v7.n5.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA MELANCIA *(Citrullus lanatus)* DESIDRATADA POR DIVERSOS MÉTODOS DE SECAGEM

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF WATERMELON (Citrullus lanatus) DEHYDRATED USING DIFFERENT DRYING METHODS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA SANDÍA (Citrullus lanatus) DESHIDRATADA MEDIANTE DIVERSOS MÉTODOS DE SECADO

Heber Lins e Silva Sivini Ferreira[1]

e757947
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i5.7947

PUBLICADO: 05/2026

RESUMO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é um fruto altamente perecível devido ao seu elevado teor de água, o que limita sua vida de prateleira e favorece perdas pós-colheita. Nesse contexto, a secagem se apresenta como uma alternativa eficiente de conservação. O presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes métodos de secagem: estufa com convecção forçada, estufa sem convecção e Refractance Window (RW) aplicados à melancia, avaliando suas propriedades físico-químicas. As amostras foram submetidas aos processos de secagem até atingirem massa constante, sendo analisados os parâmetros de atividade de água, teor de umidade, sólidos solúveis totais (°Brix), pH, taxa de encolhimento e cinética de secagem. Os dados foram tratados estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados indicaram que o método RW apresentou maior eficiência na redução da atividade de água e maiores coeficientes de difusão, enquanto a estufa sem convecção a 55°C resultou no menor teor de umidade. Observou-se ainda aumento dos sólidos solúveis totais em todos os tratamentos, devido à concentração de açúcares. Conclui-se que todos os métodos foram eficazes na produção de melancia desidratada com características adequadas desde que seja armazenada em condições que mantenham a atividade de água baixa, inibindo possíveis fungos e bolores. Dentre os métodos estudados, destaca-se o método RW como o mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Melancia. Secagem. *Refractance Window*. Conservação. Propriedades Físico-químicas.

ABSTRACT

Watermelon (Citrullus lanatus) is a highly perishable fruit due to its high-water content, which limits its shelf life and promotes post-harvest losses. In this context, drying emerges as an efficient preservation method. This study aimed to compare different drying methods: forced convection oven, natural convection oven, and Refractance Window (RW) applied to watermelon, evaluating their physicochemical properties. The samples were dried until constant mass and analyzed for water activity, moisture content, total soluble solids (°Brix), pH, shrinkage rate, and drying kinetics. Statistical analysis was performed using Tukey's test ($p \leq 0.05$). The results showed that the RW method was more efficient in reducing water activity and presented higher diffusion coefficients, while the natural convection oven at 55°C resulted in the lowest moisture content. An increase in total soluble solids was observed in all treatments due to sugar concentration. It is concluded that all methods were effective in producing dehydrated watermelon with suitable characteristics if it is stored under conditions that maintain low water activity, thereby inhibiting the growth of fungi

[1] Graduando em Gastronomia pela Universidade Federal da Paraíba. Departamento de Gastronomia, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa - PB, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

and molds. Among the evaluated techniques, Refractance Window (RW) stood out as the most efficient.

KEYWORDS: *Watermelon. Drying. Refractance Window. Preservation. Physicochemical Properties.*

RESUMEN
La sandía (Citrullus lanatus) es un fruto altamente perecedero debido a su elevado contenido de agua, lo que limita su vida útil y favorece las pérdidas poscosecha. En este contexto, el secado se presenta como una alternativa eficiente de conservación. El presente trabajo tuvo como objetivo comparar diferentes métodos de secado: estufa con convección forzada, estufa sin convección y Refractance Window (RW), aplicados a la sandía, evaluando sus propiedades fisicoquímicas. Las muestras fueron sometidas a los procesos de secado hasta alcanzar masa constante, analizándose los parámetros de actividad de agua, contenido de humedad, sólidos solubles totales (°Brix), pH, tasa de encogimiento y cinética de secado. Los datos fueron tratados estadísticamente mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados indicaron que el método RW presentó mayor eficiencia en la reducción de la actividad de agua y mayores coeficientes de difusión, mientras que la estufa sin convección a 55 °C resultó en el menor contenido de humedad. Asimismo, se observó un aumento de los sólidos solubles totales en todos los tratamientos, debido a la concentración de azúcares. Se concluye que todos los métodos fueron eficaces en la producción de sandía deshidratada con características adecuadas, siempre que se almacene en condiciones que mantengan baja la actividad de agua, inhibiendo el desarrollo de hongos y mohos. Entre los métodos estudiados, el método Refractance Window (RW) se destacó como el más eficiente.

PALABRAS CLAVE: *Sandía. Secado. Refractance Window. Conservación. Propiedades Fisicoquímicas.*

1. INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus)* é uma espécie de trepadeira rasteira, sendo a mais cultivada da família Cucurbitaceae, ocupando aproximadamente 7% da área mundial destinada ao plantio, com a China ocupando o espaço de maior produtor mundial segundo a FAO (2022).

Segundo o censo do IBGE (2024), no Brasil foram produzidos mais de 1.9 milhão de toneladas de melancia em uma área de mais de 83 mil hectares, gerando mais de 2.4 bilhões de reais neste ano e sendo o terceiro fruto mais apreciado pelo mercado nacional (SENA, 2023). Essa produção se concentra majoritariamente no Nordeste do país, região que ocupa mais de 37% da produção nacional (IBGE, 2022).

