

Obtenção de produto farináceo a partir de resíduos agroindustriais por diferentes métodos de Secagem

Obtaining floury product from agro-industrial waste by different drying methods

Obtención de productos harinosos a partir de residuos agroindustriales mediante diferentes métodos de secado

Recebido: 06/08/2020 | Revisado: 15/08/2020 | Aceito: 19/08/2020 | Publicado: 23/08/2020

Aline Priscila de França Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4096-9487>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: alinepriscila33@gmail.com

Ana Paula Moisés de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3319-7674>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: anapaulinha_15_6@hotmail.com

Antonio Daniel Buriti de Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9786-1496>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: daniel_buritt@hotmail.com

Danilo Lima Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0780-3474>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: danielold.15@gmail.com

Jaciara Dantas Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0038-2021>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: dantasjaciara@gmail.com

Arthur Filgueira de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9641-5037>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: Arthur.filgueira@eq.ufcg.edu.br

Renato Alexandre Costa de Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7075-7709>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: renatoacs@ufcg.edu.br

Ana Regina Nascimento Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9029-6922>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: arncampos@ufcg.edu.br

Resumo

O objetivo do trabalho foi a obtenção e caracterização física e química do produto farináceo originado de resíduos agroindustriais, elaborados a partir da secagem em estufa e forno micro-ondas (FMO). A aquisição dos resíduos foi realizada diretamente junto a uma empresa de fabricação de sucos concentrados, localizada da cidade de Nova Floresta, Paraíba. E assim realizados diversos experimentos. A elaboração do produto farináceo em estufa ocorreu na temperatura de 60 °C por 8 h e apresentou 8,82 % de Teor de Água (TA), aw 0,53, pH de 4,13, Sólidos Solúveis Totais (SST) de 12 °Brix, Resíduo Mineral Fixo (RMF) de 4,51 % e Proteína Bruta (PB) de 6,0 %. A rampa de aquecimento utilizada para obtenção da farinha em FMO foi constituída de 3 ciclos de 6 min, totalizando 18 min de secagem, utilizando 50 % de potência do forno e 50 g de amostra. Ao final desse processo o produto apresentou 14,01 % de TA, aw 0,53, pH 4,12, SST de 11 °Brix, RMF de 3,31 % e PB de 5,24 %. Os produtos apresentaram características físicas e químicas dentro dos padrões estabelecidos, demonstrando ser um produto que poderá, posteriormente, ser utilizado na formulação de novos produtos alimentícios.

Palavras-chave: Resíduos; Secagem; Farinha.

Abstract

The objective of the work was obtaining and physical and chemical characterization of the flour product originated from agro-industrial residues, elaborated from drying in an oven and microwave oven (MWO). The acquisition of waste was carried out directly with a concentrated juice manufacturing company, located in the city of Nova Floresta, Paraíba. Thus, several experiments were carried out. The preparation of the flour product in an oven took place at a temperature of 60 °C for 8 h and presented 8.82% of Water Content (WC), aw 0.53, pH of 4.13, Total Soluble Solids (TSS) of 12 ° Brix, Fixed Mineral Residue (FMR) of

4.51% and Crude Protein (CP) of 6.0%. The heating ramp used to obtain the flour in FMO consisted of 3 cycles of 6 min, totaling 18 min of drying, using 50% of oven power and 50 g of sample. At the end of this process, the product showed 14.01% WC, aw 0.53, pH 4.12, TSS of 11 ° Brix, FMR of 3.31% and CP of 5.24%. The products showed physical and chemical characteristics within the established standards, demonstrating to be a product that can later be used in the formulation of new food products.

Keywords: Waste; Drying; Flour.

Resumen

El objetivo del trabajo era obtener y caracterizar física y químicamente el producto de harina originado a partir de residuos agroindustriales, elaborado a partir del secado en horno microondas (HMO). La adquisición de residuos se realizó directamente con una empresa concentradora de fabricación de jugos, ubicada en la ciudad de Nova Floresta, Paraíba. Por lo tanto, se llevaron a cabo varios experimentos. La preparación del producto de harina en un horno se llevó a cabo a una temperatura de 60 ° C durante 8 h y presentó 8.82% de Contenido de Agua (CA), aw 0.53, pH de 4.13, sólidos solubles totales (SST) de 12 ° Brix, Residuo Mineral Fijo (RMF) de 4.51% y Proteína Cruda (PC) de 6.0%. La rampa de calentamiento utilizada para obtener la harina en HMO consistió en 3 ciclos de 6 min, totalizando 18 min de secado, utilizando el 50% de la potencia del horno y 50 g de muestra. Al final de este proceso, el producto mostró 14.01% CA, aw 0.53, pH 4.12, SST de 11 ° Brix, RMF de 3.31% y PC de 5.24%. Los productos mostraron características físicas y químicas dentro de los estándares establecidos, demostrando ser un producto que luego puede usarse en la formulación de nuevos productos alimenticios.

