

**Aplicação de processos combinados osmótico e secagem em *air fryer* em berinjelas
condimentadas com hibisco**

**Application of combined osmotic and *air fryer* drying processes in hibiscus spiced
eggplants**

**Aplicación de procesos combinados osmóticos y secado por *air fryer* en berenjenas
sazonadas con hibisco**

Recebido: 28/11/2019 | Revisado: 29/11/2019 | Aceito: 01/12/2019 | Publicado: 17/12/2019

Shênia Santos Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7414-1151>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: shenia-monteiro@hotmail.com

Shirley Santos Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4977-8388>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: shirley_pinto_monteiro@hotmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Sâmela Leal Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2047-4636>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: samelaleal7@gmail.com

Oziel Nunes da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5954-4948>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: oziel_nunes@hotmail.com

Laesio Pereira Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-0807>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: laesiopm@gmail.com

Josivanda Palmeira Gomes

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da incorporação da solução obtida com hibisco, sacarose e cloreto de sódio no processo de desidratação osmótica e estudo da cinética de secagem em *Air fryer* nas características físicas e físico-químicas. A berinjela foi cortada em cubos medindo $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm e foram submetidos ao processo de desidratação osmótica em solução hipertônica com infusão de hibisco, durante 30 minutos na temperatura de 25 ± 2 °C, após esta etapa foi determinado o percentual de perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS). O estudo da cinética de secagem foi realizado em um equipamento doméstico *Air fryer* nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C e velocidade de ar do próprio equipamento (não ajustável) e modelos matemáticos empíricos foram ajustados aos dados experimentais. Os cubos de berinjelas *in natura* e após o processo de secagem nas temperaturas indicadas anteriormente foram caracterizada quanto aos seguintes parâmetros: pH, acidez total titulável (ATT), teor de água, sólidos totais, sólidos solúveis totais (SST), *ratio* (SST/ATT) e cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h°). O processo de desidratação osmótica ocasionou uma redução do teor de água inicial da fruta e um ganho de sólidos de 16,34%. Com relação a cinética de secagem o modelo de Page foi o que apresentou os maiores coeficientes de determinação (R^2) e os menores valores da função qui-quadrado em todas as temperaturas analisadas; o aumento da temperatura de secagem proporcionou maior diferença de cor, indicando eficiência no processo de impregnação da infusão de hibisco na berinjela. Portanto, a temperatura de 90 °C é a mais indicada para a secagem dos cubos de berinjela, uma vez que apresentou o menor teor de água e boas características físicas e físico-químicas.

Palavras-chave: Desidratação; Fruto agroecológico; Processamento vegetal.

Abstract

The present work aims to evaluate the influence of the incorporation of the solution obtained with hibiscus, sucrose and sodium chloride in the osmotic dehydration process and the study of Air fryer drying kinetics in the physical and physicochemical characteristics. The eggplant was cut into cubes measuring $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ cm and underwent osmotic dehydration in a hypertonic solution infused with hibiscus for 30 minutes at 25 ± 2 °C after this step. the percentage of water loss (PA) and solids gain (GS) was determined. The study of drying

kinetics was performed in an Air fryer household equipment at temperatures of 70, 80 and 90 ° C and the air velocity of the equipment itself (not adjustable) and empirical mathematical models were adjusted to the experimental data. Fresh eggplant cubes and after drying at the temperatures indicated above were characterized as to the following parameters: pH, total titratable acidity (ATT), water content, total solids, total soluble solids (SST), ratio (SST/ATT) and color (L^* , a^* , b^* , C^* and h°). The osmotic dehydration process caused a reduction in the initial water content of the fruit and a solids gain of 16.34%. Regarding the drying kinetics, the Page model presented the highest coefficients of determination (R^2) and the lowest values of chi-square function at all temperatures analyzed; The increase in drying temperature provided greater color difference, indicating efficiency in the process of impregnating the eggplant hibiscus infusion. Therefore, the temperature of 90 ° C is the most suitable for drying eggplant cubes, as it presented the lowest water content and good physical and physicochemical characteristics.

