http://journal.unoeste.br/index.php/ce/index
DOI: 10.5747/ce.2020.v12.n1.e304
ISSN on-line 2178-8332

Colloquium Exactarum

Submetido: 02/01/2020 Revisado: 12/05/2020 Aceito: 18/05/2020

APLICAÇÃO DA ENERGIA DE MICRO-ONDAS PARA SECAGEM DA BANANA NANICA (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish') SUBMETIDA AO PROCESSO DE OSMOSE

APPLICATION OF MICROWAVE ENERGY FOR DRYING BANANA NANICA (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish') SUBMITTED TO THE OSMOSIS PROCESS

Lara Beatriz Geromel, Irene Rodrigues Freitas

Centro Universitário do Norte Paulista – UNORP, Curso de Engenharia Química, SP.
E-mail: blarageromel@gmail.com; irfreitas@yahoo.com.br

RESUMO - No Brasil a banana é extremamente importante, pois é a segunda fruta mais cultivada depois das cítricas. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo efetuar a desidratação osmótica da banana nanica (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish') associada à secagem por micro-ondas. Foi realizada a caracterização da matéria-prima, a desidratação e a secagem em micro-ondas doméstico, a cinética de secagem, capacidade de reidratação e caracterização do produto final. Como resultado notou-se que a secagem por micro-ondas foi satisfatória para secagem. Foi obtido um teor de umidade de 29,38%, um pH de 4,77 e uma capacidade de reidratação de 174% na banana sem o pré-tratamento e 32,33%, 4,83% e 120% respectivamente, para a desidratada osmoticamente. O uso dessa combinação mostrou-se uma alternativa viável no prolongamento da vida útil da banana nanica.
Palavras-chave: caracterização; desidratação; tecnologia não convencional.

ABSTRACT - In Brazil, bananas are extremely important because they are the second most cultivated fruit after citrus. Therefore, this work aimed to perform the osmotic dehydration of the dwarf banana (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish') associated with microwave drying. The characterization of the raw material, dehydration and domestic microwave drying, drying kinetics, rehydration capacity and characterization of the final product were performed. As a result it was noted that microwave drying was satisfactory for drying. A moisture content of 29.38% was obtained, a pH of 4.77 and a rehydration capacity of 174% in banana without pretreatment and 32.33%, 4.83% and 120% respectively for osmotically dehydrated. The use of this combination proved to be a viable alternative in extending the life of the Dwarf Cavendish.
Keywords: characterization; dehydration; unconventional technology.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta de elevado valor nutricional. É boa fonte energética, possuindo alto teor de carboidratos – amido e açúcares. Contém ainda teores consideráveis de vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e C e de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, além de outros em menor quantidade (EMBRAPA, 2004).

Sendo a segunda fruta mais cultivada no Brasil, o cultivo é popular em todas as regiões, mas ainda enfrenta perdas expressivas (ARAÚJO, 2016), cerca de 40% da produção total do país (SEBRAE NACIONAL, 2016).

Segundo dados do IBGE a safra nacional de 2017, referente a janeiro deste mesmo ano, contou com 477.261 mil hectares de plantação e 6.778.043 milhões de toneladas de bananas produzidas (IBGE, 2017). A safra brasileira da banana é a quarta do mundo, mas o país já está no topo do pódio do consumo global. A fruta rendeu R$ 14 bilhões, no ano de 2016 (GOMES, 2017).

Devido a essa versatilidade e alto consumo pela população, a banana possui ótima relação de custo-benefício. “É uma cultura fantástica, principalmente para a agricultura familiar. Os cuidados são simples e é uma fruta muito consumida, o que oferece estabilidade ao pequeno produtor”, destaca. A variedade mais consumida é a banana nanica, seguida pela maçã e prata (STRINI, 2017).