Palabras clave: Residuos; Secado; Harina.

1. Introdução

A produção de frutas destina-se principalmente à demanda por frutas *in natura*, no entanto, o mercado mundial apresenta uma tendência de produtos processados como compotas, sucos, geleias, licores, bebidas fermentadas, doces, entre outros. O setor de frutas e hortaliças gera ao decorrer de sua cadeia produtiva milhões de toneladas de resíduos (Nascimento Filho; Franco, 2015), cerca de 10 % das perdas ocorrem no campo, 50 % durante o manuseio e transporte, 30 % nas centrais de abastecimento e comercialização, e 10 % em supermercados e consumidor final (Ugaldel; Nespolo, 2015).

As frutas e vegetais desidratados não só dispensam a necessidade de armazenamento sob condições especiais, como baixa temperatura e alta umidade relativa do ar, exigidas pela maioria destes produtos *in natura*, como também possuem volume relativamente menor. Contudo, a secagem pode ter consequências negativas como a deterioração de componentes nutricionais, escurecimento e obtenção de produtos com baixa capacidade de reidratação (Silva et al., 2020). Em geral, os resíduos provenientes da industrialização de frutas envolvem quantidades apreciáveis de casca, sementes, bagaço, coroa ou até mesmo a polpa, dependendo do fruto.

A indústria de alimentos produz uma grande quantidade de resíduos resultantes do preparo e consumo de alimentos e a destinação desses resíduos também tem se tornado uma preocupação nos últimos anos (Oliveira, 2018). Há diversas formas de minimizar a perda de alimentos perecíveis e, uma delas, é através da secagem, que consiste no processo de diminuição da atividade de água, visando preservar e manter a sua qualidade, assim como, aumentar a vida útil do produto (Palacin et al., 2005; Engel et al., 2016).

Considerando o desperdício proporcionado pelas perdas na cadeia produtiva, a secagem e o uso de secadores é uma alternativa que agrega valores e pode minimizar prejuízos na produção de frutas (Silva et al., 2015). Processos que visem uma melhor eficiência de conservação de alimentos favorecem um incremento na renda do produtor e, conseqüentemente, maior disponibilidade de produtos de boa qualidade (Andrade et al., 2003; Leite et al., 2016).

O método de secagem e o uso de secadores dependem em geral dos níveis de produção e da qualidade do produto que se deseja obter. Alguns equipamentos podem ser utilizados para facilitar esse processo, é o caso de secadores, como a estufa, que consiste na aplicação do calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar controlado. A secagem por estufa com corrente de ar ou também denominada de secagem convectiva de ar quente é o método mais comum na secagem de alimentos (Guiné, Pinho; Barroca, 2011).

Outra alternativa para o processo de secagem de alimentos, sem comprometer a qualidade e a obtenção de um novo produto, é a secagem com aplicação de micro-ondas através de um forno de micro-ondas (FMO). Na secagem de produtos assistida por FMO, a remoção do teor de água é rápida, devido à presença de água no material ser o principal responsável pela geração interna de calor (Andreola, 2013). Portanto, a secagem em FMO promove uma absorção preferencial das micro-ondas pelas moléculas de água, pelo

aquecimento focalizado, o que torna a aplicação desta energia conveniente, por exemplo, em processos de secagem de alimentos (Pereira, 2007).

A produção de farinha tem como principais operações a secagem da matéria-prima com posterior trituração ou moagem, a fim de garantir aspectos característicos de farinha ao produto final, com grau de umidade da farinha controlado não só por motivos econômicos, mas também por sua importância na conservação e processamento (Gusmão, 2011).

A possibilidade de transformação desses resíduos em produto farináceo por meio do processo de secagem para elaboração de novos produtos alimentícios contribui, assim, para a diminuição do impacto gerado ao meio ambiente. Portanto, a produção de farinhas é uma alternativa viável e apresenta uma grande diversidade para a indústria alimentícia, por serem fontes de amido e sais minerais (Carvalho, 2000; Araújo et al., 2016).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi a obtenção e caracterização física e química do produto farináceo originado de resíduos agroindustriais, por diferentes métodos de secagem, para posterior utilização em produtos alimentícios.