Keywords: Dehydration; Agroecological fruits; Vegetable processing.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de la solución de hibisco, sacarosa y cloruro de sodio en el proceso de deshidratación osmótica y el estudio de la cinética de secado de las air fryer sobre las características físicas y físico-químicas. La berenjena se cortó en cubos de $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm y se sometió al proceso de deshidratación osmótica en solución hipertónica con infusión de hibisco durante 30 minutos a una temperatura de 25 ± 2 °C, tras lo cual se determinó el porcentaje de pérdida de agua (BP) y de ganancia de sólidos (GS). El estudio de la cinética de secado se realizó en un equipo air fryer doméstico a temperaturas de 70, 80 y 90 °C y la velocidad del aire del propio equipo (no ajustable) y los modelos matemáticos empíricos se ajustaron a los datos experimentales. Los cubos de berenjena in natura y después del proceso de secado a las temperaturas indicadas anteriormente se caracterizaron por los siguientes parámetros: pH, acidez total titulable (THA), contenido de agua, sólidos totales, sólidos solubles totales (TSS), ratio (TSS/ATT) y color (L^* , a^* , b^* , C^* y h°). El proceso de deshidratación osmótica provocó una reducción en el contenido inicial de agua del fruto y una ganancia de sólidos del 16,34%. En cuanto a la cinética de secado, el modelo de Page presentó los coeficientes de determinación más altos (R^2) y los valores más bajos de la función chi-cuadrado en todas las temperaturas analizadas; el aumento de la temperatura de secado proporcionó una mayor diferencia de color, indicando la eficiencia en el proceso de impregnación de la infusión de hibisco en la berenjena. Por lo

tanto, la temperatura de 90 °C es la más indicada para el secado de los cubos de berinjena, ya que es la más baja en contenido de agua y tiene buenas características físicas y químicas.

Palabras clave: Deshidratación; Fruto agroecológico; Procesamiento de vegetales.

1. Introdução

Atualmente, percebe-se o aumento na incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) como obesidade, hipertensão arterial sistêmica, osteoporose, diabetes mellitus e câncer. Em decorrência deste fato, houve um crescimento com relação a preocupação com a qualidade da alimentação, provocando uma mudança nos hábitos alimentares da população. Neste sentido, objetiva-se através da alimentação não somente satisfazer as necessidades nutricionais básicas, mas também a ingestão de alimentos que proporcionam melhorias na qualidade de vida e inibição de enfermidades. Portanto, o mercado voltado para a alimentação saudável tornou-se extremamente rentável, pois seus produtos possuem elevado valor agregado e um marketing agressivo na busca pelo consumo funcional (Silva et al., 2016a).

A berinjela (*Solanum melongena L.*) é um vegetal proveniente da Índia, que é utilizado na alimentação humana em diversos países do mundo, devido ao seu elevado valor nutricional. Este vegetal, possui em sua composição nutrientes como proteínas, fibras, sais minerais, vitaminas, saponinas, compostos fenólicos, flavonóides e glicoalcalóides. Seu consumo é associado a diversos benefícios a saúde humana, como atividade antioxidante e redução das concentrações séricas de colesterol total e de insulina, proporcionando assim efeito inibidor para doenças cardiovasculares e carcinomas (Silva et al., 2016b).

O consumo de berinjela pode ocorrer nas suas variadas formas, como produto *in natura*, desidratado, cozido, em conserva, frito ou utilizado como matéria-prima em outras preparações culinárias. Como a tendência atual é a produção de alimentos saudáveis, com baixo valor calórico e teor de gorduras reduzido, a secagem e a desidratação osmótica apresentam-se como excelentes alternativas para o processamento de berinjela (Caetano et al., 2017).

Através do processamento obtém-se o desenvolvimento de novos produtos, com elevado valor agregado e praticidade na ingestão. Além disso, o processo de secagem é uma das técnicas de conservação mais utilizadas no mundo, proporciona o aumento da vida de prateleira dos alimentos através da redução do teor de umidade e de atividade de água, inviabilizando assim o desenvolvimento de microrganismos (Santos et al., 2015).

A desidratção osmótica é considerada como sendo um pré-tratamento para o processo de secagem convectiva, pois proporciona a redução parcial do teor de umidade do produto. Além de facilitar o processo de transferência de massa através da modificação da estrutura das frutas e vegetais, este processo possibilita também a inibição do escurecimento enzimático e oxidativo, retenção da cor natural e ao utilizar a sacarose como agente osmótico proporciona-se sabor mais doce ao produto quando comparado ao convencionalmente seco (Castro et al., 2014).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da incorporação da solução obtida com hibisco, sacarose e cloreto de sódio no processo de desidratção osmótica e estudo da cinética de secagem em *Air fryer* nas características físicas e físico-químicas.

2. Metodologia

Para realização dos experimentos, foram utilizadas berinjelas (*Solanum melongena* L.) da produção agroecológica, de produtores do município de Solânea, Paraíba, Brasil. E folhas de hibisco (*Hibiscus syriacus* L.) adquiridas no comércio local do mesmo município. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita da Universidade Federal da Paraíba, campus Bananeiras, Paraíba, onde foi realizado a seleção, de acordo com o tamanho, estágio de maturação e danos mecânicos. Os frutos foram lavados em água corrente para remoção de sujidades oriundas do campo e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm durante 15 minutos. Os frutos higienizados foram cortados com auxílio de um utensilio doméstico de aço inoxidável, obtendo amostras em cubos medindo $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ cm.

