

CINÉTICA DE SECAGEM E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ABACAXI 'PÉROLA' E MANGA 'TOMMY'

Bruno Fonsêca Feitosa (1); Emanuel Neto Alves de Oliveira (2); João Vitor Fonseca Feitosa (1); Regilane Marques Feitosa (1); Renato Costa da Silva (1)

(1) Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: brunofonsecafeitosa@live.com,
regilanemarques@gmail.com, renatinocosta@gmail.com, joaovitorlg95@hotmail.com
(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, e-mail:
emanuel.oliveira16@gmail.com

Introdução

As perdas da produção agrícola de vegetais próxima a 40% é um dos grandes problemas enfrentados pelo Brasil, durante as etapas de armazenamento e transporte (DELGADO & LIMA, 2014). Como uma alternativa rentável, estes alimentos tem sido industrializados pelas tendências que o mercado demonstra na atualidade. Dentre algumas técnicas, a secagem tem sido mais utilizada para favorecer o aproveitamento na produção de vegetais desidratados.

A secagem é uma técnica convencional para retirar água livre dos alimentos pelo ar aquecido. Ela auxilia na redução do crescimento microbiano, além de apresentar baixo custo, aumento da vida útil e padronização da qualidade (VILLAMIEL et al., 2013). Essa operação reduz consideravelmente o volume da fruta e concentra os nutrientes (BARBOSA & LOBATO, 2016), sendo aplicada em grande variedade de frutas em diferentes regiões do mundo. É possível aplicar o modo artificial (estufa, secadores) ou natural ao sol, dependendo do clima, para obtenção de frutas desidratadas, a exemplo da manga e abacaxi.

A manga (*Mangifera indica* L.), por apresentar sabor agradável e importante fonte de nutrientes, tornou-se bastante consumida *in natura* (JAHURUL et al., 2015, MELO & ARAÚJO, 2011). No Nordeste se destacam os estados da Bahia e Pernambuco, com 85% da exportação total do país (SOUZA et al., 2013), o qual é o segundo maior exportador do mundo (IBRAF, 2013). Já o abacaxi (*Ananas comosus*) é consumido mais de 90% na forma *in natura* pelo sabor e aroma atrativos (MARBER & EDGSON, 2012), sendo o estado do Pará o principal produtor, com cerca de 21% de toda produção. Ele está disponível o ano inteiro no mercado nacional, principalmente as espécies Pérola e Smooth Cayenne (ALVARENGA, 2014; IBGE, 2016; SANTOS FILHO et al., 2016).

Objetivou-se com o presente trabalho analisar o efeito da cinética de desidratação nas propriedades físico-químicas do abacaxi, variedade

‘Pérola,’ e manga ‘Tommy’ submetidos a secagem em 60 e 70 °C.

Metodologia

No mercado varejista do município de Pau dos Ferros-RN, as amostras de abacaxi ‘Pérola’ e manga ‘Tommy’ *in natura* foram coletadas e transportadas em sacos plásticos para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *Campus* Pau dos Ferros-RN. As frutas foram higienizadas, descascadas e cortadas as mangas em fatias retangulares (8,00 x 2,00) e os abacaxis em rodelas com espessura de 1,00 cm para determinação da cinética de secagem em camada fina sem superposição, utilizando estufa com circulação forçada de ar, nas temperaturas de 60 e 70 °C e velocidade do ar de 1,5 m/s.

Em bandejas com perfurações tipo peneira, contendo 80 g da amostra em três repetições, pesou-se em tempos regulares de 60 min. (durante 8 h.), de 120 min. (entre 8 e 23 hrs.) e sucessivamente até peso constante. Verificou-se ainda os teores iniciais e finais dos teores de água (IAL, 2008). Baseando-se nos resultados de teores de água e perdas de massa, traçou-se as razões de água e curvas de razão de água em função do tempo de secagem (Equação 1). Considerou-se: RX - razão de água do produto (adimensional); X - teor de água do produto; X_i - teor de água inicial do produto; X_e - teor de água de equilíbrio do produto.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Após as cinéticas de secagem, as amostras foram submetidas às análises físico-químicas, em triplicata, quanto ao teor de água, pH, acidez (IAL, 2008) e atividade de água, utilizando analisador portátil Novasina, modelo Labstart, a 25 °C.