O primeiro levantamento da safra de banana para 2018/19 indicou um aumento de 3,9% na produção, em relação à safra 2017/18, projetando 1,11 milhão de toneladas da fruta. A expectativa é que a área em produção alcance 58,7 mil ha e aumento de 1,0% em relação à safra anterior, e a banana é a segunda fruta mais produzida no Estado de São Paulo, perdendo apenas para a laranja, no ranking das frutas consumidas in natura (FREDO *et al*., 2019). A banana nanica, pertence ao grupo genômico AAA e subgrupo Cavendish de *Musa acuminata* Colla. Também podendo ser referida como Dwarf Cavendish, e é uma variedade facilmente encontrada nos mercados. Porém é uma fruta susceptível a grandes perdas, com apenas 60% da produção aproveitada, devido a composição química. Para tentar diminuir parte da perda da banana, foram analisados alguns métodos de preservação de alimentos e dentre eles está à desidratação osmótica.

A desidratação osmótica é uma técnica que pode ser empregada preliminarmente à secagem convectiva e visa à melhoria da qualidade da fruta seca, uma vez que minimiza os danos causados à textura e ao sabor do alimento pelo calor, além de permitir a obtenção de um produto mais atraente para o consumidor (EMBRAPA, 2016).

Essa desidratação consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais, levando a dois fluxos de massa simultâneos: fluxo de água do alimento para a solução devido à diferença na pressão osmótica e transferência simultânea de soluto da solução para o alimento, devido aos gradientes de concentração (TORREGGIANI, 1993).

Como um tratamento para secagem prévia de alimentos sólidos, a desidratação osmótica reduz a quantidade de água presente nos alimentos causando uma melhora nas características sensoriais e físico-químicas do produto, e como resultado o prolongamento da vida útil dos alimentos. A desidratação e / ou secagem geram um alimento de menor consistência e menor tamanho, de bom sabor e odor, muito resistente e de fácil transporte (GARCÍA-PATERNINA *et al*., 2015)

O tratamento é usado principalmente em alguns processos convencionais, tais como secagem a ar convectivo, micro-ondas e liofilização (SERENO *et al.,* 2001).

A secagem com aquecimento em micro-ondas tem como vantagem o controle do aquecimento e a eficiência do uso da energia (SCHIFFMANN, 2001). A radiação micro-onda está dentro do espectro

eletromagnético no intervalo de frequências entre 300 MHz e 300 GHz, com comprimentos de onda variando 1 mm a 1 m respectivo a frequência (PEREIRA, 2007).

Os fornos de micro-ondas e quando utilizados reduzem significativamente os ciclos de secagem (SKOOG et al., 2006). Este equipamento usa ondas eletromagnéticas de alta frequência, na faixa de 2450 MHz, frequência essa igual à das moléculas da água, motivo pelo qual a energia é diretamente transferida às moléculas de água dos alimentos, possibilitando o seu cozimento (FRANCO, 2018).

Diante do exposto, e devido ao aumento da demanda por alimentos prontos para consumo, aplicar tecnologias não convencionais, como a energia de micro-ondas para secagem associada com uma etapa de pré-tratamento é necessário para melhorar o processo quanto à qualidade de frutas. Este trabalho teve como objetivo efetuar a desidratação osmótica da banana nanica (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish') e avaliar a eficiência da cinética de secagem em função da desidratação osmótica associada á secagem por micro-ondas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA – PRIMA

As análises para obtenção das variáveis foram realizadas no Laboratório de Química do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). No experimento foram utilizadas bananas nanicas da produção regional e adquiridas no Mercado do Norfo, localizado em Palmares Paulista – SP (Latitude: -21.0805, Longitude: -48.8042 21° 4’ 50” Sul, 48° 48’ 15” Oeste).