Desidratção osmótica

Para o preparo da solução, inicialmente uma infusão com 2% de hibisco em temperatura de 80 °C por 20 minutos foi realizada, em seguida foi adicionado 30% de sacarose e 10% de cloreto de sódio. Após estas etapas, os cubos de berinjelas foram submetidos ao processo de desidratção osmótica nesta solução hipertônica contendo hibisco, durante 30 minutos na temperatura de 25 ± 2 °C.

Após o processo de desidratção osmótica, os cubos de berinjelas foram drenados e colocados em papel absorvente para remoção do excesso de solução. Foi determinado o percentual de perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS), segundo as Equações 1 e 2

(Kaymak- Ertekin & Sultanoglu, 2000).

$$PA (\%) = \left[\frac{(M_0 X_0^W - M_t X_t^W)}{M_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$GS (\%) = \left[\frac{(M_t X_t^{ts} - M_0 X_0^{ts})}{M_0} \right] \times 100 \quad (2)$$

onde: M_0 = Peso inicial da amostra (g); M_t = Peso da amostra após desidratação osmótica (g); X_0^W = Umidade inicial em base úmida da amostra (g de água/g de amostra); X_t^W = Umidade em base úmida da amostra após desidratação osmótica (g de água/g de amostra); X_0^{ts} = Conteúdo de sólidos inicial da amostra (g de sólidos/g de amostra); X_t^{ts} = Conteúdo de sólidos da amostra após desidratação osmótica (g de sólidos/g de amostra).

Cinética de secagem

O estudo cinético foi realizado em um equipamento doméstico *Air fryer* nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C e velocidade de ar do próprio equipamento (não ajustável). Após a desidratação osmótica os cubos de berinjelas adicionados de hibisco foram dispostos na bandeja do equipamento, formando uma camada uniforme. Foram feitas pesagens em balança semi-analítica até peso constante. Com os dados experimentais obtidos, foi calculado a razão de água de acordo com a Equação 3.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (3)$$

em que: RX = Razão de água; X = Conteúdo de água; X_0 = Conteúdo de água inicial; X_e = Conteúdo de água de equilíbrio.

Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais da cinética de secagem, realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quase-Newton, através do programa computacional STATISTICA 7,0[®]. Os modelos matemáticos ajustados, encontram-se na Tabela 1.

Modelo	Equação	Referências
--------	---------	-------------

Page	$RX = \exp(-at^b)$	Page (1949)
Silva et al.	$RX = \exp(-at-bt^{0,5})$	Silva et al. (2014)
Henderson e Pabis	$RX = a \cdot \exp(-bt)$	Henderson e Pabis (1961)

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados no ajuste dos dados experimentais.

Os critérios estatísticos utilizados para identificar o melhor ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação (R^2) e a função qui-quadrado (χ^2), conforme Equação 4.

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (RX_{exp,i} - RX_{pre,i})^2}{N-n} \quad (4)$$

Onde: χ^2 = É a função qui-quadrado; $RX_{exp,i}$ = Razão de umidade experimental; $RX_{pre,i}$ = Razão de umidade prevista pelo modelo; N = Número de dados experimentais; n = número de coeficientes do modelo.

Caracterizações físicas e físico-químicas

Os cubos de berinjelas *in natura* e após o processo de secagem nas temperaturas indicadas anteriormente foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros: pH, acidez total titulável (ATT), teor de água, sólidos totais, sólidos solúveis totais (SST), *ratio* (SST/ATT) de acordo com as metodologias propostas Brasil (2008). Os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h°) foram analisados em Colorímetro Delta Color (Delta Vista d.0) do tipo refletância, o qual foi previamente calibrado, com fonte de iluminação de D65 e ângulo de observação de 10° .

Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade e as respostas qualitativas significativas foram submetidas ao teste de Tukey adotando-se o mesmo nível de 5% de significância. Para o desenvolvimento das análises estatísticas foi utilizado o software Assistat 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

2. Resultados

As características físico-químicas e os parâmetros de cor, da berinjela *in natura* estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros analisadas na berinjela *in natura*.

Parâmetros	Berinjela <i>in natura</i>
pH	4,41 ± 0,09
Acidez Total Titulável (% de ácido cítrico)	1,45 ± 0,04
Teor de água (%)	93,74 ± 0,15
Sólidos Totais (%)	6,26 ± 0,15
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	4,09 ± 0,23
Ratio (SST/ATT)	28,32 ± 0,87
L*	67,39 ± 1,05
a*	3,47 ± 0,16
b*	22,56 ± 0,41
C*	22,08 ± 0,96
h°	80,64 ± 0,44

Fonte: Própria (2019).

O valor médio do pH e acidez, estão em concordância com valores considerados ideais para o produto analisado, caracterizando-o como fruto ácido. Valores semelhantes foram encontrados por Osidacz & Ambrosio (2013), ao analisar a berinjela fresca. Segundo Nascimento et al. (2013), essa característica ajuda na conservação pós-colheita. No entanto, o alto teor de água, é uma característica crítica quando relacionado a conservação pós-colheita do fruto. Junqueira et al. (2018) relatou teor de água similar ao apresentado neste estudo, cujo valor para a berinjela fresca foi de 93,1%, evidenciando esta característica como fator limitante na vida útil do produto fresco.