Apesar de sua grande importância, é um fruto altamente perecível e com curta vida de prateleira mesmo quando armazenada corretamente. Melancias com a casca intacta apresentam vida de prateleira de até 10 dias em temperaturas entre 10ºC e 15ºC, caindo para 5 dias caso as temperaturas ultrapassem 23ºC.

Tendo isso em vista, faz-se necessário o uso de técnicas no processamento pós-colheita para minimizar as perdas causadas por problemas de armazenamento e evitar o desperdício do

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

cultivo, sendo uma das alternativas a secagem. Por ser um processo eficiente e bem conhecido, é amplamente utilizado em escala industrial para reduzir o teor de água em alimentos, diminuindo a possibilidade de crescimento microbiano e consequentemente estendendo sua vida de prateleira.

A secagem convencional de alimentos se dá por calor seco, onde o produto é colocado em uma estufa com ou sem circulação de ar e lentamente perde água para o meio. Os parâmetros de controle para secagem geralmente são: a temperatura da estufa, o tempo de secagem e as dimensões do produto seco. Essas três variáveis são de grande importância pois alteram diretamente a umidade final e o encolhimento final do alimento, características estas que estão ligadas a conservação e qualidade do produto final (BORGES *et al.*, 2008).

Outro método de secagem é o *Refractance Window* (RW), no qual uma película de material transparente é disposta sobre água aquecida a temperatura controlada, permitindo a transferência eficiente de calor para o alimento. Nesse processo, a água presente no produto é rapidamente evaporada, resultando em tempos de secagem reduzidos. Uma das principais vantagens do RW é o menor consumo energético em comparação aos métodos convencionais utilizados em escala industrial (RAGHAVI *et al.*, 2018).Os estudos de secagem de alimentos são amplos e diversos, porém pouco se fala sobre a secagem de melancias, um fruto com grande margem no mercado nacional e internacional e que requer considerável cuidado no armazenamento e processamento.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a viabilidade de um produto à base de pedaços de melancia madura desidratada por diferentes métodos de secagem, considerando suas características físico-químicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Melancia

A melancia (*Citrullus lanatus*) é um fruto pertencente a família Cucurbitaceae nativa do continente africano, especialmente da região do deserto do Kalahari. Trata-se de uma cultura amplamente adaptada a regiões tropicais, semitropicais e áridas, apresentando boa resistência à seca e elevada adaptabilidade a diversos climas (RAZAVI, 2006). No Brasil, segundo o IBGE (2024) foram produzidos aproximadamente 1,98 milhões de toneladas de melancia, gerando um valor de mais de 2,42 bilhões de reais, sendo Goiás o estado com maior produção.

Do ponto de vista nutricional, a melancia apresenta elevada concentração de água, podendo atingir cerca de 92% de sua composição, além de compostos bioativos como licopeno e β-caroteno, responsáveis por sua coloração avermelhada, e açúcares simples, como glicose,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

frutose e sacarose, que conferem sua doçura característica. Além disso, o fruto contém vitaminas A e C e aminoácidos como a citrulina, estando associado à redução do risco de doenças cardiovasculares e degenerativas (MAOTO, 2019).

Entretanto, seu elevado teor de água e sua estrutura celular frágil tornam a melancia altamente perecível, com vida de prateleira limitada e maior suscetibilidade a perdas pós-colheita. Essas características representam um desafio significativo para sua conservação e processamento, especialmente quando comparada a frutas com menor teor de umidade. Nesse contexto, a aplicação de técnicas de conservação, como a secagem, torna-se fundamental, embora a alta umidade inicial do fruto possa impactar negativamente a eficiência do processo e a qualidade do produto final.

2.2. Secagem

A secagem é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos, sendo utilizada desde a pré-história com auxílio da radiação solar. De maneira geral, o processo envolve a remoção de água de um alimento, resultando em um produto desidratado na forma de flocos, grânulos, pó, entre outros (RAGHAVI *et al.*, 2018). Historicamente, foi amplamente empregada na agricultura para a conservação de excedentes durante períodos de colheita. Atualmente, é utilizada em larga escala na indústria de alimentos como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de produtos, reduzir o desperdício, minimizar os efeitos da sazonalidade e diminuir os custos de transporte e armazenamento (GOMES, 2022).

O método convectivo é o mais empregado em escala industrial, representando a maior parte dos sistemas de secagem utilizados globalmente (ZAREIN, 2015). Nesse processo, o alimento é submetido a um fluxo de ar aquecido, promovendo a evaporação da água. No entanto, diversos estudos indicam que a secagem convectiva apresenta limitações importantes, como longos tempos de processamento e maior degradação de compostos sensíveis ao calor, afetando negativamente a qualidade nutricional e sensorial dos produtos (DOYMAZ, 2010).

Apesar de ser uma tecnologia amplamente estudada e consolidada, o processo requer controle rigoroso de variáveis críticas para garantir a eficiência da secagem. A qualidade do produto final está diretamente relacionada às condições operacionais e ao método empregado, que devem ser adequados ao tipo de alimento, bem como à qualidade e às características da matéria-prima.

Embora a secagem convectiva seja amplamente utilizada na indústria de alimentos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de aumentar a eficiência do processo e reduzir perdas de qualidade nutricional e sensorial associadas a longos tempos de exposição

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ao calor. Entre essas tecnologias emergentes, destaca-se o Refractance Window (RW), um método que tem sido aplicado principalmente na desidratação de frutas, vegetais e outros produtos com elevado teor de umidade. Essa técnica apresenta vantagens como menor tempo de secagem, menor consumo energético e maior preservação de compostos bioativos quando comparada aos métodos convencionais (RAGHAVI *et al.*, 2018).