Os dados da avaliação físico-química foram analisados, através de delineamento em esquema fatorial 2 x 2 x 3 (2 tipos de frutas, 2 temperaturas e 3 repetições). Tratou-se com o auxílio do software *Assistat* versão 7.7 beta, aplicando a Análise de Variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de *Tukey*, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Nas Figuras 1, 2 (manga ‘Tommy’), 3 e 4 (abacaxi ‘Pérola’) estão apresentadas as cinéticas de secagem das frutas nas temperaturas 60 e 70 °C.

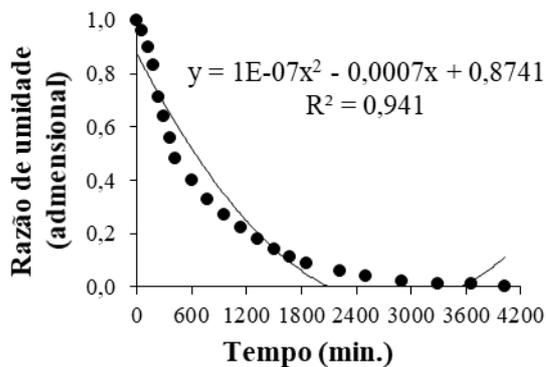


Figura 1. Cinética de secagem a 60°C da manga 'Tommy' fatiada.

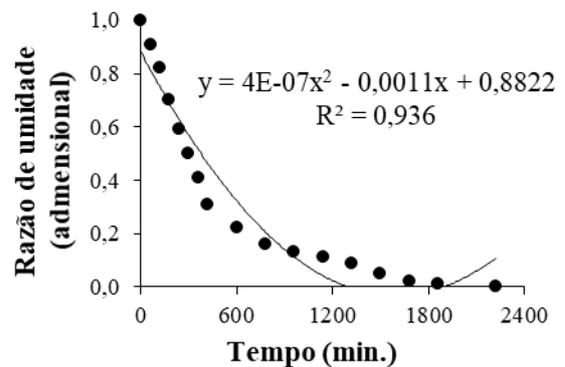


Figura 2. Cinética de secagem a 70°C da manga 'Tommy' fatiada.

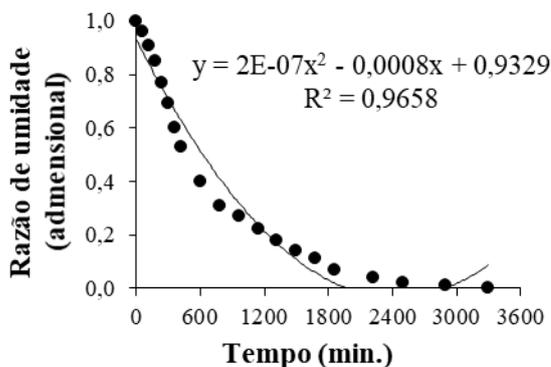


Figura 3. Cinética de secagem a 60°C do abacaxi 'Pérola' em rodela.

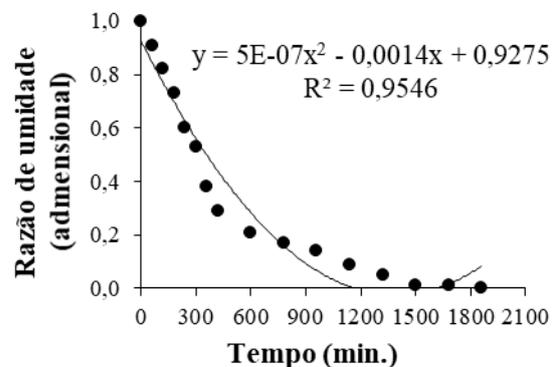


Figura 4. Cinética de secagem a 70°C do abacaxi 'Pérola' em rodela.

O modelo Polinomial foi o melhor ajustado aos dados experimentais da cinética de secagem, considerando as temperaturas de 60 e 70 °C para os dados experimentais de razão de umidade. A secagem na temperatura de 60 °C se destacou pela demonstração de um maior coeficiente de determinação R^2 0,941 e 0,9658 para a manga 'Tommy' (Figura 1) e abacaxi 'Pérola' (Figura 3), respectivamente, em relação a temperatura de 70°C para as mesmas frutas.

Machado et al. (2012) encontrou R^2 de 0,9992 (60 °C) e 0,9990 (70 °C) para as cinéticas de secagem do abacaxi Pérola. Estes indicam um modelo que melhor se ajusta na representação da cinética de secagem, enquanto os coeficientes desta pesquisa melhor se expressaram e representaram os dados obtidos para a desidratação do abacaxi em comparação a manga.