2. Metodologia

O método utilizado neste estudo é de natureza quali-quantitativo e trata-se de uma pesquisa experimental (Pereira et al., 2018). Os experimentos foram executados no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos, do Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). A aquisição dos resíduos agroindustriais provenientes do processamento de polpa de frutas: goiaba, manga, acerola, graviola, maracujá, caju, cajá e uva foi realizada diretamente junto a empresa de fabricação de sucos concentrados, localizada da cidade de Nova Floresta, Paraíba. Os resíduos foram acondicionados em sacos plásticos logo após a extração e armazenados em câmara de congelamento a -18 °C e descongelados à temperatura ambiente.

Caracterização Física e Química

As análises físicas e químicas foram realizadas em amostras dos resíduos agroindustriais *in natura* e no produto farináceo elaborado pelos processos de secagens.

O teor de água foi determinado seguindo-se a metodologia adotada pelo Instituto Adof Lutz (IAL, 2008), com os resultados expressos em porcentagem (%). Este método está

baseado na determinação de perda de peso do produto submetido ao aquecimento em estufa de secagem a 105 °C, até massa constante.

A atividade de água foi determinada por meio de leitura direta em higrômetro a 25 °C.

A determinação do pH foi realizada conforme metodologia adotada pelo IAL (IAL, 2008). O pH foi determinado através de medidas potenciométricas do líquido sobrenadante.

Os sólidos solúveis totais foram determinados através da refratometria na escala °Brix. As leituras do °Brix foram realizadas utilizando o refratômetro de Abbe, conforme metodologia descrita pelo IAL (IAL, 2008).

A determinação do percentual do Resíduo Mineral Fixo (cinzas) foi realizada por incineração em forno mufla a 550 °C, até total queima da matéria orgânica, conforme metodologia descrita pelo IAL (IAL, 2008).

Cinética de Secagem

Com objetivo de prever o tempo de secagem e melhor temperatura, para a otimização do processo foram realizadas cinéticas de secagem e ajustes de modelos matemáticos aos dados experimentais.

As cinéticas de secagem foram realizadas em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C, registrando-se as massas em intervalos regulares até massa constante. Com os dados da secagem foram determinados os valores da razão do teor de água e aplicados os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Newton, Page, Aproximação da difusão, Thompson e Wang e Sing, que estão descritos na Tabela 1. Para o ajuste de cada equação matemática aos dados experimentais realizaram-se as análises de regressão não-linear pelo método Quasi-Newton, empregando-se o programa computacional Statistica 8.0.

Tabela 1 - Modelos de regressão não-linear aplicados às curvas de secagem de resíduos de frutas.

Modelos	Equações	Referências
Henderson e Pabis	$RX=a.exp(-k.t)$	Henderson; Pabis, 1961
Newton	$RX=exp(-k.t)$	Togrue; Pchlihan, 2002
Page	$RX=exp(-k.tn)$	Page, 1949
Aproximação por difusão	$RX=a.exp(-k.t)+(1-a)exp(k.b.t)$	Côrrea et al., 2010
Thompson	$RX=exp((-a-(a^2+4b.t)^{0.5})/2b)$	Erterkin; Yaldiz, 2004

RX - razão de teor de água (adimensional); t: tempo (min); a, b, k e n - parâmetros dos modelos.
Fonte: Autoria própria.

Os critérios utilizados para determinação do melhor ajuste das equações aos dados experimentais foi o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM), calculado pela equação abaixo:

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum (RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}}$$

Onde:

DQM - desvio quadrático médio;

RX_{exp} - razão de teor de água experimental;

RX_{pre} - razão de teor de água predito;

N- número de dados experimentais

Secagem para Obtenção do Produto Farináceo

Com os dados fornecidos pelas cinéticas de secagens, foi escolhido o tempo e a temperatura de secagem em estufa de circulação de ar.

Foi utilizado um FMO doméstico da marca Electrolux, modelo MEF 28, com tensão de alimentação de 220 V, capacidade de 18 L, potência máxima 700 W e frequência de 2450 MHz. Para esse tipo de secagem, foram realizados testes preliminares com intuito de fixar parâmetros operacionais, e também determinar a massa inicial de amostra a ser utilizada na preparação da farinha. Com base nos resultados dos testes preliminares foi estabelecida uma rampa de aquecimento e a potência do forno a ser utilizada.