As pencas pré-selecionadas encontravam-se no estágio de maturação, maduras, apresentando-se amarelas e com algumas manchas pretas presentes na casca.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A banana nanica foi caracterizada quanto:

- pH - Obtido por leitura direta em pHmetro (marca Quimis; modelo 400A). Foi realizado o preparo de uma solução com amostras de bananas, e posteriormente realizadas as medições de pH, segundo o método AOAC (2000).
- Teor de umidade - Realizada por secagem direta em estufa a 105 °C.
- As amostras com peso de 2 a 10 g foram acondicionadas em placas de Petri e pesadas em balança analítica com quatro casas decimais; a função tara foi utilizada de forma a subtrair o peso da placa de Petri. Em seguida o material (banana) foi aquecida durante o intervalo de uma hora e posteriormente resfriada em dessecador até atingir a temperatura ambiente; logo após foram pesadas, conforme o método da AOAC (2000). O resultado foi obtido através equação (1).

$$\text{Umidade} = \frac{100 * N}{P} \qquad (1)$$

Onde:

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

- Densidade aparente realizada por ensaio em proveta. As bananas foram fatiadas em frações homogêneas e inseridas em proveta de vidro com capacidade de 50 mL^{-1}; a massa da proveta vazia foi previamente pesada e após a inserção da banana colocada até a marca da graduação foi novamente pesada. O resultado foi obtido utilizando a seguinte equação.

$$\rho_{aparente} = \frac{m_{amostras}}{V_{total}} \qquad (2)$$

Onde:

$\rho_{aparente}$ = densidade aparente (gmL^{-1})

$m_{amostra}$ = massa da amostra (g^{-1})

V_{total} = Volume total (mL)

2.2.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DA BANANA

Foram preparadas três soluções saturadas de água e açúcar (marca Caravelas®) com proporções de 50/50, 60/40 e 65/35 de açúcar/água; pesada em balança analítica. Para definir qual a melhor condição foram utilizadas diversas concentrações conforme o planejamento experimental do tipo 2^3 apresentado na Tabela 1. As variáveis reais foram escolhidas depois de uma pesquisa com outros autores para referência de parâmetros.

Tabela 1. Matriz do planejamento experimental fatorial completo do tipo 2^3 utilizada para obtenção da banana osmoticamente desidratada.

Ensaios	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	Tempo de Imersão (min)	Concentração (g)	Temperatura (°C)
1	-1	-1	-1	15	50	30
2	+1	-1	-1	60	50	30
3	-1	+1	-1	15	65	30
4	+1	+1	-1	60	65	30
5	-1	-1	+1	15	50	65
6	+1	-1	+1	60	50	65
7	-1	+1	+1	15	65	65
8	+1	+1	+1	60	65	65
9	0	0	0	30	60	45
10	0	0	0	30	60	45
11	0	0	0	30	60	45

X1= Tempo de imersão; X2= Concentração; X3= Temperatura.
Fonte: Os autores.

As bananas *in natura* fatiadas em rodelas de aproximadamente 1 cm foram submergidas nas soluções devidamente homogeneizadas

O experimento foi realizado em triplicata para cada ensaio.

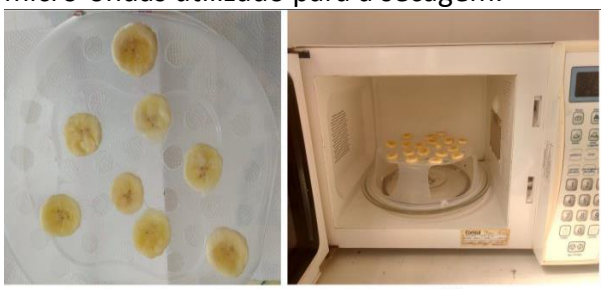
2.2.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

Para determinar o teor de sólidos solúveis totais, uma parte de fruta foi diluída e agitada na proporção de três partes de água e uma de fruta (em massa) durante 1 minuto. Com auxílio de uma espátula parte da solução, foi cuidadosamente posicionada no prisma do refratômetro portátil (marca Akso; modelo RAB-32 ATC) para leitura direta do teor de sólidos solúveis totais em °Brix. O SST foi realizado na banana *in natura*, nas condições de desidratação.

2.2.4 SECAGEM DAS BANANAS DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE EM MICRO-ONDAS

A secagem foi efetuada em um micro-ondas doméstico (Consul, modelo: CMS18), com potência máxima de 800 W. As fatias foram postas sobre um suporte furado de polipropileno (Figura 1), para maior contato com a energia micro-ondas. A cada 1 minuto de secagem, utilizando a potência máxima, as bananas foram pesadas para a construção da curva de cinética de secagem.