2.3. *Refractance Window*

A secagem por *Refractance Window (*RW) é um método inovador, utilizado em diversos produtos, que apresenta maior eficiência energética quando comparado à secagem convectiva convencional.

O processo ocorre em um sistema composto por um tanque aquecido, geralmente associado a um sistema de exaustão, no qual o material a ser seco é disposto sobre um filme de Mylar que flutua sobre água aquecida. O calor da água é transferido ao material através do filme por mecanismos combinados de radiação, condução e convecção, promovendo a rápida evaporação da água presente no alimento (SANTOS *et al.*, 2022; HERRERA, 2025; RAGHAVI *et al.*, 2018).

O termo “janela” (window), que dá nome ao método, está relacionado a um fenômeno óptico associado à variação do índice de refração durante o processo de secagem. Quando o material úmido está em contato com o filme, ocorre maior transmissão da radiação infravermelha proveniente da água aquecida para o produto. À medida que a umidade é reduzida, essa condição se altera, aumentando a reflexão da radiação de volta para a água e, consequentemente, diminuindo a taxa de transferência de calor e de secagem (RAGHAVI *et al.*, 2018).

Esse método permite que o processo ocorra de forma rápida e eficiente, reduzindo significativamente o tempo de secagem quando comparado aos métodos convencionais. Como resultado, o RW tende a preservar melhor compostos sensíveis ao calor, como vitaminas, pigmentos e compostos bioativos, contribuindo para a obtenção de produtos com maior qualidade nutricional e sensorial.

Uma consideração importante sobre a secagem por RW é que, tradicionalmente, o processo é aplicado a materiais na forma de polpa pastosa. A maioria dos estudos concentra-se na aplicação em matrizes homogêneas, como polpas e purês, nos quais a transferência de calor e massa ocorre de maneira mais uniforme. Há uma limitada investigação em materiais estruturados, como frutas cortadas em pedaços, nas quais fatores como difusão interna e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

encolhimento exercem maior influência no processo. No presente trabalho, optou-se por uma abordagem distinta, utilizando a fruta *in natura*, sem processamento prévio em forma de polpa.

2.4. Características físico-químicas

2.4.1. Atividade de água (a_w)

A atividade de água é uma das principais propriedades a serem avaliadas em processos de secagem, conservação e armazenamento de produtos alimentícios. Seus valores variam entre 0 e 1, sendo que valores próximos de 1 indicam maior quantidade de água livre disponível no alimento, favorecendo o crescimento de microrganismos e, consequentemente, reduzindo sua vida útil. No entanto, a redução da atividade de água durante a secagem pode estar associada a alterações estruturais e sensoriais, especialmente em alimentos com elevado teor de umidade, evidenciando a necessidade de avaliar o impacto dos diferentes métodos de secagem sobre essa propriedade. A atividade de água é determinada por meio de equipamentos específicos, conhecidos como medidores de atividade de água.

2.4.2. Teor de umidade

O teor de umidade corresponde à quantidade de água presente em um alimento, sendo geralmente expresso como uma porcentagem da massa total da amostra. Sua redução indica maior eficiência do processo; entretanto, em materiais altamente hidratados, pode resultar em alterações estruturais significativas, como o encolhimento. O método mais comum para sua determinação consiste na medição da massa da amostra antes e após o processo de secagem, conforme apresentado na Equação 1:

$$umidade\ (\%) = \frac{100 \times N}{P} \qquad (1)$$

onde:

N = diferença de massa antes e depois da secagem

P = peso inicial da amostra

2.4.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é um conceito utilizado para expressar a concentração de íons hidrogênio em uma solução, sendo definido como o logaritmo negativo da atividade (ou concentração) de íons H^+ (KRAGH, 2025). Dessa forma, o pH é um indicador da acidez ou basicidade de soluções aquosas, constituindo um parâmetro essencial em análises químicas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Sua determinação é realizada por meio de um pHmetro, baseando-se em uma escala que varia de 0 a 14, na qual valores de pH abaixo de 7 são considerados ácidos, enquanto valores acima de 7 são classificados como básicos.

2.4.4. Sólidos solúveis totais (°Brix)

O grau Brix (°Bx) é uma escala numérica utilizada para expressar a concentração de sólidos solúveis totais em uma solução, sendo geralmente representada em equivalentes de sacarose. Cada 1 °Bx corresponde à presença de 1 g de sacarose em 100 mL de solução.

Na indústria de alimentos, essa escala é amplamente utilizada para determinar a concentração de açúcares em frutas, sucos, vinhos, entre outros produtos. Durante a secagem, a remoção de água promove a concentração de solutos, podendo impactar características sensoriais como sabor e textura. No entanto, essas alterações dependem do método de secagem, evidenciando a importância de sua avaliação comparativa. O principal instrumento empregado para a determinação do teor de sólidos solúveis totais é o refratômetro.

2.4.5. Taxa de encolhimento

O encolhimento é um fenômeno físico comum durante a secagem de materiais alimentícios, caracterizado pela redução do volume e das dimensões do material à medida que ocorre a remoção de água. À medida que a água evapora, ocorre um desequilíbrio na pressão interna do material, resultando na contração de sua estrutura sólida (MAHIUDDIN *et al.*, 2018).

