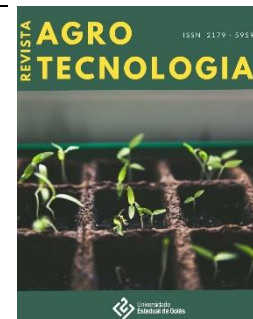


INFLUÊNCIA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA UMIDADE E TEXTURA DE BANANA-PASSA

INFLUENCE OF OSMOTIC DEHYDRATION IN THE MOISTURE AND TEXTURE OF BANANA-PASSA

Leandro Levate Macedo¹, Cintia da Silva Araújo¹, Wallaf Costa Vimercati¹, Sérgio Henriques Saraiva², Luciano José Quintão Teixeira²



Resumo: A banana é uma fruta de grande produção e consumo mundial. Entretanto, apresenta grande perecibilidade, tornando-se imprópria para consumo em poucos dias. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar bananas-passas convencionais e pré-desidratadas por desidratação osmótica, estudar a cinética de umidade durante a secagem convectiva e comparar as bananas-passas quanto ao teor de umidade e textura. Fatias de bananas foram imersas em xarope de sacarose com 30 °Brix durante 5 horas. As fatias de bananas *in natura* e pré-desidratadas foram submetidas à secagem convectiva a 60 °C. Os teores de umidade foram calculados antes e ao final da desidratação osmótica e ao longo da secagem convectiva. A secagem foi interrompida quando as amostras apresentaram cerca de 20% de umidade. Os dados de umidade ao longo da secagem foram submetidos à análise de regressão não linear. As bananas-passas foram submetidas às análises de umidade e textura e os dados submetidos à análise de variância. Os modelos matemáticos apresentaram coeficientes de determinação acima de 0,98. As bananas-passas convencionais e pré-desidratadas apresentaram, respectivamente, 20,47 e 20,33% de umidade e 29,89 e 37,82 N de dureza. A desidratação osmótica influenciou as características do produto, mostrando-se como uma boa alternativa no processamento de bananas.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa* ssp.; desidratação de alimentos; cinética de secagem; dureza.

Abstract: Banana is a fruit of great production and consumption worldwide. However, it presents great perishability, making it unfit for consumption in a few days. Therefore, the objective of this work was to elaborate conventional and pre-dehydrated bananas by osmotic dehydration, to study the moisture kinetics during convective drying and to compare banana raisins for moisture content and texture. Slices of bananas were immersed in 30 ° Brix sucrose syrup for 5 hours. Slices of fresh and pre-dehydrated bananas were subjected to convective drying at 60 °C. The moisture contents were calculated before and at the end of the osmotic dehydration and along the convective drying. Drying was stopped when the samples had about 20% moisture. The moisture data during the drying were submitted to non-linear regression analysis. Banana raisins were subjected to moisture and texture analyzes and data submitted to analysis of variance. The mathematical models had coefficients of determination above 0,98. Conventional and pre-dehydrated bananas presented, respectively, 20,47 and 20,33% of humidity and 29,89 and 37,82 N of hardness. Osmotic dehydration influenced the characteristics of the product, showing itself as a good alternative in the processing of bananas.

KEY-WORDS: *Musa* ssp.; food dehydration; kinetic of drying; hardness.

¹Discentes do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil, leandrolevate@hotmail.com. Alto Universitário, s/n, Guararema, Alegre, ES.

²Docentes do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* ssp.) é a fruta mais produzida no mundo, apresentando grande aceitação sensorial pelos consumidores e baixo custo de aquisição. Essa fruta é fonte de sais minerais, como potássio e fósforo, vitaminas, especialmente vitamina B e C, e carboidratos. Entretanto, possui alta perecibilidade, principalmente em países tropicais, como o Brasil, onde a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são mais altas que nas demais regiões do mundo, contribuindo de forma negativa com o desperdício de alimentos no mundo. Para minimizar esse problema, diversos produtos podem ser elaborados a partir da banana, como purê, néctar, suco, banana em calda, geleia, bananada, fruta cristalizada, licor, vinho, vinagre, flocos, farinha e banana-passa (BORGES et al., 2010; CANO-CHAUCA et al., 2004; FAO, 2017; GHAG; GANAPATHI, 2017; VERMA; KAUSHIK; RAO, 2014).