Após secagem, o material obtido no processo passou pela etapa de processamento da farinha que consistiu em: trituração em moinho de facas, tamisação e finalizando com o acondicionamento a vácuo em sacos plásticos e armazenamento a temperatura ambiente, por curto período de tempo. Em seguida submetida às análises físicas e químicas para posteriormente utilização na formulação de produtos alimentícios.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se os valores dos parâmetros dos modelos de Henderson e Pabis, Newton, Page, aproximação da difusão e Thompson, os coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM), ajustados as curvas de cinética de secagem em estufa nas temperaturas de 40, 50 e 60°C.

Tabela 2 - Parâmetros de ajuste dos modelos das curvas de cinética de secagem da de resíduo de frutas as temperaturas de 40, 50 e 60°C.

Modelos	T(°C)	Parâmetros				R^2	DQM
		a	b	k	n		
Handerson e Pabis	40	1,0453	-	0,0034	-	0,982	0,072
	50	1,0623	-	0,0058	-	0,992	0,049
	60	1,0480	-	0,0066	-	0,993	0,046
Newton	40	-	-	0,0033	-	0,980	0,077
	50	-	-	0,0054	-	0,988	0,061
	60	-	-	0,0061	-	0,990	0,054
Page	40	-	-	0,0004	1,3651	0,993	0,044
	50	-	-	0,0005	1,4189	0,998	0,021
	60	-	-	0,0010	1,3360	0,997	0,025
Aproximação da difusão	40	-124,045	0,9924	0,0067	-	0,992	0,044
	50	-229,144	0,9961	0,0108	-	0,998	0,025
	60	-200,540	0,9961	0,0116	-	0,997	0,026
Thompson	40	-6028,16	4,4637	-	-	0,980	0,077
	50	-5199,58	5,3103	-	-	0,988	0,061
	60	-5674,93	5,9260	-	-	0,990	0,054

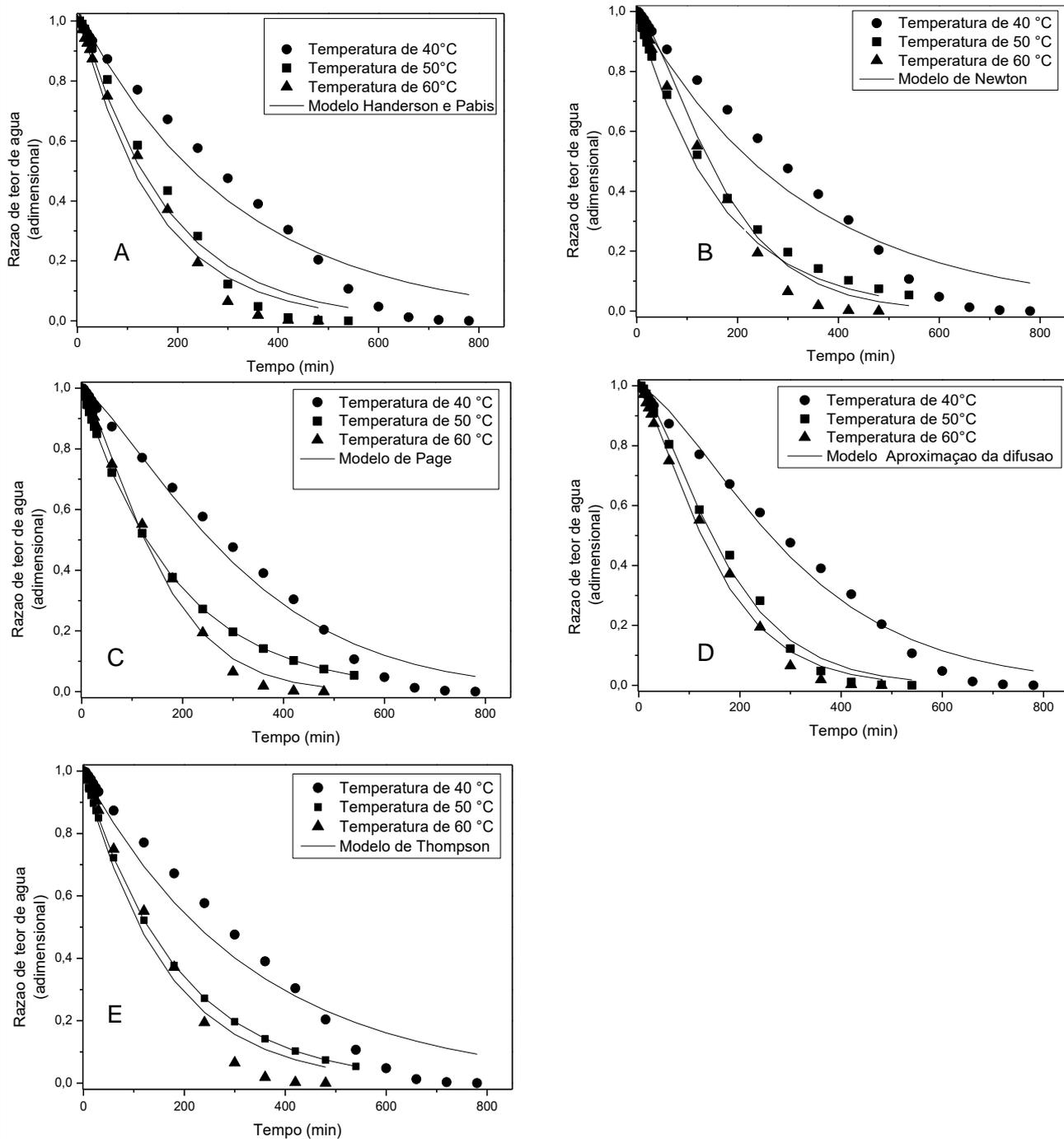
Fonte: Autoria própria.