O conteúdo de sólidos solúveis totais encontrado neste estudo para a berinjela *in natura* foi próximo ao relatado por Osidacz e Ambrosio (2013), que relatou sólidos solúveis totais de 4,0 °Brix para a berinjela fresca. Resultados semelhantes também foram apresentados por Souza et al. (2009), cujos valores médios foram de 4,0 a 4,2 °Brix, no estudo da conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC.

O parâmetro Ratio para a berinjela *in natura* apresentou valor médio de 28,32. Este

parâmetro é importante, pois indica o grau de doçura. Já em relação aos parâmetros de cor da polpa da berinjela, constatou-se uma luminosidade claridade L^* de 67,39 resultado do aspecto de claro da polpa. Ferrão et al. (2019), relatou valores de L^* para berinjela fresca superior a 80,00. Estudos conduzidos por Oliveira et al. (2018) obteve 65,8 referente ao parâmetro L^* ao avaliar a farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia.

Para o parâmetro a^* apresentou-se valor médio de 3,47 da polpa de berinjela fresca. Oliveira et al. (2018) trabalhou com farinha de arroz e berinjela e encontrou valor de 5,66 para a^* , valor este maior que o observado neste trabalho. Já com relação ao parâmetro de cor b^* , a polpa da berinjela *in natura* apresentou tons de amarelos (22, 56), podendo esse comportamento ser em decorrência da variação entre frutos e diminuição do teor de água (Oliveira et al., 2016).

A berinjela *in natura* apresentou valor médio de C^* e h° de 22,08 e $80,64^\circ$, respectivamente. O h° descreve a tonalidade da cor e a expressão em graus, quanto mais próximo do zero maior a tendência ao vermelho puro, 90° corresponde ao amarelo puro, 180° ao verde puro e 270° ao azul puro (Oliveira, 2016). O C^* descreve o brilho da cor, ou seja, a saturação. Quanto mais alto valor do croma mais viva é a cor observada (Pathare et al., 2013). Deste modo, os cubos de berinjela *in natura* possuem tom amarelado e pouco intensa.

Com relação à desidratação osmótica foi observado uma perda de água de 38,93% e ganho de sólidos de 16,34%, mostrando que a alta concentração de sólidos na solução osmótica culminou em maiores taxas de penetração de sólidos na berinjela. No entanto, o ganho de sólidos pode ter influenciado a eficiência do processo secagem complementar, uma vez que, foi observado a formação de uma fina película na superfície dos cubos de berinjela, devido a composição da solução osmótica constituída em maior fração de sacarose, podendo haver a cristalização desde na superfície da berinjela, quando submetido as temperaturas de secagem.

No estudo cinético, constatou-se que o maior tempo de secagem para que as amostras atingissem o peso constante foi para temperatura de mais baixa (70°C), com 260 minutos, obtendo um teor de água final de 40,01%. Comportamento similar a este foi relatado por El-Aouar et al. (2003), que observaram um teor de água final para cubos de mamão submetidos ao pré-tratamento osmótico próximo a 30%. Já Barragán et al. (2019), relatou teores de água final entre 10% e 12% para cubos de mamão pré-tratados com cálcio e desidratados osmoticamente. Valores estes, inferiores aos encontrados neste estudo, mesmo para as temperaturas de 80°C e 90°C , cujo tempo para atingir peso constante foi de 140 e 110 minutos, com teores de água final de 18,59 e 14,18%, respectivamente.

Para todas as temperaturas foi observado uma redução do teor de água inicial inferior a 80%, ideal para produtos desidratados, sendo a temperatura de 90 °C a que mais se aproximou deste percentual. Segundo El-Aouar et al. (2003), as taxas mais baixas de transferência de massa, podem ser atribuídas a cristalização da sacarose durante o processo de secagem, assim como, ao aumento da resistência ao fluxo de água causada pelo encolhimento dos cubos durante a secagem.

Na Tabela 3, encontra-se os parâmetros obtidos para os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais da secagem dos cubos de berinjela desidratados osmoticamente e incorporados de hibisco, nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C em *Air Fryer*.

Tabela 3 - Resultados obtidos pelo ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais.

Modelo	T (°C)	Parâmetros		R ²	X ² × 10 ⁻³
		<i>a</i>	<i>b</i>		
Page	70	0,000316	1,636537	0,99113	2,322808
	80	0,000408	1,848342	0,99619	0,957800
	90	0,003108	1,574050	0,99430	0,219070
Silva et al.	70	0,011580	-0,048313	0,97570	6,547454
	80	0,024745	-0,083173	0,98317	3,442807
	90	0,046530	-0,127776	0,98802	2,799122
Henderson e Pabis	70	1,096460	0,007857	0,96240	3,132501
	80	1,122429	0,015540	0,96545	2,456039
	90	1,132274	0,028020	0,96956	3,565729

Fonte: Própria (2019).