A taxa de encolhimento pode ser determinada pela razão entre o volume final e o volume inicial da amostra, conforme apresentado na Equação 2 (McCABE *et al.*, 1993):

$$S = \frac{VD}{V_0} \times 100 \qquad (2)$$

onde:

S = taxa de encolhimento

VD = volume final da amostra

V_0 = volume inicial da amostra

2.4.6. Cinética de secagem

A cinética de secagem descreve a variação do teor de umidade de um material ao longo do tempo durante o processo de remoção de água. O estudo desse fenômeno é essencial para descrever o comportamento dos alimentos durante a desidratação e para determinar condições

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

operacionais adequadas que maximizem a eficiência do processo e a qualidade do produto final (DOYMAZ, 2010).

O processo de secagem pode ser representado por curvas de secagem, que relacionam a variação do teor de umidade ou da taxa de secagem em função do tempo. Essas curvas permitem identificar as diferentes etapas do processo e compreender os mecanismos de transferência de massa envolvidos na remoção de água do alimento (MAHJOORIAN *et al.*, 2016).

Modelos matemáticos, como a solução da segunda lei de Fick, são amplamente utilizados para descrever o comportamento da secagem e estimar parâmetros como a difusividade efetiva. No entanto, esses modelos assumem condições ideais que nem sempre representam adequadamente alimentos com estrutura heterogênea, especialmente aqueles com elevado teor de umidade.

Uma solução analítica da segunda lei de Fick foi proposta por Crank (1975), considerando distribuição inicial uniforme de umidade e ausência de resistência externa à transferência de massa, para o caso de uma placa plana infinita, conforme apresentado na Equação 3:

$$RU = \frac{Xt - Xe}{X_0 - Xe} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{\left[\frac{-(2n-1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right]} \qquad (3)$$

onde:

RU = razão do teor de umidade

Xt = teor de água médio no tempo t

Xe = teor de água de equilíbrio

X_0 = teor de água inicial

D_{ef} = difusividade efetiva

t = tempo

L = dimensão característica (meia espessura da placa)

A análise da cinética de secagem é amplamente utilizada em estudos de engenharia de alimentos para otimizar processos industriais, reduzir o consumo energético e garantir a preservação das características nutricionais, sensoriais e estruturais dos alimentos desidratados.

Nesse contexto, métodos inovadores, como a secagem por Refractance Window (RW), têm despertado interesse devido à sua maior eficiência energética e à capacidade de preservar compostos bioativos quando comparados aos métodos convencionais de secagem por convecção.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Dessa forma, torna-se relevante investigar o comportamento da melancia submetida a diferentes métodos de secagem, bem como avaliar as alterações em suas propriedades físico-químicas e visuais, a fim de identificar a técnica mais adequada para a obtenção de um produto desidratado de qualidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar o comportamento da melancia desidratada, o fruto foi submetido a diferentes processos de secagem e análises físico-químicas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, considerando como fatores o método de secagem e a temperatura de operação. Para cada condição experimental, foram utilizadas três repetições independentes, sendo cada unidade experimental constituída por uma amostra individual de melancia *in natura*.

A escolha de três repetições por tratamento segue prática comum em estudos experimentais em engenharia de alimentos, permitindo estimar a variabilidade experimental e garantir confiabilidade estatística aos resultados além da necessidade de aplicação de testes estatísticos de comparação de médias, permitindo a obtenção de resultados representativos e reprodutíveis.

3.1. Obtenção e preparo da matéria-prima

Foram utilizadas mini-melancias adquiridas em um mercado local em João Pessoa, Paraíba. Foram selecionadas melancias sem qualquer dano físico na casca. As amostras foram lavadas em água corrente, descascadas manualmente com auxílio de faca e pesadas em balança de precisão digital da marca Shimadzu (modelo UX6200H). A polpa foi cortada em paralelepípedos com dimensões de 1 cm de altura, 3 cm de comprimento e 2 cm de largura, medidas com paquímetro digital. Para garantir maior uniformidade, utilizou-se a região central da fruta, com menor presença de sementes, descartando-se as porções externas.

3.2. Secagem convectiva e não convectiva

Para os ensaios de secagem convectiva e não convectiva, 18 amostras *in natura* foram distribuídas em três repetições independentes, sendo nove amostras para cada estufa. As amostras foram dispostas em placas de Petri, pesadas em balança de precisão eletrônica e colocadas nas respectivas estufas. Os equipamentos foram previamente aquecidos às temperaturas de 45°C, 50°C e 55°C, sendo cada temperatura atribuída a um grupo de amostras. O processo de secagem foi conduzido até a obtenção de massa constante (variação ≤ 0,01 g).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

As amostras foram pesadas a cada 1 hora em balança digital de precisão e suas dimensões foram medidas com paquímetro para posterior análise.

3.3. Secagem por *Refractance Window*

Para a secagem por RW, nove amostras *in natura* foram divididas em três repetições independentes, pesadas em balança de precisão eletrônica e dispostas sobre bandejas de filme de Mylar posicionadas sobre água previamente aquecida às temperaturas de 85°C, 90°C e 95°C, sendo cada temperatura atribuída a um grupo. O sistema foi composto por um banho ultratermostatizado da marca Labor, adaptado com exaustores. O processo foi conduzido até massa constante (variação ≤ 0,01 g). As amostras foram pesadas a cada 30 minutos em balança digital de precisão e suas dimensões foram medidas com paquímetro para análises posteriores.

3.4. Armazenamento pós secagem

Ao final da secagem, as amostras foram removidas das placas de Petri e das bandejas de Mylar com auxílio de pinça de aço inoxidável e acondicionadas em recipientes plásticos devidamente codificados.