A cinética compreende a relação dos pontos experimentais em cada tempo e os valores estipulados pelo modelo matemático na linha de tendência (FEITOZA et al., 2017). A temperatura mais baixa em ambas as amostras apresentaram uma menor proximidade dos pontos entre os pontos experimentais e os preditos

pelo modelo. Isso pode ser comprovado pelos valores de R^2 serem inferiores as encontrados para 70°C, sendo que a maior perda de água aconteceu nas primeiras 10 horas.

A maior temperatura indicou maiores taxas de perda de água em um menor tempo (Figura 2 e 4), devido o processo de transperência de calor e massa entre o produto e o ar aquecido ser maior, destacado por Villamiel et al. (2013). Alexandre et al. (2009) também obtiveram equilíbrio a 70 °C mais rapidamente do que em 60 °C, durante a cinética de secagem de abacaxi ‘Pérola’.

Os resultados da avaliação físico-química da manga e abacaxi desidratados a 60 e 70 °C estão expressos na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Resultados físico-químicos de teor de água e atividade de água da manga ‘e abacaxi desidratados a 60 e 70 °C.

Amostras	Teor de água (%)		Amostras	Atividade de água	
	Temperaturas de secagem			Temperaturas de secagem	
	60 °C	70 °C		60 °C	70 °C
Manga	6,47 ^{aA}	6,75 ^{bA}	Manga	0,32	0,30
Abacaxi	4,99 ^{bB}	7,99 ^{aA}	Abacaxi	0,30	0,28

DMS = Desvio Médio Significativo na linha, CV = Coeficiente de Variação, F cal. (F calculado: **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *Significativo ao nível de 5% de probabilidade). Médias seguidas na coluna pela mesma letra minúscula ou seguidas na linha pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de significância. Teor de água: DMS na linha = 0,61, DMS na coluna = 0,61, CV = 4,95 %, F calculado do fator 1 (amostras) = 0,41^{ns}, F calculado do fator 2 (tratamentos) = 76,40^{**} e F calculado entre os fatores 1x2 (amostras x tratamentos) = 52,39^{**}. Atividade de água: CV = 1,35 %, F calculado do fator 1 (amostras) = 72,00^{**}, F calculado do fator 2 (tratamentos) = 72,00^{**} e F calculado entre os fatores 1x2 (amostras x tratamentos) = 2,00^{ns}.

O teor de água apresentou efeito significativo em nível de 1% de probabilidade, segundo o teste F calculado nos dois fatores e em ambos (1 x 2), enquanto não foi aplicado o teste de comparação de médias, porque o F de interação não foi significativo na atividade de água. Valores entre 0,28 e 0,32 foram encontrados para a atividade de água das amostras, estando numericamente próximos entre si, ao considerar também as temperaturas.

O baixo percentual de água livre nos frutos diminui a possibilidade de acontecerem reações química, enzimáticas e a proliferação de microrganismos. As amostras diferiram estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de *Tukey*, enquanto somente os percentuais de teor de água do abacaxi também se diferenciaram significativamente na desidratação a 60 e 70 °C.

Tabela 2. Resultados físico-químicos de pH e acidez da manga e abacaxi desidratados a 60 e 70 °C.

Amostras	pH		Amostras	Acidez (%)	
	Temperaturas de secagem			Temperaturas de secagem	
	60 °C	70 °C		60 °C	70 °C
Manga	4,57 ^{aA}	3,92 ^{aB}	Manga	1,38	1,78
Abacaxi	4,32 ^{bA}	3,91 ^{aB}	Abacaxi	2,21	2,59

DMS = Desvio Médio Significativo na linha, CV = Coeficiente de Variação, F cal. (F calculado: **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *Significativo ao nível de 5% de probabilidade). Médias seguidas na coluna pela mesma letra minúscula ou seguidas na linha pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de significância. pH: DMS na linha = 0,04, DMS na coluna = 0,04, CV = 0,56 %, F calculado do fator 1 (amostras) = 87,51**, F calculado do fator 2 (tratamentos) = 1551,51** e F calculado entre os fatores 1x2 (amostras x tratamentos) = 70,06**. Acidez: CV = 6,90 %, F calculado do fator 1 (amostras) = 105,97**, F calculado do fator 2 (tratamentos) = 23,79** e F calculado entre os fatores 1x2 (amostras x tratamentos) = 0,01^{ns}.