Verifica-se, de acordo com a Tabela 2, que todos os modelos matemáticos apresentaram bons ajustes aos dados experimentais da cinética de secagem, por exibirem R^2 superior a 98 % e DQM inferior a 0,0774. Entretanto, o modelo de Page foi o mais indicado para representar o estudo de secagem do resíduo de frutas. Esse modelo é o mais recomendado pela sua simplicidade de aplicação e no número de coeficientes. Segundo Côrrea et al. (2007), é o modelo mais recomendado e aplicado para predizer o processo de secagem de diversos produtos agrícolas. O modelo de Page apresentou R^2 superior a 99,0 % e valores de DQM inferiores a 0,4424, apresentando resultado satisfatório para estudo de secagem.

O parâmetro k , do modelo de Page, que representa a constante da taxa de secagem, aumentou com o aumento da temperatura. Côrrea et al. (2007), ressaltam que esse parâmetro tende a aumentar com a elevação da temperatura do ar de secagem.

Nas Figuras 1 (A, B, C, D e E), estão apresentadas as curvas de secagem em estufa de circulação de ar do resíduo de frutas para as temperaturas 40, 50 e 60 °C, para os diferentes modelos aplicados.

Figura 1 - Cinética de secagem do resíduo de frutas em diferentes temperaturas de secagem por distintos métodos matemáticos.



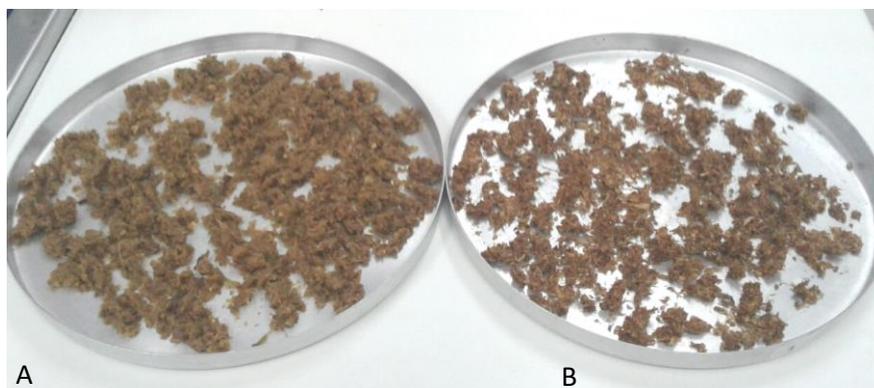
Fonte: Autoria própria.

Na Figura 1C, observa-se que a curva gerada a partir do modelo matemático de Page aproxima-se bem dos pontos experimentais. Resultado semelhante foi observado por Barros et al. (2020) quando estudaram a modelagem matemática da cinética de secagem de cascas do kimo (*Cucumis metuliferus*) e verificaram que os modelos de Page e Aproximação da difusão

apresentaram ajustes satisfatórios. Santos et al. (2020) também observaram que dentre os onze modelos matemáticos testados, o modelo de Page apresentou excelentes ajustes, e foi considerado pelos autores o melhor devido a simplicidade de sua equação que descreveu de forma satisfatória a secagem de cascas da toranja (*Citrus paradisi Macf.*).

A secagem do resíduo em estufa foi realizada a temperatura 60 °C, sendo essa temperatura escolhida com base na cinética de secagem. O procedimento ocorreu durante 8 h de secagem, e o resíduo foi colocado em bandejas e submetido à secagem, apresentando uma elevada redução de água e ao final da secagem uma mesma coloração, como observado na Figura 2.