3.5. Avaliação físico-química

3.5.1. Atividade de água

A atividade de água foi determinada por um medidor de atividade de água modelo *Novasina LabMaster AW* com ambiente à 30ºC.

3.5.2. Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O cálculo foi realizado com base na massa da amostra antes e após o processo de secagem, aplicando-se a Equação 1.

3.5.3. pH

O pH foi determinado utilizando pHmetro digital modelo 206-pH1, previamente calibrado com soluções tampão. Para a análise, uma porção da polpa da melancia foi triturada em liquidificador doméstico, filtrada em peneira de aço inoxidável e transferida para béqueres para medição, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.5.4. Sólidos solúveis totais (°Brix)

Os sólidos solúveis totais foram determinados utilizando refratômetro digital de bancada modelo WYA-2S (Nova Instruments). Para a análise, uma amostra de cada grupo foi pesada e diluída em água destilada na proporção 1:10 (1 g de amostra para 10 mL de água). A mistura foi macerada em pistilo cerâmico, transferida para tubo de ensaio com tampa e homogeneizada por agitação vertical durante 30 segundos. Em seguida, a amostra foi mantida em repouso por 30 minutos para estabilização. Após esse período, a solução foi pipetada no refratômetro para leitura. O valor final de °Brix foi corrigido pelo fator de diluição, conforme a Equação 4:

$$°Brix\ real = °Brix\ medido \times fator\ de\ diluição \qquad (4)$$

3.5.5. Taxa de encolhimento

As dimensões das amostras (comprimento, largura e altura) foram medidas com paquímetro digital. O volume foi calculado considerando a geometria de paralelepípedo, conforme a Equação 5:

$$V = A \times C \times L \qquad (5)$$

onde:

V = volume
A = altura
C = comprimento
L = largura

A taxa de encolhimento foi determinada com base na razão entre o volume final e o volume inicial, conforme a Equação 2.

3.6. Cinética de secagem

Para a construção das curvas de cinética de secagem, foram aplicados modelos baseados na difusão de Fick, desconsiderando o efeito do encolhimento, com o objetivo de estimar os coeficientes de difusão. No modelo utilizado, foram considerados três termos na série, visando obter valores do coeficiente “A” próximos a $(8/\pi^2) \approx 0{,}810$.

Os ajustes do modelo aos dados experimentais de secagem foram realizados mediante procedimento de ajuste de curva não linear no programa OriginLab 2018. Os critérios de escolha

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

dos melhores ajustes foram baseados na determinação do coeficiente de regressão (R^2), gerado pelo próprio *software* estatístico.

3.7. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio de ferramentas computacionais. Os dados experimentais foram organizados no software Microsoft Excel para posterior tratamento. As análises estatísticas, incluindo o teste de comparação de médias de Tukey, foram realizadas no software OriginLab (2018), adotando-se nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização físico-química

4.1.1. Atividade de água

A Tabela 1 apresenta os valores de atividade de água (aw) das amostras submetidas aos diferentes métodos e condições de secagem.

Tabela 1. Valores médios da atividade de água (AW) e agrupamento pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias seguidas por mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si

Método	AW (média + desvio padrão)	Grupos
RW 85	0,56467 ± 0,010	b, c
RW 90	0,56636 ± 0,015	b, c
RW 95	0,53833 ± 0,019	c
EC 45	0,71300 ± 0,034	a
EC 50	0,60200 ± 0,031	b
EC 55	0,56833 ± 0,040	b, c
ENC 45	0,66467 ± 0,006	a
ENC 50	0,62367 ± 0,008	b, c
ENC 55	0,53533 ± 0,009	c

Fonte: Autoria própria.

Os resultados de atividade de água (AW) evidenciam influência significativa dos métodos e temperaturas de secagem. O tratamento EC 45 apresentou o maior valor (0,71300; grupo “a”), indicando menor eficiência na remoção de água, enquanto RW 95 (0,53833) e ENC 55 (0,53533),

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

pertencentes ao grupo “c”, apresentaram os menores valores, sendo mais eficazes na redução da água disponível.

De forma geral, o aumento da temperatura contribuiu para a diminuição da AW, especialmente nos métodos RW e ENC. A presença de sobreposição entre grupos estatísticos (b e c) indica que algumas condições produzem resultados equivalentes. Assim, condições que resultam em menor AW são mais adequadas para aumentar a estabilidade e conservação do produto.

Os valores de atividade de água obtidos neste experimento estão de acordo com a faixa reportada na literatura para frutas desidratadas, geralmente entre 0,40 e 0,70, dependendo das condições de secagem. Nessa faixa de atividade de água não há crescimento bacteriano no entanto, valores superiores a 0,60 ainda podem permitir o desenvolvimento de fungos e leveduras (ADAMS, 2007). Esse resultado indica que, apesar da eficiência dos processos, a estabilidade microbiológica do produto ainda depende de condições adequadas de armazenamento.

Comparativamente, Shahar (2022) reportou valores inferiores para processos como *spray drying*, o que pode ser atribuído à maior área superficial e à natureza do material processado. Nesse sentido, os resultados obtidos neste estudo refletem não apenas o método de secagem, mas também a estrutura da amostra, uma vez que a utilização de pedaços de fruta impõe maiores resistências à transferência de massa.

4.1.2. Teor de umidade

A Tabela 2 apresenta os valores médios do teor de umidade das amostras.