Figura 1. Suporte de polipropileno e micro-ondas utilizado para a secagem.



(a) (b)

(a) com fatias de banana (b) dentro do micro-ondas, iniciando secagem.
Fonte: Os autores.

2.2.5 CINÉTICA DE SECAGEM

A cinética de secagem deu-se pela perda de umidade em função do tempo de secagem das fatias de banana. A equação (1) foi utilizada para calcular a perda de massa da fruta com desidratação osmótica (CDO) e sem desidratação (SDO).

2.2.6 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO FINAL

O produto após a secagem utilizando a energia de micro-ondas foi submetido a análises de pH e teor de umidade, cujas metodologias estão supracitadas abaixo. As amostras de banana inda foram analisadas quanto a:

- Capacidade de reidratação

A quantia de 150 mL de água destilada inserida em um béquer de 500 mL e mantida em ebulição por 3 minutos. Após esse período, aproximadamente 5 g da amostra seca foram adicionados à água em ebulição e mantidos por 5 minutos. Após esse período de tempo a amostra reidratada e posteriormente transferida para uma peneira para retirar o excesso de água. Depois de retirado o excesso, as amostras foram pesadas e a capacidade de reidratação calculada conforme a Equação 3, (RIBEIRO, 2013).

$$CR(\%) = \left(\frac{W_{rei} - W_{seca}}{W_{seca}}\right) * 100 \quad (3)$$

Onde:
CR(%) = Coeficiente de reidratação;
W_{rei} = Massa da amostra reidratada (g);
W_{seca} = Massa da amostra desidratada (g).

2.2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para averiguação dos efeitos principais e das interações entre fatores foi realizada análise de variância (ANOVA), e a diferença entre os resultados obtidos foi realizado o teste de Tukey. As diferenças foram consideradas significativas quando $p \leq 0,05$ utilizando o software Statistica® 7.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Na Tabela 3 estão apresentados os dados obtidos a partir da banana *in natura*. Os valores de pH e °Brix se mostram próximos aos encontrados por Hattenhauer *et al.* (2016), em que obtiveram valores de 4,64 e 19,56, respectivamente.

Tabela 3. Caracterização da matéria-prima.

Análises	Resultados
pH	4,67 ± 0,04
SST (°Brix)	19,30 ± 0,80
Umidade (%)	56,89 ± 1,39
Densidade aparente (g/mL)	0,60 ± 0,21

Os autores.

A umidade e a densidade aparente obtiveram valores abaixo ao de Pereira *et al.* (2007) que obteve umidade de 74,54 g/100g para banana nanica, essa diferença pode ser atribuída ao modo de cultivo, período da colheita e região de plantação, além dos parâmetros de secagem utilizados. Monteiro *et al.* (2016) encontraram para densidade aparente um valor médio de 1,040 g/mL para banana prata, valor superior ao verificado pelo presente estudo, esse fato pode estar relacionado a cultivar avaliada, que podem apresentar certas diferenças.

3.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados para os ensaios da matriz do planejamento experimental. Apesar do SST no ensaio 8 obter o maior valor, que pode ser explicado devido a ser o ensaio com valores de variável codificada positivo ou valores de variável real de maior valor, porém nenhum dos

resultados diferiram estatisticamente entre si (p≤0,05).

Tabela 4. Análises de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), pH para banana desidratada osmoticamente.

Ensaios	SST	pH
1	24,33±0,94[a]	4,75±0,02[a]
2	23,43±0,42[a]	4,66±0,01[a]
3	27,50±0,27[a]	4,73±0,02[a]
4	26,33±0,47[a]	4,69±0,03[a]
5	24,50±0,41[a]	4,72±0,01[a]
6	26,67±0,47[a]	4,65±0,01[a]
7	25,50±0,41[a]	4,55±0,03[a]
8	37,83±0,24[a]	4,52±0,10[a]
9	25,17±0,24[a]	4,54±0,15[a]
10	25,33±0,47[a]	4,52±0,14[a]
11	25,67±0,47[a]	4,50±0,15[a]

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).
Fonte: Os autores.