A banana-passa é um dos produtos que pode ser obtido a partir da secagem da polpa da fruta, resultando em um produto com teor de umidade entre 20 e 25%, sendo esse o valor máximo permitido pela Legislação Brasileira para frutas secas (BRASIL, 2005). Tal processamento favorece a conservação e o aumento do valor agregado.

O alto teor de açúcar é uma das características da banana-passa, o que resulta em um produto com sabor adocicado de grande aceitação sensorial. Sua elaboração dispensa o uso de tecnologias e equipamentos sofisticados, exigindo baixo investimento inicial (CANO-CHAUCA et al., 2004), sendo, portanto, uma boa alternativa de processamento, principalmente, para os pequenos produtores agrícolas. A produção de banana-passa se sobressai em relação à de outras frutas desidratadas, devido à grande produção de banana durante todo o ano, favorecendo uma regularidade no fornecimento para o mercado.

A secagem é uma das operações unitárias mais antigas e utilizadas para a conservação de alimentos. Essa técnica baseia-

se na remoção de parte do conteúdo total de água presente no alimento pela aplicação de calor, de modo a reduzir o valor da atividade de água do alimento, propiciando a minimização do desenvolvimento de microrganismos, de reações enzimáticas e químicas, além de reduzir peso e volume do produto. Esta operação diminui a necessidade de exigências de alguns produtos, como refrigeração durante o armazenamento, diminui custos de transporte e armazenamento e proporcionam a disponibilidade de produtos em períodos entressafras (ANANDHARAMAKRISHNAN, 2017; MACHADO et al., 2012; PRACHAYAWARAKORN et al., 2008; SILVA NETO et al., 2018).

A desidratação osmótica é um método de secagem capaz de remover uma parcela do teor de umidade, devido à diferença de pressão osmótica entre o alimento e o meio de imersão, dispensando a utilização de altas temperaturas. Entretanto, por si só, não é capaz de remover uma quantidade de água suficiente para garantir a conservação do produto. Mediante isso, esse método é comumente utilizado como um pré-tratamento em processos de secagem. Durante a desidratação osmótica ocorrem, simultaneamente, a incorporação de sólidos do meio para o produto e a migração da água para a solução hipertônica. A sacarose é um dos solutos mais utilizados, devido ao baixo custo quando comparado a outros solutos tais como o sorbitol, a frutose, a maltodextrina e a glicose (ANANDHARAMAKRISHNAN, 2017; SAGAR; KUMAR, 2010; VERMA; KAUSHIK; RAO, 2014).

Ao final do processo, a incorporação de sacarose à banana-passa pode proporcionar o aumento do teor de matéria seca e do sabor doce característico do produto, possibilitando a utilização de diversas variedades de bananas, inclusive aquelas com menores teores de açúcares, para a elaboração de banana-passa. Porém, pouco se sabe sobre a influência da desidratação osmótica com sacarose na textura da banana-passa pré-desidratada, comparando-

a com a banana-passa produzida convencionalmente (JESUS et al., 2005; OSORIO et al., 2007; YADAV; SINGH, 2014). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar bananas-passas convencionais e pré-

desidratadas por desidratação osmótica, estudar as cinéticas de umidade durante as secagens convectivas e, por fim, caracterizar as bananas-passas quanto a dureza e o teor de umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Planejamento experimental

As etapas do experimento são apresentadas na Figura 1.