Tabela 2. Valores médios da atividade de teor de umidade (%) e agrupamento pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Método	Teor de umidade (%) (média + desvio padrão)	Grupos
RW 85	10,671 ± 0,535	a, b
RW 90	10,685 ± 2,447	a, b
RW 95	10,624 ± 0,587	a, b
EC 45	12,736 ± 0,689	a
EC 50	12,087 ± 0,649	a
EC 55	11,252 ± 0,744	a, b
ENC 45	11,876 ± 0,360	a
ENC 50	12,673 ± 0,201	a
ENC 55	9,907 ± 0,524	b

*Médias seguidas por mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os resultados de teor de umidade indicam diferenças entre os métodos de secagem, embora com maior sobreposição estatística entre os tratamentos. Os maiores valores foram observados em EC 45 (12,736%) e ENC 50 (12,673%), ambos no grupo “a”, indicando maior retenção de umidade. Por outro lado, o menor valor foi registrado em ENC 55 (9,907%; grupo “b”), evidenciando maior eficiência na remoção de água.

De forma geral, o aumento da temperatura contribuiu para a redução do teor de umidade, especialmente no método ENC. A presença de tratamentos no grupo intermediário (“a, b”) sugere comportamentos semelhantes entre algumas condições. Apesar da tendência geral de redução da umidade com o aumento da temperatura, a sobreposição estatística entre tratamentos sugere que esse efeito não foi uniforme entre os métodos. Esse comportamento pode estar relacionado a limitações internas à difusão de umidade, especialmente em amostras estruturadas.

Os valores obtidos são compatíveis com produtos desidratados estáveis. No entanto, a associação entre teor de umidade e atividade de água indica que a remoção de água não se traduz necessariamente em redução proporcional da fração de água livre, o que reforça a importância da análise conjunta desses parâmetros.

4.1.3. pH

O pH de frutas desidratadas pode apresentar pequenas variações em relação à fruta in natura na ausência de aditivos, devido à concentração de sólidos e possíveis alterações químicas durante o processo de secagem. No entanto, essas mudanças geralmente não são expressivas, mantendo-se o caráter ácido da fruta original (FELLOWS, 2009).

O pH médio das amostras de melancia *in natura* obtido neste estudo foi de 5,47, valor que se encontra dentro da faixa típica reportada e o que classifica esse fruto como de baixa acidez (ICMSF, 1998). Valores semelhantes foram observados em produtos derivados e minimamente processados, como relatado por estudos que encontraram pH médio de aproximadamente 5,58 em melões e frutos com características próximas (SILVA *et al.*, 2021).

Estudos microbiológicos indicam que a maioria das bactérias apresenta crescimento em uma faixa de pH entre 4,0 e 9,0, enquanto leveduras e bolores são capazes de se desenvolver em condições ainda mais ácidas (SINGH *et al.*, 2018). Nesse contexto, o valor de pH obtido neste trabalho indica que, isoladamente, a melancia constitui um meio favorável ao crescimento microbiano. Entretanto, no caso de produtos desidratados, como os obtidos neste estudo, a estabilidade microbiológica não depende exclusivamente do pH, mas principalmente da redução da atividade de água.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.1.4. Sólidos solúveis totais (°Brix)

A Tabela 3 apresenta os valores de sólidos solúveis totais.

Tabela 3. Valores médios da taxa sólidos solúveis totais (°Brix) e agrupamento pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Método	Sólidos solúveis totais (°Brix) (média + desvio padrão)	Grupos
RW 85	62,83 ± 0,39	a, b
RW 90	62,82 ± 1,75	a, b
RW 95	62,87 ± 0,44	a, b
EC 45	61,35 ± 0,52	b
EC 50	61,88 ± 0,52	a, b
EC 55	62,54 ± 0,58	a, b
ENC 45	62,02 ± 0,30	a, b
ENC 50	61,40 ± 0,16	b
ENC 55	63,55 ± 0,49	a

*Médias seguidas por mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados de sólidos solúveis totais (°Brix) mostram pouca variação entre os tratamentos, com a maioria apresentando valores próximos e pertencentes ao mesmo grupo estatístico (“a, b”). O maior valor foi observado em ENC 55 (63,55; grupo “a”), enquanto os menores foram registrados em EC 45 (61,35) e ENC 50 (61,40), ambos no grupo “b”, indicando leve diferença entre algumas condições.

De modo geral, os resultados sugerem que o método e a temperatura de secagem exerceram influência limitada sobre os sólidos solúveis totais. A predominância de agrupamentos semelhantes indica que as variações não foram expressivas na maioria dos tratamentos. Ainda assim, condições como ENC 55 se destacam por apresentar maior concentração de sólidos, possivelmente associada à maior remoção de água durante o processo de secagem. Os baixos desvios padrão observados na maioria dos tratamentos indicam boa repetibilidade experimental e homogeneidade das amostras, reforçando a confiabilidade dos dados obtidos.

4.1.5. Taxa de encolhimento

A Tabela 4 apresenta os valores de taxa de encolhimento.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 4. Valores médios da taxa de encolhimento e agrupamento pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Método	Taxa de encolhimento (média + desvio padrão)	Grupos
RW 85	5,040 ± 1,348	a, b, c
RW 90	5,881 ± 0,866	a, b, c
RW 95	7,269 ± 0,196	a
EC 45	4,343 ± 0,410	c
EC 50	4,930 ± 0,659	a, b, c
EC 55	4,146 ± 0,818	c
ENC 45	4,868 ± 0,744	b, c
ENC 50	6,824 ± 0,562	a, b
ENC 55	6,007 ± 1,230	a, b, c

*Médias seguidas por mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si.
Fonte: Autoria própria.