Segundo Pereira (2007), o valor encontrado para o SST em um ensaio nas condições de solução de sacarose a 55°Brix, 40°C durante 90 minutos foi de 23,2 °Brix, sendo essas condições aproximadas com o experimento 2 que obteve 23,43 de sólidos solúveis.

Para a análise de pH, observa-se também que não houve variação estatística significativa, podendo concluir que não é relevante ao processo.

Em relação ao efeito das variáveis tempo, temperatura e concentração sobre o pH e sólidos solúveis totais, verificou-se que o pH aponta para um efeito negativo de todas as variáveis com influência significativa (p ≤ 0,05) para todas os fatores, sendo a temperatura que teve o maior efeito.

A combinação do tempo de imersão e da concentração resultou no menor efeito para o experimento, em contra partida a combinação de concentração de açúcar e tempo obteve o maior efeito sobre o pH.

Para o SST o efeito se manteve com influência positiva para todas as variáveis, porém não foi significativo (p ≤ 0,05) em nenhuma condição. Atingindo um maior efeito para a concentração de açúcar. Sendo a condição do tempo de imersão combinado com a temperatura o de maior efeito, ao passo que a concentração combinada com a temperatura logrou o menor efeito, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Efeitos estimados para pH e SST.

Variável	pH		SST	
	Efeito	Valor P	Efeito	Valor P
Média da Interação	4,634361	0,006681	26,99057	0,085300
Tempo de Imersão (1)	-0,009679	0,013394	3,14805	0,170998
Conc. de Açúcar (2)	-0,024660	0,013393	4,59806	0,170990
Temperatura (3)	-0,049660	0,013393	3,26806	0,170990
1 (L) x 2 (L)	-0,024402	0,013423	2,43273	0,171371
1 (L) X 3 (L)	-0,039402	0,013423	4,10270	0,171371
2 (L) x 3 (L)	-0,124420	0,013422	1,48272	0,171364

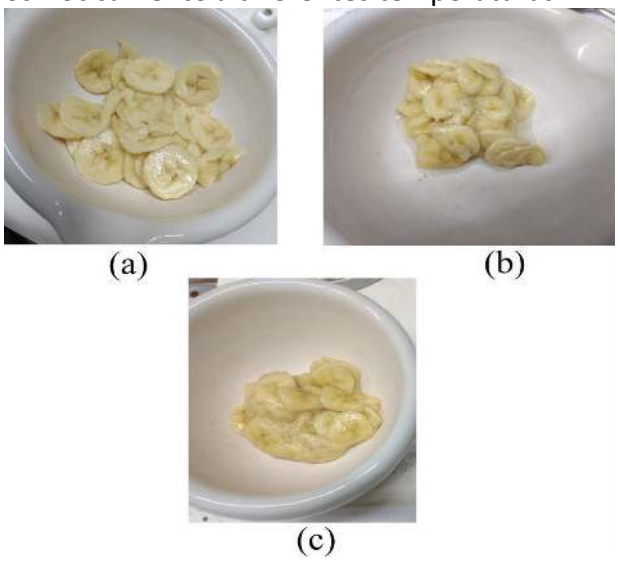
Fonte: Os autores.

Devido ao efeito não haver uma influência significativa (p ≤ 0,05) nos sólidos solúveis totais, os efeitos das variáveis nas condições não foram um fator relevante para a escolha da condição ótima. Sendo assim a escolha foi feita com base na aparência visual da banana após a desidratação e na economia de recursos de materiais.

As fatias desidratadas de 45 °C e 65 °C não foram consideradas devido à aparência "derretida" e fibrosa, como demostrado na Figuras 2 (b) e (c), sendo assim, foram

escolhidas as condições mínimas do planejamento experimental, a temperatura de 30 °C, concentração (50 °Brix) e tempo (15 minutos) (Figura a).

Figura 2. Fatias de banana desidratada osmoticamente a diferentes temperaturas.