O parâmetro pH indicou valores mais ácidos para os frutos secos a 70 °C, assim como expressos nos percentuais de acidez para a manga, de 1,78 %, e abacaxi, de 2,59%. Tal fato pode ser justificado pela concentração dos ácidos orgânicos, frente à desidratação aplicada, também contribuindo para uma melhor conservação dos produtos.

O F de interação não foi significativo na acidez, por isso, não foi aplicado o teste de comparação de médias. Diferenças significativas para o pH foram obtidas entre as temperaturas e amostras em nível de 5 % de probabilidade, segundo o teste de *Tukey*, com exceção da temperatura de 70 °C, manga 3,92 e abacaxi 3,91.

Conclusões

A remoção de água em menor tempo pela temperatura de 70 °C se apresentou mais vantajosa tanto para a manga quanto para o abacaxi. Em detrimento da possibilidade de prejudicar aspectos sensoriais, o estudo de outras temperaturas é indicado para um melhor controle das temperaturas mínima e máxima satisfatórias. Os baixos valores de teor de água, pH e atividade de água e elevada acidez, principalmente na temperatura com melhor desempenho possibilita uma maior conservação dos produtos.

Palavras-Chave: *Ananas comosus*; *Mangifera indica* L.; desidratação.

Referências

- ALEXANDRE, H. V.; GOMES, J. P.; BARROS, NETO, A. L.; SILVA, F. L. H.; ALMEIDA, F. A. C. Cinética de secagem de abacaxi cv Pérola em fatias. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 123-128, 2009.
- ALVARENGA, L. M. **Fermentados alcoólico e acético de polpa de casca de abacaxi (*Ananas***

- comosus (L.) Merrill): Cinética das fermentações e caracterização dos produtos.** 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Farmácia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- DELGADO, J. M. P. Q.; LIMA, A. G. B. Transport Phenomena and drying of solids and particulate materials. **Advanced Structured Materials**. v. 48, p. 141-159, 2014.
- BARBOSA, T. A., LOBATO, F. S. Determinação da cinética de secagem de produtos alimentícios usando algoritmos genéticos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 3, p. 28-37, 2016.
- FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOZA, J. V. F.; FEITOSA, R. M.; SOUSA, E. P.; LEMOS, D.M. Efeito de diferentes temperaturas sobre a desidratação de tomates em rodelas. In: XX Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, Belém, **Anais...** Belém, 2017.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.
- IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. 2013. Panorama da cadeia produtiva das frutas em 2012 e projeção para 2013. São Paulo: **IBRAF**. 133p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5bmensal%5d/Fasciculo/lspa_201603.pdf>. Acesso em: 14 set. 2016.
- JAHURUL, M. H. A.; ZAIDUL, I. S. M.; GHAFOR, K.; AL-JUHAIMI, F.; NYAM, K.; NORULAINJ, N. A. N.; SAHENA, F.; MOHD-OMAR, A. K. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. **Food Chemistry**, n. 183, p. 73-180, 2015.
- MACHADO, A. M.; SOUZA, M. C.; JUNQUEIRA, M. F.; SARAIVA, S. H.; TEIXEIRA, C. J. Q. Cinéticas de secagem do abacaxi cv. pérola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 428-437, 2012.
- MELO, E. A.; ARAÚJO, C. R. Mangas das variedades espada, rosa e tommy atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. **Semina: Ciências Agrárias**, n. 32, p. 1451-1460, 2011.
- MARBER, I.; EDGSON, V. Doutor alimento: guia prático de nutrição para a família. São Paulo: **Alaúde Editorial**, p. 13-112, 2012.
- SANTOS FILHO, W. L. G.; DIAS, C. S.; RIBEIRO, C. F. A. Bebida láctea fermentada com adição de resíduo da industrialização de suco de abacaxi. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, p. 32-39, jun. 2016.
- SOUZA, F. A.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S. Manga 'Tommy Atkins' submetida a injúrias mecânicas pós-colheira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, n. 8, v. 5, p. 14-21, 2013.
- Villamiel, M.; Gamboa-Santos, J.; Soria, A.N.; Montilla, A. Quality parameters in convective dehydrated carrots blanched by ultrasound and convetional treatment. **Food Chemistry**. v. 141, n. 1 p. 616-624, 2013.