Os resultados da taxa de encolhimento evidenciam variação entre os métodos e condições de secagem. O maior valor foi observado em RW 95 (7,269; grupo “a”), indicando maior contração estrutural, enquanto os menores valores ocorreram em EC 55 (4,146) e EC 45 (4,343), ambos no grupo “c”, sugerindo menor intensidade de encolhimento.

De forma geral, o aumento da temperatura tende a elevar a taxa de encolhimento, como observado principalmente no método RW. A ampla sobreposição de grupos (a, b, c) em diversos tratamentos indica comportamento estatisticamente semelhante entre algumas condições. A relação entre temperatura e encolhimento não foi completamente linear, evidenciada pela sobreposição de grupos estatísticos. Esse comportamento sugere que o encolhimento não depende exclusivamente da intensidade da secagem, mas também de fatores estruturais do material. Mesmo com padronização de tamanho, podem ocorrer variações na densidade, porosidade e distribuição de umidade (LEWICKI, 2006).

4.1.6. Cinética de secagem

Os gráficos de 1 a 9 demonstram as curvas de secagem e determinação do coeficiente de difusão (D_{ef}) baseado no modelo difusional da Segunda Lei de Fick, o coeficiente de correlação (R^2) e o parâmetro A (o valor estimado de A deve se aproximar do teórico da placa

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

plana ($8/\pi^2$ = 0,81056). Para esses cálculos foi utilizado a média dos pesos das amostras em cada etapa da secagem.

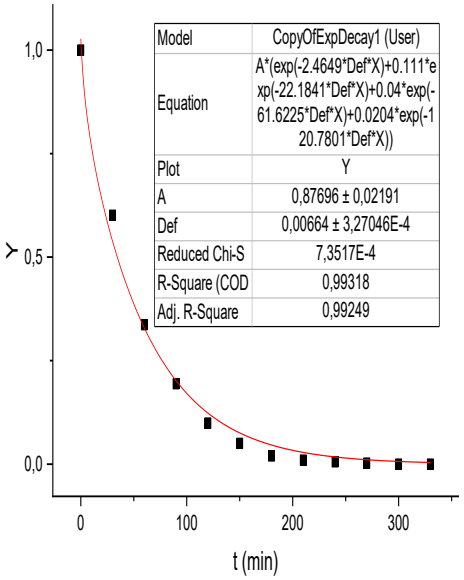

Gráfico 1. RW 85.

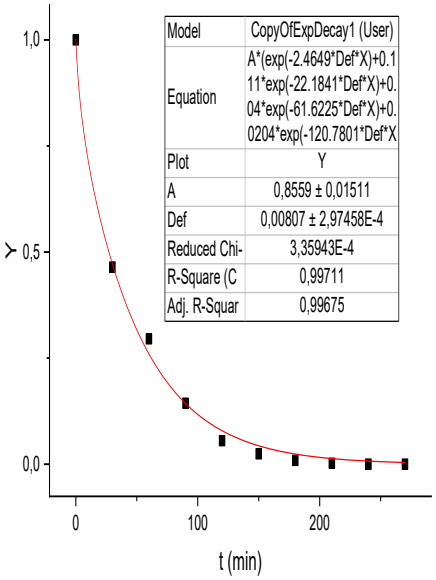

Gráfico 2. RW 90.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

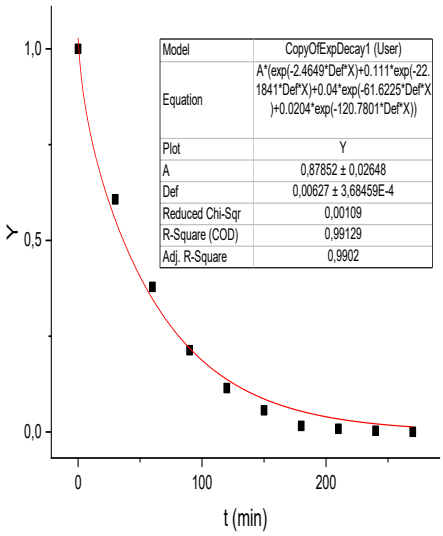

Gráfico 3. RW 95.

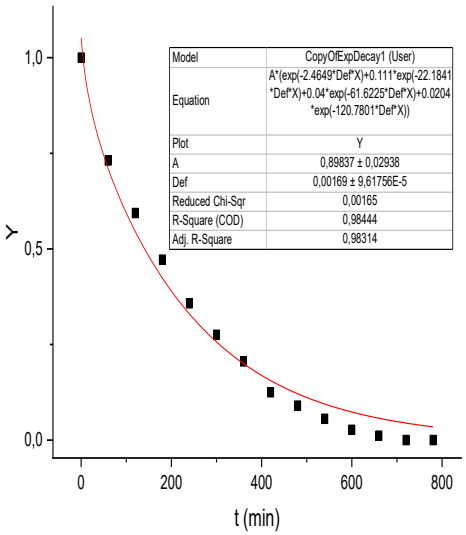

Gráfico 4. EC 45.