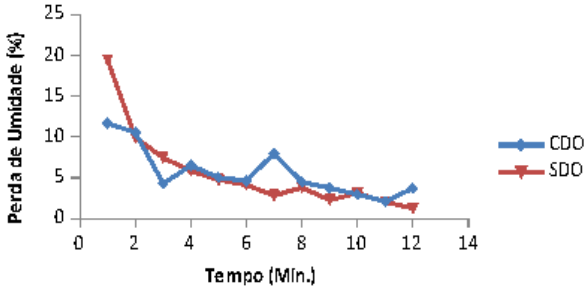


Temperatura de: (a) 30ºC (b) 45ºC (c) 65ºC.
Fonte: Os autores.

3.2 CINÉTICA DE SECAGEM

A condição da secagem foi referente ao ensaio 1, onde a temperatura foi de 30 °C concentração de 50 g e o tempo de 15 minutos. Na Figura 3 observa-se a cinética de secagem, que foi realizada em 12 minutos.

Figura 3. Cinética de secagem da banana sem desidratação osmótica (SDO) e desidratada osmoticamente (CDO).



Fonte: Os autores

A partir dos 10 minutos algumas fatias sem desidratação osmótica (SDO) começaram a apresentar leves queimaduras, chegando aos 12 minutos totalmente queimadas (torradas). Enquanto as fatias submetidas à desidratação osmótica (CDO) demoraram até os doze minutos para começarem a apresentar queimaduras.

A maior perda de umidade ocorreu no primeiro minuto, sendo aproximadamente 19,40% (SDO) e 11,66% (CDO) e decaindo até uma perda de 1,28% e 3,78%, respectivamente, no final dos 12 minutos. Observa-se o efeito (Figura 3) da desidratação osmótica na curva formada, tendo em comparação com a banana sem desidratação, uma linha com quedas cinéticas maiores.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO FINAL

Dispostos na Tabela 6 os dados da banana sem desidratação osmótica (SDO) e com desidratação osmótica (CDO) após a secagem no micro-ondas, e na Figura 4 observa-se a aparência final das fatias.

Figura 4. Fatias de bananas secas em micro-ondas.



(a) Com desidratação (b) Sem desidratação.
Fonte: Os autores.

Observa-se uma baixa variação de pH entre as bananas sem e com desidratação osmótica. Em geral é desejável pH inferior a 5, para impedir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos no produto, logo pode-se inferir que ambas atingiram o pH necessário.

Durante o processo de secagem ocorre a perda de água, e com isso as bananas podem ser conservadas por um período maior e serem transportadas com mais facilidade. Os resultados de umidade deste estudo foram maiores que ao realizado por Rodrigues *et al.* (2013) que obtiveram 25,54%, para banana desidratada utilizando secagem com circulação de ar que pode explicar a diferença no resultado.

Tabela 6: Caracterização do produto final.

Análises	Banana SDO	Banana CDO
pH	4,77 ± 0,03	4,83 ± 0,01
Umidade (%)	29,38	32,33
Capacidade de reidratação (%)	174,00 ± 0,02	120,00 ± 0,01

Fonte: Os autores.

A capacidade de reidratação da banana submetida ao processo de osmose foi inferior a não submetida ao pré-tratamento. Como a reidratação é uma consequência da porosidade e do encolhimento causado pelo processo de secagem, a incorporação de sólidos na desidratação osmótica, diminui os espaços vazios dificultando a entrada de água no interior da matriz.

As fatias secas da fruta com e sem desidratação apresentaram uma cor caramelizada. A fruta seca apresentou visualmente um encolhimento se comparado à fruta *in natura*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desidratação osmótica observada pela ótica de sólidos solúveis totais e de pH é satisfatório e nas condições referente ao ensaio 1 (Temperatura 30 °C, Concentração 50g e Tempo 15 minutos) do planejamento experimental fatorial tipo 2^3, podendo tornar-se um ponto positivo se comparado aos outros ensaios devido ao baixo consumo de açúcar, água, energia para o aquecimento e tempo.

A potência de 800 W para a secagem em micro-ondas é satisfatória, visto que foi possível retirar 67,67% de água das amostras.