Figura 2 - Resíduos *in natura* (A) e desidratado em estufa (B).

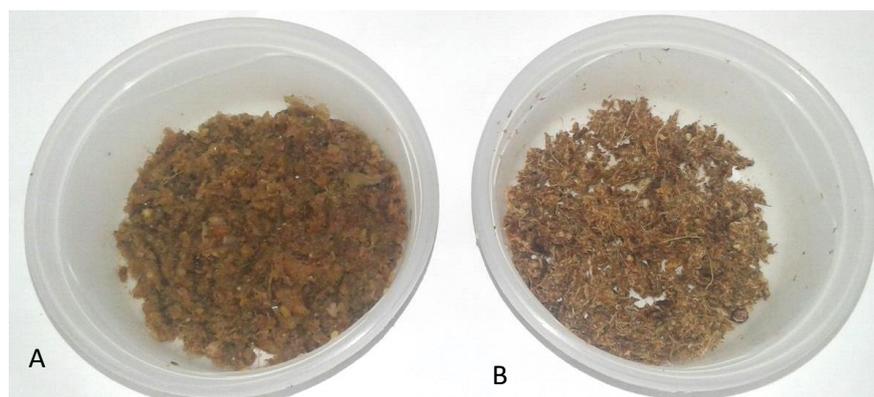


Fonte: Autoria própria.

A metodologia usada no trabalho pode ser comparada com outros trabalhos de secagem de frutas. Souza (2017) realizou pesquisa semelhante, e estudou a secagem de casca de jaca a 60 °C, por 7 h. Ferreira (2010) realizou estudos de cinética de secagem da casca do maracujá amarelo com temperaturas de 60, 70 e 80 °C, e observou que a secagem à 60 °C ocorreu durante 10 h e proporcionou o produto com melhor qualidade organoléptica. Silva (2020) estudou a secagem de maxixe em estufa e FMO, obtendo bons resultados com os tempos de 13 h a 60°C para estufa e 29 min, na potência de 50% para FMO.

O processo de secagem em FMO se deu a partir da determinação de uma rampa de aquecimento, levando em consideração a aparência final do produto. As amostras foram colocadas em um recipiente de plástico e submetidas às micro-ondas para secagem. A rampa adotada para secagem foi estabelecida por 3 ciclos de 6 min, a uma potência de 50 % utilizando 50 g de amostra, totalizando 18 min de secagem. A secagem apresentou um produto final com boa aparência, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Resíduo de frutas *in natura* (A) e desidratado em FMO (B).



Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 3, encontram-se os valores dos resultados das análises físicas e químicas dos resíduos *in natura* e das farinhas obtidas. Para os resíduos *in natura*, foi percebido um elevado teor de água nas amostras, chegando a 86,33 %, onde essa alta concentração pode ser confirmada com os resultados da atividade de água, que alcançou o valor de 0,99.

Tabela 3 - Análises físicas e químicas do resíduo *in natura* e da farinha obtida em estufa e FMO.

Análises	<i>In Natura</i>	Estufa	FMO
Teor de Água (%)	86,33 ± 0,13	8,82 ± 0,43	14,01 ± 0,16
Atividade de Água (%)	0,99 ± 0,00	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,00
pH	4,15 ± 0,06	4,13 ± 0,01	4,12 ± 0,006
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	10,0 ± 0,51	12,0 ± 0,35	11,0 ± 0,48
Resíduo Mineral fixo (%)	1,63 ± 0,72	4,51 ± 0,32	3,31 ± 0,54
Proteína Bruta (%)	1,54 ± 0,15	6,05 ± 0,00	5,24 ± 0,15

Fonte: Autoria própria.

Os valores de teor de água apresentados pelos resíduos neste trabalho podem ser comparados com os valores encontrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Lima, 2006), para a maioria das frutas que formam o resíduo, como a goiaba, manga, graviola, e maracujá que apresentam valores de teor de água de 85, 86,5, 82,2 e 82,9 %, respectivamente.