Observou-se que o parâmetro “*a*” das equações empíricas sofreu tendência de aumento com aumento da temperatura do ar de secagem. Fato este também observado por Santos et al. (2019a) ao realizarem a secagem de fatias de pêssego. Comportamento semelhante foi observado no presente estudo para o parâmetro “*b*” onde o mesmo teve aumento na medida em que se elevou a temperatura do ar de secagem. Santos et al. (2019b) ao realizarem a cinética de secagem de pimentões orgânicos amarelos também observaram tendência de aumento do parâmetro “*b*” com aumento da temperatura de secagem. Segundo Moreira et al. (2018) o parâmetro “*b*” é uma constante de proporcionalidade entre a taxa de secagem e a razão de umidade

Dentre os modelos matemáticos ajustados, foi visto que o modelo que apresentou

melhor ajuste aos dados experimentais foi o de Page, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 99% para todas as temperaturas analisadas, e baixos valores de qui-quadrado, indicando assim uma representação satisfatória do processo de secagem nas condições estudada (Figura 1A). Pois, segundo Silva et al. (2019) para um modelo adequar-se adequadamente aos dados experimentais, é essencial que além do R^2 ser maior que 0,99 o qui-quadrado (χ^2) deve ser o mais baixo possível. Os demais modelos analisados apresentaram bons coeficientes de determinação, porém inferiores aos encontrados para o modelo de Page, estando estes entre 98,80% e 96,24% para os modelos de Silva et al. na temperatura de 90 °C e Henderson e Pabis, na temperatura de 70 °C, respectivamente.

Na Figura 1, pode-se observar os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais da cinética de secagem dos cubos de berinjela condimentados com hibisco nas temperaturas de ar de secagem aplicadas.