Portanto, a combinação dessas tecnologias pode ser uma alternativa para prolongar a vida útil de frutas, melhorando a qualidade, como a banana.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 2000.

ARAÚJO, N. Banana em caixas e melhor climatização podem reduzir as perdas da fruta. ***Farming Brasil,*** 2016. Disponível em: https://sfagro.uol.com.br/banana/. Acesso em: 27 maio 2018.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola:** Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE,2017. Disponível em: *ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf*. Acesso em: 27 maio 2018.

CORRÊA, J. L. G. *et al.* Analysis of osmotic dehydration variables influences on tomato (*Licopersicon esculentum*) drying. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 315-328, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aspectos nutricionais**, 2004. Disponível em: *https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_48_41020068055.html*. Acesso em: 12 maio 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mamão Formosa desidratado incorporado de frutooligossacarídeo**, 2016. Disponível em: *https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153436/1/folder-mamao-desidratado-Eliseth-Ronielli.pdf*. Acesso em: 27 maio 2018.

FRANCO, D. S. **Forno Microondas e seu funcionamento.** Juiz de Fora: Instituto de Ciências Exatas - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018. Disponível em: *http://www.ufjf.br/fisicaecidadania/conteudo/se-quiser-saber-mais-sobre-o-forno-*

microondas-e-seu-funcionamento/. Acesso em: 27 maio 2018.

FREDO, C. E. *et al.* Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2° Levantamento, Ano Agrícola 2018/19 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2017/18, Novembro de 2018. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 14, n. 2, 2019.

GARCÍA-PATERNINA, M.; ALVIS-BERMUDEZ, A.; GARCIA-MOGOLLON, C. A. Evaluation of the Osmotic Dehydration Pretreatment and Microwave in the Obtaining of Flakes of Mango (Tommy Atkins). **Información tecnológica**, v. 26, n. 5, p. 63-70, 2015. https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500009

GOMES, M. Produção brasileira de banana atinge R$ 14 bilhões por ano. **Correio Braziliense**, 23 outubro 2017. Economia – Correio Braziliense. Disponível em: *https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/10/23/internas_economia,635500/producao-brasileira-de-banana-atinge-r-14-bilhoes-por-ano.shtml*. Acesso em: 27 maio 2018.

HATTENHAUER S. K.; CARVALHO R. I. N. D. Caracterização física e química da banana 'Nanica' em função da época de colheita e do diâmetro do fruto em Corupá, SC. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 80-83, 2016.

MONTEIRO R. L.; CARCIOFI B. A. M.; LAURINDO J. B. A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas. **Journal of Food Engineering,** v. 178, 2016. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.12.024

PEREIRA, N. R.; MARSAIOLI, A.; AHRNÉ, L. M. Effect of microwave power, air velocity and temperature on the final drying of osmotically dehydrated bananas**. Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 1, p. 79-87, 2007. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.09.025

PEREIRA, N. R. **Estudo da aplicação de microondas na secagem de bananas tratadas osmoticamente**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

RIBEIRO, R. C. **Tomates semi desidratados obtidos por secagem micro-ondas convectiva precedida por desidratação osmótica**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODRIGUES, F. M.; GUERRA, A. F.; RODRIGUES, L. G. da S. M.; CHÁVEZ, D. W. H. Produção de banana (*Musa paradisiaca*.) desidratada osmoticamente seguida por secagem com circulação de ar e caracterização físico química. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n. 16, p. 1750-1758, 2013.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Conheça o mercado da bananicultura**, 2016. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-mercado-da-bananicultura,187b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD. Acesso em: 27 maio 2018.

SCHIFFMANN, R. F. Microwave process for the food industry. *In*: DATTA, A. K.; ANANTHESWARAN, R. C. (ed.). **Handbook of microwave technology for food applications,** [S.l.]: Marcel Dekker Inc, 2001. p. 299-338

SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESANÃ, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1, p. 103-114, 2001. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00221-1

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**, Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

STRINI, S.; Banana uma fruta versátil de alto consumo populacional. **100% CAIPIRA®**, v. 5, n. 46, p. 8-13, 2017.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.