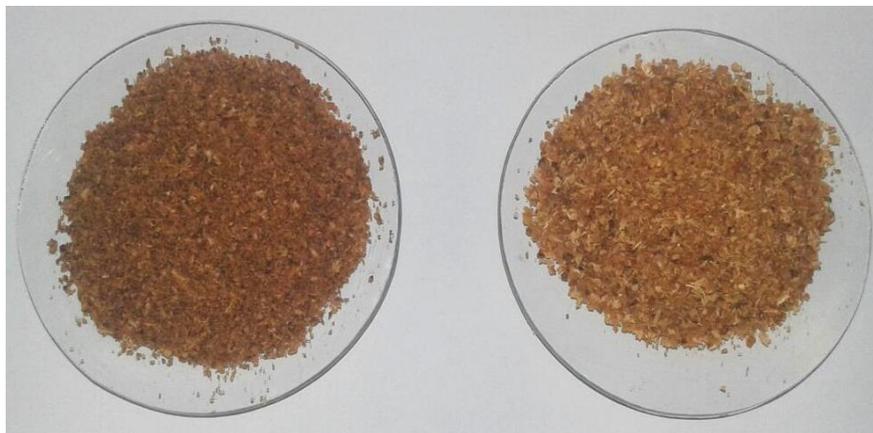
Ainda na Tabela 3, também pode-se observar um baixo valor de teor de água para as farinhas, demonstrando bons resultados de perda de água através dos processos de secagem

utilizados, passando de um valor inicial de TA de 86,33 % *in natura* para 8,82 e 14,01 % para as farinhas obtidas em estufa e FMO, respectivamente. A ANVISA estabelece segundo a portaria 354/1996, que o teor de água das farinhas não deve ultrapassar a 15 %. Essas baixas concentrações podem também ser confirmadas com os valores da atividade de água detectados, que foram de 0,53 para ambas as farinhas, sendo assim, as secagens produziram farinhas com teores de água dentro dos padrões estabelecidos (Brasil, 2005).

Podemos destacar os valores de pH de 4,13 para farinha em estufa e 4,12 em FMO. Sendo o valor de pH abaixo de 4,5 (valor que delimita o desenvolvimento de micro-organismos), considera-se a farinha de resíduos ácida e, assim, de difícil proliferação microbiana (Aquino, 2010); com isso, a conservação do valor de pH ao longo do processo de secagem demonstra que o produto não sofreu contaminação por micro-organismos.

O valor de sólidos solúveis totais, resíduo mineral fixo e proteína bruta das farinhas, foram superiores aos valores do resíduo *in natura*, onde pode-se justificar pelo fato da farinha apresentar um teor de água muito baixo em relação a amostra *in natura*, concentrando suas características. Onde podemos destacar os valores de proteína que passaram de 1,54% *in natura* para 6,05 e 5,24, para as farinhas de estufa e FMO respectivamente.

Figura 4 - Produto farináceo obtido a partir de resíduos de frutas. A) em estufa e B) em FMO.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 4 (A e B) ilustra as amostras dos produtos farináceos obtidos em estufa e FMO, respectivamente, já processados em moinho apresentando coloração e cheiro característicos.

4. Considerações Finais

A elaboração do produto farináceo em estufa ocorreu a temperatura de 60 °C por 8 h e apresentou um TA final de 8,82 %. A rampa de aquecimento utilizada para obtenção da farinha em FMO foi constituída de 3 ciclos de 6 min, totalizando 18 min de secagem apresentando ao final 14,01 % de TA.

Os dois processos de secagem estudados obtiveram resultados plausíveis, porém, a secagem em FMO foi considerada como a melhor, pois o equipamento é mais acessível e a secagem ocorreu de uma forma muito mais direta e rápida.

Tecnologias alternativas para fabricação de produtos farináceos a partir de resíduos agroindustriais, podem ser mais exploradas com estudos futuros de análise sensorial de formulações e de produtos alimentícios elaborados com as farinhas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq (PIBIC/CNPq-UFCG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

Referências

Andrade, S. A. C., Metri, J. C., Barros Neto, B. D., Guerra, N. B. (2003). Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, 23 (2), 276-281.

Andreola, K. (2013). Secagem de cenoura (*Daucus carota* L.) assistida por micro-ondas. Dissertação (mestrado), 165 p. UNICAMP, Faculdade de Engenharia química. Campinas-SP.

Araújo, F. H. O., Miranda, I. O., Santos, M. V. S., Oliveira, L. C., Santos, J. C. (2016). Avaliação da aplicabilidade de farinha de sabugo de milho no enriquecimento de produtos alimentícios. *Nutrição Brasil*, 15 (1), 22-29.

Aquino, A. C. M. D. S., Mões, R. S., Leão, K. M. M., Figueiredo, A. V. D., & Castro, A. A. (2010). Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados

com farinha de resíduos de acerola. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 69(3), 379-386.