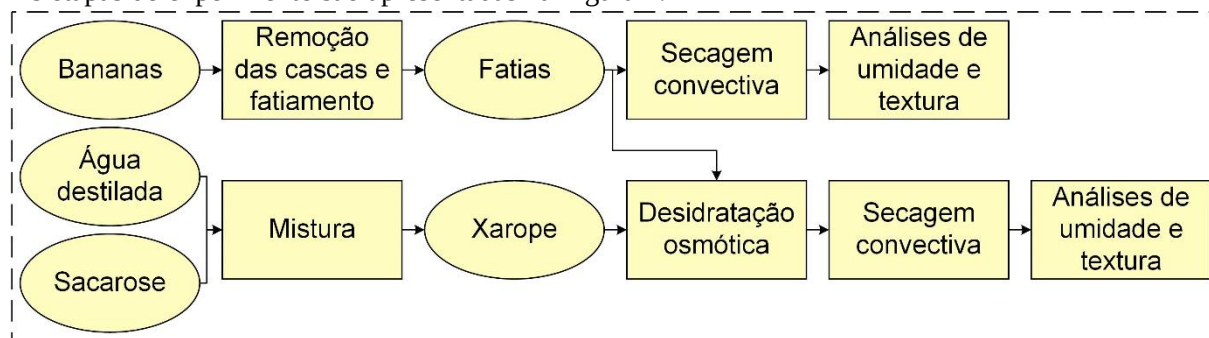


Figura 1. Fluxograma do procedimento experimental.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em 3 repetições e em triplicata. Cada replicata foi representada por uma banana, totalizando nove frutas.

Matéria-prima

As bananas da variedade prata (*Musa ssp.*) foram selecionadas quanto a integridade, uniformidade, apresentando grau de maturação 5 (PBMH; PIF, 2006), no qual a fruta se apresenta amarela com a ponta verde. Bananas em estádios de maturação completamente amarelas (graus de maturação 6 e 7) não devem ser utilizadas para não ocorrer sua desintegração durante a desidratação osmótica.

As frutas passaram por descascamento e fatiamento manual no sentido transversal, com o auxílio de um fatiador de alimentos de aço inox (marca Unihome), produzindo fatias em formato de “moeda”, com aproximadamente 5 mm de espessura. Para padronização, foram utilizadas as três fatias centrais de cada banana.

Desidratação osmótica

O xarope de sacarose elaborado pela mistura de água destilada e sacarose, de forma a

apresentar um teor de sólidos solúveis totais de 30 °Brix, medido em refratômetro (marca digital, Hanna HI 96801).

Fatias de bananas oriundas da parte central da fruta foram agrupadas em 3 unidades, por meio de um suporte cilíndrico de 2 mm de diâmetro e 6 cm de comprimento, inserido na região central das fatias, de forma a impedir o contato superficial entre as unidades. Cada suporte com fatias de banana foi imerso em um recipiente contendo o xarope, mantendo a proporção de 1:11 (m:v) de banana e xarope, sem agitação, a pressão atmosférica, durante 5 horas, a temperatura de 25°C. Tais condições foram determinadas em testes preliminares.

Secagem convectiva

Fatias de bananas *in natura* e pré-desidratada por DO foram dispostas em bandejas de aço inox e inseridas em um secador com circulação de ar forçada (1,5 m/s), na temperatura de 60 °C e pesadas em intervalos de 15 minutos durante a primeira hora, 30 minutos durante a segunda e terceira hora e, posteriormente, em intervalos de 60 minutos.

A interrupção da secagem ocorreu no momento em que as amostras apresentaram um

teor de umidade próximo a 20%, conforme o padrão comercial. A massa das fatias durante a secagem para corresponder ao teor de umidade desejado foi calculada por balanço de massa. Conhecendo-se a massa e a umidade iniciais e a massa das bananas em cada tempo de pesagem, o teor de umidade das bananas ao longo da secagem foi calculado, conforme apresentado na Equação 1.

$$U_t (\%) = 100 - [m_i * (100 - U_i) / m_t] \quad \text{Equação 1}$$

Em que, U_i e U_t são os teores de umidade em base úmida e em % nos tempos zero e t, respectivamente; m_i e m_t são as massas nos tempos zero e t, respectivamente.

