas. 2001;21(3):288-292.
- 6 Almeida IB et. al. Desenvolvimento de secador solar construído a partir de material reciclável. *Holos*. 2016;32(4).
- 7 Borges SV et. al. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. *Alimentos e Nutrição Araraquara*. 2006;17(3):317-321.
- 8 Silva DRS et. al. Influence of incorporating sesame residue flour on bread quality. *Research, Society and Development*, [S. l.]. 2020;9(11). [citado 9 de abr. de 2023] DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10108. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10108>.



9 Garcia RL et al. Estudo experimental da secagem de alimentos: balanço térmico em um mini-secador de baixo custo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 2021;38(1):405-421. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e73254>.

10 Garcia DC et al. A secagem de sementes. *Ciência Rural*. 2004;34(2):603-608.

11 Souza ÍP et al. Drying and storage conditions on the physical quality of Moti gome rice grains. *Research, Society and Development*. 2022;11(14). DOI: 10.33448/rsd-v11i14.35866. [citado 9 de abr. 2023] Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35866>.

12 Diógenes ADMG et al. Cinética de secagem de grãos de abóbora. *Revista Caatinga*. 2013;26(1):71-80.

13 Vieira KH et al. Caracterização da farinha de semente de abóbora obtida por secagem em micro-ondas e estufa. *Brazilian Journal of Development*. 2021;7(3):22267-22283. DOI:10.34117/bjdv7n3-100

14 Abrafrutas. Relatório cenário hortifruti Brasil 2018 mostra que geração de empregos é destaque. 2018. [citado 18 de nov. 2019] Disponível em: <https://abrafrutas.org/2018/10/31/relatorio-cenario-hortifruti-brasil-2018-mostra-que-geracao-de-empregos-e-destaque/>.

15 Garcia MF. Brasil desperdiça 26,3 milhões de toneladas de alimentos por ano. 2019 Observatório do terceiro setor. [citado 17 de nov. 2019] Disponível em: <https://observatorio3setor.org.br/noticias/brasil-desperdica-26-milhoes-de-toneladas-de-alimentos-por-ano/>.

16 Brasil. Combate ao desperdício de alimentos é desafio do Brasil e do mundo nos próximos anos. 2018. [citado 18 de nov. 2019] Disponível em: <http://legado.brasil.gov.br/noticias/cidadania-e-inclusao/2018/08/combate-ao-desperdicio-de-alimentos-e-desafio-do-brasil-e-do-mundo-nos-proximos-anos>.

17 Almeida IB et. al. Desenvolvimento de secador solar construído a partir de material reciclável. *Holos*. 2016;32(4).

18 Dos Anjos CN et. al. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arq. Ciênc. Saúde*. 2017;24(3):58-62.

19 Fachini GF et. al. Potencial da farinha da casca de abóbora (*Cucurbita moschata*) para aplicação na produção de biscoitos tipo cookies. In: VI Simpósio de Engenharia e Ciência de Alimentos; Campinas: Galoá. 2018.

20 Torres MER et. al. Conserva de abóbora (*Cucurbita moschata*) com pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius raddi*): elaboração, avaliação microbiológica e aceitação sensorial. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 2022;16(1). DOI: 10.3895/rbta.v16n1.15025



21 Begossi BG. Fabricação e estudo de um secador solar caseiro de baixo custo para desidratação de alimentos. [graduação]. Natal-RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2020. 9 p.

22 Borges SV et. al. Secagem de fatias de abóboras (*Cucurbita moschata*, L.) por convecção natural forçada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 2008;28(1):245-251.

23 Thomazini LFV. Estudo do comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no interior de um secador solar de ventilação natural. [dissertação] Piracicaba-SP: Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". 2015. 113 p.

24 PUC-Rio. Fundamentos do processo de secagem. 2019. [citado 18 de nov. 2019] Disponível em: https://www.maxwell.vrac.pucrio.br/4981/4981_3.PDF.

25 Arévalo-Pinedo A. Influência da pressão, temperatura e pré-tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 2005;24(4):636-643.



10.31072/rcf.v14i2.1342

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access