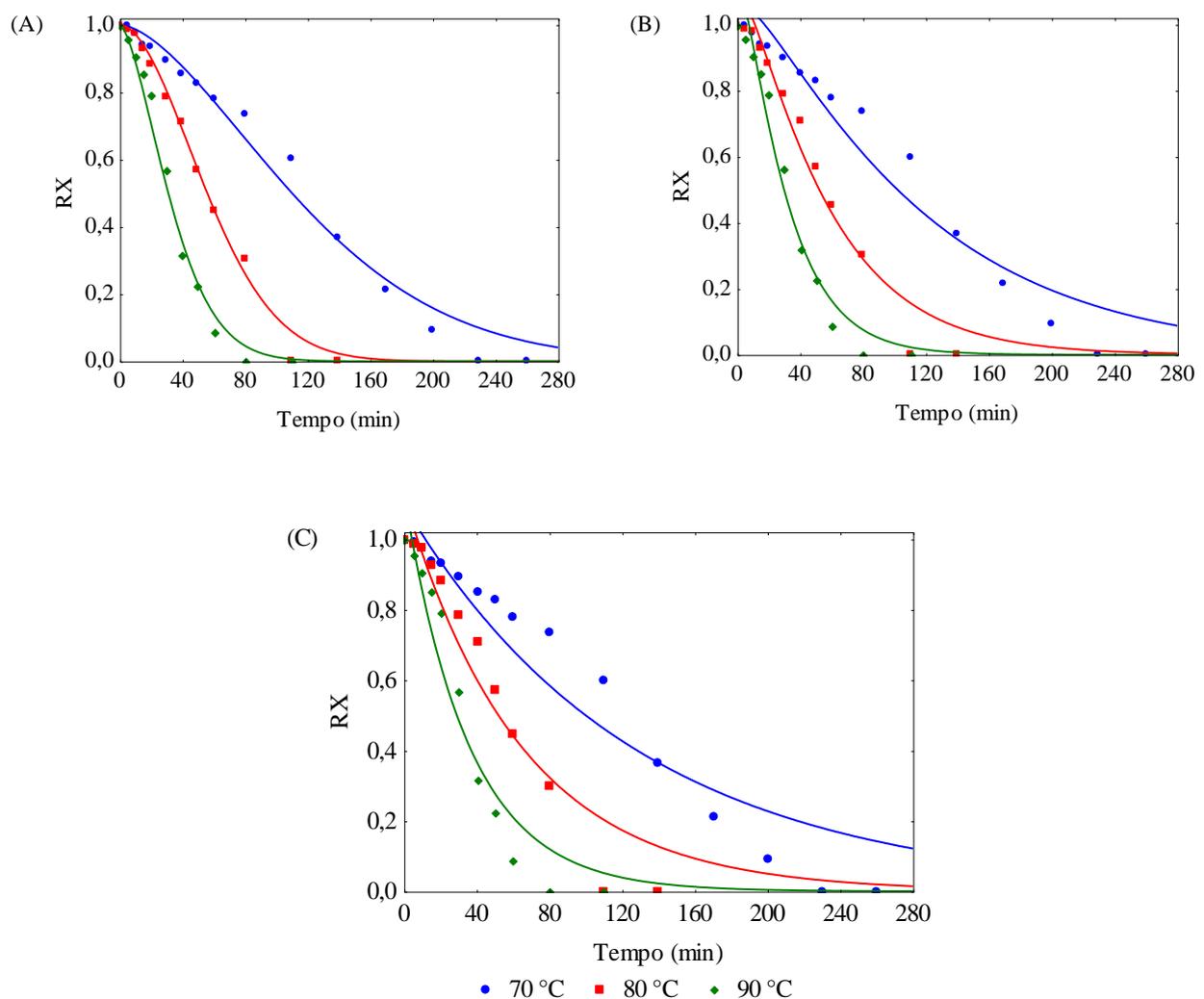


Figura 1 - Simulação da cinética de secagem da berinjela usando os modelos empíricos: (A)

Observa-se na Figura 1, que houve uma drástica redução no teor de água nos primeiros minutos da secagem para todas as temperaturas analisados, sendo mais acentuado para as temperaturas de 80 e 90 °C. Kaveh et al. (2017), atribuem esse comportamento ao fato de que a umidade da superfície evapora muito rapidamente devido aos altos coeficientes de transferência de calor e massa nos processos de secagem em camada fina, salientando que a taxa de secagem reduz exponencialmente quando toda a umidade da superfície evapora e a secagem se difunde para dentro do material.

A Tabela 4, apresenta as características físico-química e parâmetros de cor da berinjela, submetidas a secagem nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C.

Tabela 4 - Características físico-químicas e parâmetros de cor da berinjela após secagem em *Air Fryer*.

Parâmetros	Temperaturas		
	70 °C	80 °C	90 °C
pH	3,68 ± 0,02a	3,73 ± 0,09a	3,73 ± 0,14a
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	0,95 ± 0,02b	1,36 ± 0,14a	1,34 ± 0,15a
Teor de água (%)	40,01 ± 0,26a	18,59 ± 0,28b	14,18 ± 0,35c
Sólidos Totais (%)	59,99 ± 0,26c	81,41 ± 0,28b	85,82 ± 0,35a
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	5,40 ± 0,00c	7,33 ± 0,06a	7,43 ± 0,06a
<i>Ratio</i> (SST/ATT)	5,74 ± 0,12a	5,75 ± 0,14a	5,55 ± 0,88a
L*	24,37 ± 0,46b	31,82 ± 0,03a	32,37 ± 0,16a
a*	12,12 ± 0,46b	14,71 ± 0,84a	10,41 ± 0,12b
b*	4,83 ± 0,21b	4,68 ± 0,13b	8,19 ± 0,12a
C*	13,05 ± 0,50b	16,30 ± 1,11a	13,24 ± 0,17b
h°	21,88 ± 0,31b	22,08 ± 0,26b	38,16 ± 0,12a

Nota: As médias seguidas pela mesma letra não linhas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Própria (2019).

A variável pH não houve influência da temperatura de secagem para o potencial hidrogeniônico. Os valores de pH tiveram uma diminuição após a secagem em relação aos valores obtidos na polpa de berinjela *in natura*, está diminuição no pH deve-se o processo de desidratação. A acidez total titulável apresentou-se mais acentuada nas temperaturas de 80 e

90 °C, ao ser comparadas a temperatura de 70 °C da polpa de berinjela adicionada de infusão de hibisco (Tabela 4). Osidacz e Ambrosio (2012) obteve valor de 1,98% de acidez total titulável em berinjela *in natura*.

O menor teor de água foi proporcionado quando utilizado a temperatura de secagem de 90 °C em relação as temperaturas de 60 e 70 °C aplicado a polpa de berinjela adicionada de hibisco. Acerca dos sólidos totais, apresentou variação nos valores obtidos nas temperaturas de secagem. A temperatura de secagem de 90 °C preservou maior conteúdo de sólidos totais ao ser comparado as temperaturas de 60 e 70 °C (Tabela 4). Por tanto, a temperatura de secagem a 90 °C possibilitou menor teor de água, conseqüentemente maior acúmulo de sólidos totais na polpa de berinjela adicionadas infusão de hibisco.

Os sólidos solúveis totais aumentaram com a desidratação e o aumento da temperatura de secagem, o que já era esperado devido ao aumento da evaporação de água livre com o aquecimento e maior concentração se mateia seca. As temperaturas de 80 e 90 °C obtiveram maior teor de sólidos solúveis totais em relação a temperatura de 60 °C (Tabela 4). O aumento no teor de sólidos solúveis totais em berinjelas pode ter ocorrido devido ao aumento do metabolismo do amido que é hidrolisado em compostos de menor peso molecular como açúcares solúveis (Pinsetta Junior, 2018).