Análise de umidade

A análise de umidade foi realizada conforme o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), em que 5 gramas de amostra foi mantida na estufa a 105 °C até a obtenção do peso constante. O cálculo do teor de umidade foi realizado pela razão da diferença entre a massa inicial e massa final pela massa inicial.

O modelo exponencial simples de dois parâmetros foi adotado para ajustar aos dados de umidade, conforme apresentado pela Equação 2.

$$U_{adj} (\%) = a * e^{(-b * t)} \quad \text{Equação 2}$$

Em que, U_{adj} é o teor de umidade ajustado, em base úmida e em %; a e b são parâmetros do modelo, e t é o tempo em horas.

Análise de textura

A textura das bananas-passas foi avaliada quanto à dureza, com auxílio de um analisador de textura Brookfield® (Modelo CT#3), avaliada por teste de compressão, com tempo de retenção de 1 segundo, carga de trigger de 3,00 N, velocidade do teste, pré-teste e retorno de 1, 2 e 10 mm/s, respectivamente.

Análise estatística

Os modelos para as cinéticas de umidade foram ajustados por meio de regressão não linear e submetidos a análise de variância da regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Os parâmetros dos modelos foram avaliados pelo teste t, também ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de umidade e textura das bananas-passas foram submetidos a análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A banana *in natura* apresentou teor de umidade de $72,29 \pm 0,65\%$. Ao final da desidratação osmótica, a banana pré-desidratada apresentou um teor de umidade de $64,89 \pm 0,63\%$. Souza Neto et al. (2005) obtiveram uma redução de 86,61 para 61,52% em manga, utilizando xarope de sacarose a 55 °Brix por 4 horas. Mendes et al. (2013) avaliaram a perda de umidade da laranja, em que a fruta *in natura* apresentou teor de umidade de 88,9% e 83,3% após a desidratação osmótica utilizando xarope de sacarose a 60 °Brix por 1,5 horas. Segundo Yadav; Singh (2014), a redução do teor de umidade de um alimento é dependente das características do produto, como capilaridade, densidade e volume, e das características do processo como a concentração do xarope, proporção alimento/xarope, tempo e pressão atmosférica.

Durante a desidratação osmótica a perda de água e o ganho de sólidos (sacarose) são responsáveis por concentrar os constituintes da banana, devido à eliminação da água; e aumentar a concentração de açúcares na banana (YADAV; SINGH, 2014). Esses fluxos contribuem com o aumento do sabor doce do produto, permitindo a utilização de diversas variedades de banana para a elaboração de banana-passa. Segundo Jesus et al. (2005), a mais utilizada para esse fim é a nanica. Entretanto, a variedade prata resulta em bananas-passas com maior aceitação sensorial pelos consumidores, devido ao maior teor de açúcar dessa variedade (JESUS et al., 2005).

Assim, o açúcar incorporado apresenta potencial para amenizar essa “deficiência” de açúcares das demais variedades, tais como a nanica.

Os teores de umidade ao longo da secagem das bananas *in natura* e pré-desidratada são apresentados na Figura 2.