Barros, S. L., Câmara, G. B., Leite, D. D. de F., Santos, N. C., Santos, F. S. dos, Soares, T. da C., Lima, A. R. N., Soares, T. da C., Oliveira, M. N., Vasconcelos, U. A. A., Albuquerque, A. P., & Queiroz, A. J. de M. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem de cascas do kino (*Cucumis metuliferus*). *Research, Society and Development*, 9(1), e60911608. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1608>

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Resolução RDC N ° 12, DE 30/03/1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos -CNNPA. Estabelece normas técnicas especiais relativas a alimentos (e bebidas).

Brasil. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico Para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos”. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), p. 6.

Carvalho, R. V. (2000). Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização textuométrica e microestrutural. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), 89 p. UFLA, Lavras-MG.

Corrêa, P. C., Resende, O., Martinazzo, A. P., Goneli, A. L., Botelho, F. M. (2007). Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Engenharia Agrícola*, 27 (2), 501-510.

Corrêa, P. C., Oliveira, G. H. H., Botelho, F. M., Goneli, A. L. D., Carvalho, F. M. (2010). Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arábica* L.) durante o processo de secagem. *Revista Ceres*, 57 (5), 595-601.

Engel, B., Baccar, N. M., Marquardt; L., Oliveira, M. S. R., Rohlfes, A. L. B. (2016). Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. *Revista Jovens Pesquisadores*, 6 (1), 31-44.

Ertekin, C., & Yaldiz, O. (2004). Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, 63 (3), 349-359.

Ferreira, M. F. P., & Pena, R. S. (2010). Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 12, (1), 15-28.

Guiné, R. P. F., Pinho, S., & Barroca, M. J. (2011). Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food and Bioproducts Processing*, 89, 422-428.

Gusmão, R. P. (2011). Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da arinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). Dissertação (mestrado) [s.l.] UFPB.

Henderson, S. M., & Pabis, S. (1961). Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6 (3), 169-174.

Instituto Adolfo Lutz (IAL). (2008). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4ª Ed., Digital, São Paulo.

Leite, D. D. F., Pereira, E. M., Albuquerque, A. P., Mendes, F. A., Alexandre, H. V. (2016). Avaliação da cinética de secagem da carambola em secador convectivo. *Revista Verde*, 11 (2), 1-4.

Lima, Dag M. (2006). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-TACO. NEPA-UNICAMP,

Nascimento Filho, W. B., Franco, C. R. (2015). Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química*, 7 (6), 1968-1987.

Oliveira, A. P. D. (2018). Resíduos da indústria de alimentos para elaboração de farinhas: uma estratégia para aproveitamento. Monografia (Graduação Tecnologia de Alimentos).

Page, G. E. (1949). Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layer. Thesis (Master of Science) - Purdue University.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*, Santa Maria: UAB/NTE/UFSM.

Santos, N. C., Leite, D. D. de F., Câmara, G. B., Barros, S. L., Santos, F. S. dos, Soares, T. da C., Lima, A. R. N., Soares, T. da C., Albuquerque, A. P., Oliveira, M. N., Vasconcelos, U. A. A., & Queiroz, A. J. de M. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem de cascas da toranja (*Citrus paradisi* Macf.). *Research, Society and Development*, 9(1), e61911609. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1609>

Silva, A. P. F., Sousa, A. P. M., Macedo, A. D. B., Dantas, D. L., Oliveira, J. A. M., Almeida, A. F., Santana, R.A.C., Campos, A. R. N. (2020). Obtenção de farinha do fruto do maxixe (*Cucumis anguria* L.) por diferentes métodos de secagem. *Brazilian Journal of Development*, 6 (7), 50983-51000.

Silva, e. S., Oliveira, J., Machado, A. V., & Costa, R. O. (2015). Secagem de grãos e frutas: revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 5 (1), 19-23.

Sousa, A. P. (2017). Utilização de resíduos de jaca no desenvolvimento de novos produtos. Dissertação (Mestrado em Ciências naturais e Biotecnologia).

Tedesco, J. M., Bohnen, H., & Volkweiss, S. J. (1995). Análise de solo, plantas e outros materiais. UFRGS, Porto Alegre-RS.

Togrul, I. T., & Pchlivan, D. (2002). Mathematical modelling of solar drying of apricots in thinlayers. *Journal of Food Engineering*, 40 (3), 219–226.

Ugaldel, F. Z., Nespolo, C. R. (2015). Desperdício de Alimentos no Brasil. *SB Rural*, 154 (7).

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Aline Priscila de França Silva – 50%

Ana Paula Moisés de Sousa – 10%

Antonio Daniel Buriti de Macedo – 10 %

Danilo Lima Dantas – 6%

Arthur Filgueira de Almeida – 6%

Renato Alexandre Costa de Santana – 6%

Ana Regina Nascimento Campos – 12%