Com relação ao ratio não houve diferença estatística entre as temperaturas de secagem após a desidratação (Tabela 4). Segundo Lima et al. (2009), o ratio é utilizada como critério para avaliar o sabor do produto, sendo que o balanço entre as duas variáveis é que confere ao fruto o sabor característico, sendo mais ou menos atrativo. Portanto, quanto maior os valores obtidos dessa relação, mais doces serão os frutos.

Os valores do parâmetro L* da polpa de berinjela em função da infusão do hibisco e das temperaturas de secagem, apresentaram características que indica cor mais escura. Com o aumento da temperatura de secagem observou-se maiores valores de L*, a qual poder ser justificada pela adição do hibisco, ocasionado maior incremento do hibisco com a redução do teor de água para temperaturas (Oliveira et al., 2016). Demonstrando assim, que a temperatura de secagem 80 e 90 °C houve maior impregnação da infusão de hibisco na polpa de berinjela.

O parâmetro a*, observa-se que a polpa de berinjela que obteve maior valor de 14,71, na temperatura de 80 °C apresentando coloração tendenciada a cor vermelha. Já para o parâmetro b*, a temperatura de 90 °C diferiu das temperaturas de 60 e 70 °C. Nesta temperatura, a polpa de berinjela apresentou cor característica do hibisco. O valor médio de 16,30 para C* foi observado na temperatura de 80 °C, nas demais temperaturas os valores foram de 13,05 e 13,24 para as temperaturas de secagem de 60 e 90 °C, respectivamente.

Desse modo, a temperatura de 80 °C proporcionou maior brilho na cor observada em relação as demais temperaturas de secagem.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios do h° de cor em função da temperatura de secagem. Os valores médios de h° cresceram com o aumento da temperatura de secagem, sendo que a temperatura de 90 °C diferiu da temperatura de 70 e 80 °C, indicando uma mudança na coloração na polpa de berinjela.

4. Considerações finais

O processo de incorporação do hibisco nos cubos de berinjela através do processo de desidratação osmótica foi eficiente, uma vez que ocorreu uma boa redução do teor de água inicial da fruta e um ganho de sólidos de 16,34%. Da secagem realizada em *air fryer*, todos os modelos matemáticos analisados apresentaram bons ajuste aos dados experimentais, sendo que o modelo de Page foi o que apresentou os maiores coeficientes de determinação (R^2) e os menores valores da função qui-quadrado em todas as temperaturas analisadas.

O aumento da temperatura de secagem proporcionou maior diferença de cor, indicando eficiência no processo de impregnação da infusão de hibisco na berinjela. Sendo assim, diante das características apresentadas no produto final, a temperatura de 90 °C é a mais indicada para a secagem da polpa de berinjela, uma vez que apresentou o menor teor de água e boas características físicas e físico-químicas.

Diante dos resultados obtidos, novos trabalhos podem ser desenvolvidos, buscando avaliar as concentrações de hibisco e sacarose nas características sensoriais de lanches de berinjela. Assim como, a influência de diferentes técnicas de secagem na qualidade e propriedades físicas de lanches saudáveis.

Referências

Barragán, J. I., Ramírez, J. R., Sablani, S. S., Lagunas, L. L. M. (2019). Texture analysis of dried papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) pretreated with calcium and osmotic dehydration. *Drying Technology*, 37(7), 906-919.

Brasil, Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos* (4th ed., Volume 1, p.1020). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Caetano, P. K., Mariano-Nasser, F. A. D. C., Mendonça, V. Z. D., Furlaneto, K. A., Daiuto, E. R., Vieites, R. L. (2018). Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods. *Food Science and Technology*, 38(3), 434-440.

Castro, D. S., Nunes, J. S., Silva Júnior, A. F., Farias Aires, J. E., Silva, W. P., Gomes, J. P. (2014). Influência da temperatura no processo de desidratação osmótica de pedaços de goiaba. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 4(5), 1414-1423.

El-Aouar, Â. A., Azoubel, P. M., Murr, F. E. X. (2003). Drying kinetics of fresh and osmotically pre-treated papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of food engineering*, 59(1), 85-91.

Ferrão, A. C., Guiné, R., Correia, T., Rodrigues, R. (2019). Analysis of drying kinetics of eggplant through thin layer models and evaluation of texture and colour properties. *Chemistry Research Journal*, 4(1), 24-32.

Henderson, S. M. (1961). Grain Drying Theory (I) Temperature Effect on Drying Coefficient. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6(3), 169-174.