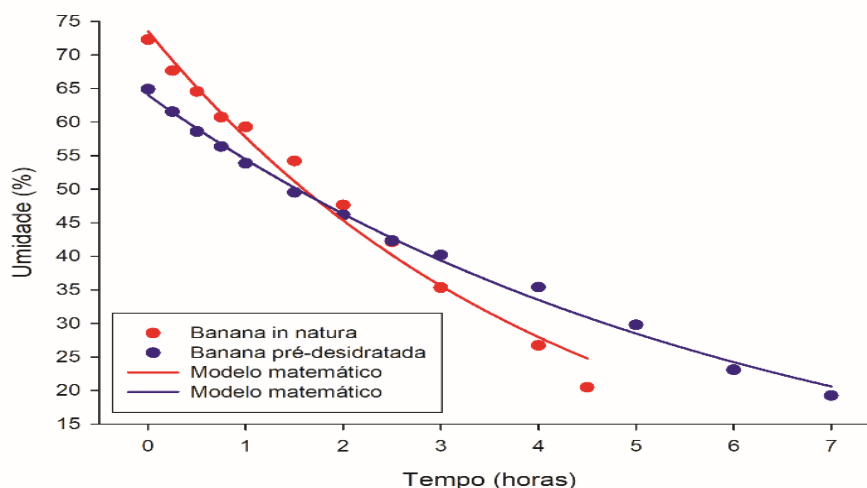


Figura 2. Cinética da umidade das bananas durante as secagens convectivas.

Os parâmetros e os coeficientes de determinação dos modelos matemáticos ajustados aos dados de umidade ao longo da

secagem das bananas *in natura* (tratamento convencional) e pré-desidratada são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros e coeficientes de determinação dos modelos matemáticos ajustados.

Tratamento	a	b	R ²
Convencional	73,50	0,24	0,98
Pré-desidratada	64,01	0,16	0,99

Os maiores valores dos parâmetros “a” e “b” são observados no tratamento convencional (Tabela 1), indicando a ocorrência de maior alteração do valor da umidade da banana com o decorrer da secagem convectiva. Durante a secagem convectiva, o teor de umidade da banana *in natura* apresentou-se decrescente (Figura 2), permitindo o ajuste de modelo matemático exponencial, apresentando valor de R² de 0,98. Após 4,5 horas de secagem a 60 °C, as bananas-passas convencionais apresentaram 20,47 ± 0,51% de umidade (Figura 2).

Ao final da desidratação osmótica as bananas apresentaram um teor de umidade de 64,89 ± 0,63% (Figura 2), permitindo o ajuste de um modelo exponencial, com regressão

significativa ao nível de 5% de significância, pelo teste F, com R² de 0,99 (Tabela 1). Após 7 horas de secagem a 60 °C, as bananas-passas pré-desidratadas apresentaram um teor de umidade de 20,33 ± 0,73%. Com isso, tanto a banana-passa convencional quanto a banana-passa pré-desidratada, apresentaram teores de umidade dentro do padrão estabelecido comercialmente que varia de 20 a 25% de umidade (BORGES et al., 2010; CANO-CHAUCA et al., 2004).

A incorporação da sacarose durante a DO aumenta as ligações da água presente na banana com os demais constituintes, dificultando a eliminação de água durante a secagem, o que justifica a maior demanda de tempo para a secagem das bananas pré-

desidratadas (SAGAR; KUMAR, 2010). Paralelamente a isso, o aumento no tempo de secagem exige maior demanda de energia elétrica para o secador, resultando em um maior custo de produção.

Não houve diferença estatística quanto o teor de umidade das bananas (Tabela 2).

sendo que o valor apresentado se encontra dentro da faixa de 20 a 25%, estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2005). Segundo Jesus et al. (2005) o teor de umidade pode influenciar nos atributos de textura da banana-passa, cuja firmeza do produto aumenta conforme a redução da umidade.

Tabela 2. Média e desvio padrão quanto a umidade e dureza das bananas-passas.

Tratamento	Umidade (%)	Dureza (N)
Convencional	20,47 ± 0,51 a	29,89 ± 0,36 b
Pré-desidratada	20,33 ± 0,73 a	37,82 ± 0,47 a

Nota: médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

As bananas-passas convencionais apresentaram menor dureza quando comparadas àquelas submetidas a desidratação osmótica (Tabela 2). Segundo Mujumdar (2014), a dureza de um alimento depende do tempo e temperatura de secagem, sendo que, quanto maiores os valores desses parâmetros, maior tende a ser o aumento da dureza do produto. Esse fato pode ser observado nas bananas-passas, visto que as amostras de banana-passa convencional foram submetidas a um menor tempo de secagem, 4,5 horas, resultando em menor valor de dureza comparado com a banana-passa pré-desidratada, que demandou 7 horas de secagem, ambas a 60 °C. Além disso, a incorporação de sacarose durante a DO pode favorecer o aumento do número de ligações entre o soluto e a parede celular do alimento, que segundo Torres et al. (2006) aumenta a rigidez e a dureza do produto desidratado.