Junqueira, J. R. J., Corrêa, J. L. G., Mendonça, K. S., Mello Júnior, R. E., Souza, A. U. (2018). Pulsed Vacuum Osmotic Dehydration of Beetroot, Carrot and Eggplant Slices: Effect of Vacuum Pressure on the Quality Parameters. *Food and bioprocess technology*, 11(10), 1863-1875.

Kaymak-Ertekin, F., Sultanoğlu, M. (2000). Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. *Journal of food Engineering*, 46(4), 243-250.

Kaveh, M., Chayjan, R. A., Nikbakht, A. M. (2017). Mass transfer characteristics of eggplant slices during length of continuous band dryer. *Heat and Mass Transfer*, 53(6), 2045-2059.

Lima, L. M. D., Morais, P. L. D. D., Medeiros, É. V. D., Mendonça, V., Xavier, I. F., Leite, G. A. (2009). Qualidade pós-colheita do mamão formosa 'Tainung 01' comercializados em diferentes estabelecimentos no Município de Mossoró-RN. *Revista Brasileira de Fruticultura*.

Moreira, I. S., Silva, W. P., Castro, D. S., Silva, L. M. M., Gomes, J. P., Silva, C. M. D. P. S. (2018). Production of kiwi snack slice with different thickness: Drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 12 (5), 778-787.

Nascimento, A. D. R., Soares Júnior, M. S., Caliari, M., Fernandes, P. M., Rodrigues, J. P., Carvalho, W. T. D. (2013). Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás, *Horticultura Brasileira*, 31: 628-635.

Oliveira, D. S., Leite, N. D., Santos, P. A., Egea, M. B. (2018). Farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia: propriedades químicas e físicas. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 25(1), 65-75.

Osidacz, R. C., Ambrosio-Ugri, M. C. B. (2013). Physicochemical quality of eggplant dehydrated with varied pretreatments. *Acta Scientiarum. Technology*, 35(1), 175-179.

Page, G. E. (1949). Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer. *Indiana: Purdue University*.

Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and bioprocess technology*, 6(1), 36-60.

Pinsetta Junior, J. S (2018). Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes antiescurecimento em berinjela minimamente processada. Mestre em Agronomia (Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 58.

Santos, N. C.; Barros, S. L.; Monteiro, S. S.; Silva, S. N.; Ribeiro, V. H. A.; Silva, V. M. A.; Gomes, J. P.; Santiago, A. M.; Luiz, M. R.; Vieira, D. M.; Araújo, R. D. F.; Vilar, S. B. O.; Barros, E. R. (2019a). Kinetics of Drying and Physical-Chemical Quality of Peach cv. Hubimel. *Journal of Agricultural Science*, 11(16), 223-232.

Santos, N. C.; Barros, S. L.; Silva, S. N.; Ribeiro, V. H. A.; Melo, M. O. P.; Silva, W. P.; Almeida, R. L. J.; Pereira, T. S.; Araújo, A. J. B.; Gomes, J. P.; Nascimento, A. P. S.; Silva, V. M. A.; Vieira, D. M. (2019b). Physico-chemical characterization and kinetics of drying of organic yellow bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *African Journal of Agricultural Research*,

14(29), 1247-1253.

Silva, W. P.; Silva, C. M. D. P. S.; Gama, F. J. A.; Gomes, J. P. (2014). Mathematical models to describe thin-layer drying and to determine drying rate of whole bananas. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13, 67-74.

Silva, A. C. C.; Silva, N. A.; Pereira, M. C. S.; Vassimon, H. S. (2016a). Alimentos Contendo Ingredientes Funcionais em sua Formulação: Revisão de Artigos Publicados em Revistas Brasileiras. *Revista Conexão Ciência*, 11(21), 133-144.

Silva, R. S.; Pereira, E. M.; Costa, J. C.; Oliveira, F. L. N.; Azerêdo, G. A. (2016b). Qualidade físico-química de farinhas de genótipos de berinjela (*Solanum melongena L.*) submetidas ao cultivo orgânico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(3), 59-64.

Silva, F. A. S., Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, 11, 3733-3740.

Silva, E. C. O., Silva, W. P., Gomes, J. P., Silva, C. M. D. P. S., Alexandre, H. V., Farias, V. S. O., Melo, B. A., Queiroz, A. J. M., Figueiredo, R. M. F. (2019). Drying of Albedo and Whole Peel of Yellow Passion Fruit. *Journal of Agricultural Science*, 11(6), 501-509.

Souza, P. A.; Aroucha, E. M. M.; Souza, A. E.; Costa, A. R.; Ferreira, G. S.; Bezerra Neto, F. (2009). Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. *Horticultura Brasileira*, 27, 235-239.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Shênia Santos Monteiro – 14,50%

Shirley Santos Monteiro – 14,50%

Newton Carlos Santos – 14,20%

Sâmela Leal Barros – 14,20%

Oziel Nunes da Cruz – 14,20%

Laesio Pereira Martins – 14,20%

Josivanda Palmeira Gomes – 14,20%