A textura é um dos principais parâmetros de qualidade, visto que o compilado de percepções e impressões obtidas durante a mastigação do alimento é determinante para a aceitação/rejeição do produto, podendo influenciar até mesmo no sabor do produto (JESUS et al., 2005).

CONCLUSÕES

A secagem da banana *in natura* demandou 4,5 horas, produzindo bananas-

passas convencionais com um teor de umidade de 20,47%, enquanto nas bananas-passas pré-desidratadas, foram necessárias 7 horas, produzindo bananas-passas com 20,33% de umidade, e uma maior dureza.

A desidratação osmótica alterou as características do produto, sendo uma boa opção de processamento da fruta *in natura*, que pode ser adotada pelas indústrias alimentícias, em especial, pequenas agroindústrias, mediante ao baixo custo e simplicidade do processo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro aos estudantes.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelas bolsas de Pesquisador Capixaba aos pesquisadores Sérgio Henriques Saraiva e Luciano José Quintão Teixeira.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pela oportunidade de realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANANDHARAMAKRISHNAN, C.
Handbook of drying for dairy products.
 New Jersey: John Wiley & Sons, 2017. 316 p.
 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de

- setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/download/category/187-frutas-e-hortalicas-em-conserva?download=906:resolucao-rdc-n-272-2005-caracteristicas-minimas-de-qualidade-a-que-devem-obedecer-os-produtos-de-vegetais>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- BORGES, S. V. et al. Secagem de bananas prata e d'água por convecção forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 605-612, 2010.
- CANO-CHAUCA, M. et al. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana-passa. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 121-132, 2004.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food outlook - Biannual report on global food markets**. Junho 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- GHAG, S. B.; GANAPATHI, T. R. Genetically modified bananas: to mitigate food security concerns. **Scientia Horticulturae**, v. 214, p. 91-98, 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JESUS, S. C. et al. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.
- MACHADO, A. M. et al. **Cinéticas de secagem do abacaxi cv. Pérola**. Enciclopédia Biosfera. v. 8, n. 15, p. 428-437, 2012.
- MENDES, G. R. L. et al. Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1210-1216, 2013.
- MUJUMDAR, A. **Handbook of industrial drying**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press. 2014. 1255 p.
- PBMH; PIF. Programa brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de frutas. **Normas de Classificação de Banana**, 2006.
- PRACHAYAWARAKORN, S. et al. Drying kinetics and quality attributes of low-fat banana slices dried at high temperature. **Journal of Food Engineering**, v. 85, n. 4, p. 509-517, 2008.
- SAGAR, V. R.; KUMAR, P. S. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 15-26, 2010.
- SILVA NETO, H. C. et al. Modelagem matemática dos grãos de urucum. **Revista Agrotecnologia**, v. 9, n. 1, p. 34-45, 2018.
- SOUZA NETO, M. A. et al. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.
- TORRES, J. D. et al. Influence of process conditions on mechanical properties of osmotically dehydrated mango. **Journal of Food Engineering**, v. 74, n. 2, p. 240-246, 2006.
- VERMA, D.; KAUSHIK, N.; RAO, P. S. Application of high hydrostatic pressure as a pretreatment for osmotic dehydration of banana slices (*Musa cavendishii*) finish-dried by dehumidified air drying. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n. 5, p. 1281-1297, 2014.
- YADAV, A. K.; SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014.