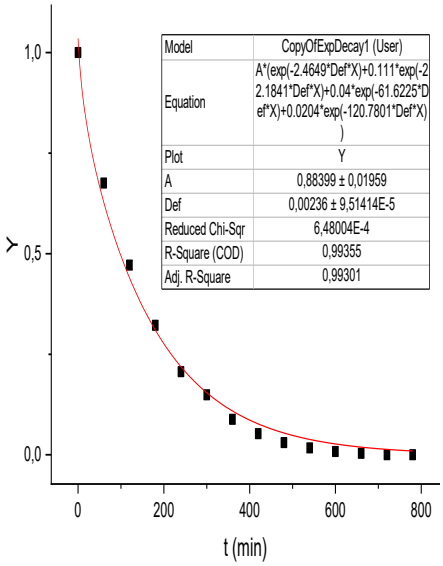

Gráfico 5. EC 50.

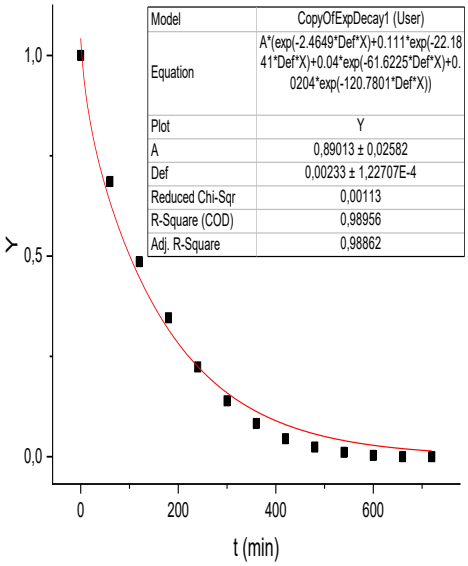

Gráfico 6. EC 55.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

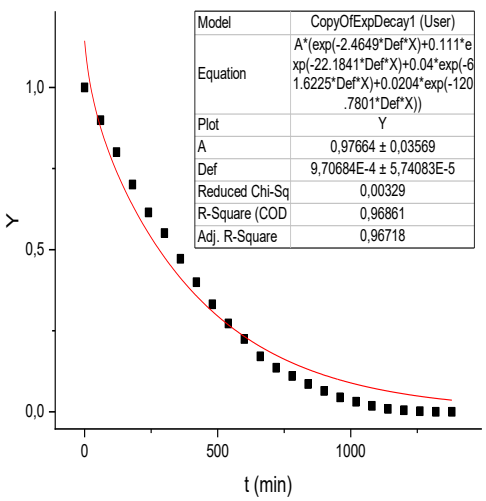

Gráfico 7. ENC 45.

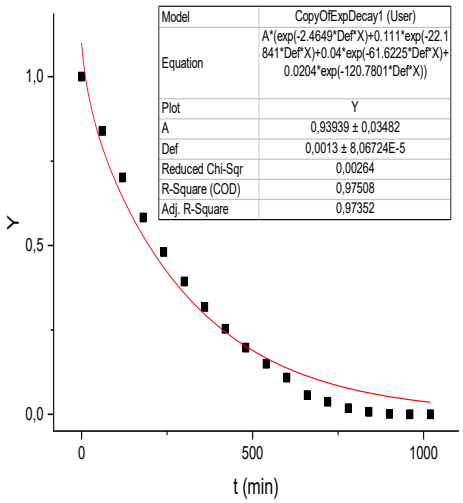

Gráfico 8. ENC 50.

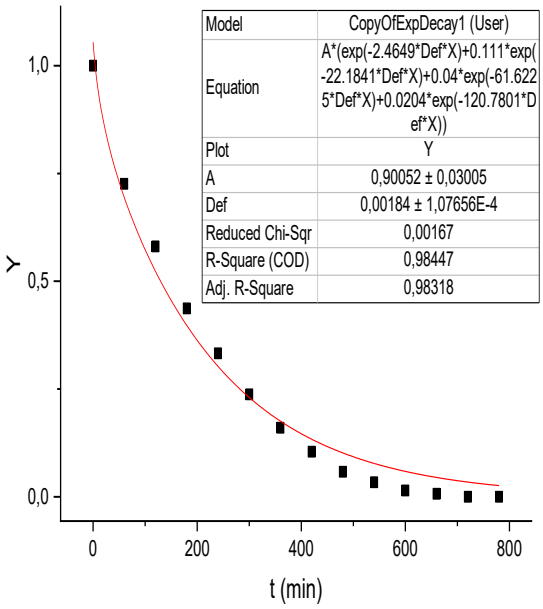

Gráfico 9. ENC 55.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 5. Termos do ajuste do modelo difusional de Fick. Fonte: Autoria própria

Método	A	D_{ef} (cm²/min)	R²
RW 85	0,87696 ± 0,02191	$6{,}64 \times 10^{-3}$	99,249
RW 90	0,8559 ± 0,01511	$8{,}07 \times 10^{-3}$	99,675
RW 95	0,87852 ± 0,02648	$6{,}27 \times 10^{-3}$	99,02
EC 45	0,89837 ± 0,02938	$1{,}69 \times 10^{-3}$	98,314
EC 50	0,88399 ± 0,01959	$2{,}36 \times 10^{-3}$	99,301
EC 55	0,89013 ± 0,02582	$2{,}33 \times 10^{-3}$	98,862
ENC 45	0,97664 ± 0,03569	$0{,}97 \times 10^{-3}$	96,718
ENC 50	0,90052 ± 0,03005	$1{,}84 \times 10^{-3}$	98,318
ENC 55	0,93939 ± 0,03482	$1{,}3 \times 10^{-3}$	97,352

Observando os dados acima, é notável que os valores de R² variaram entre 0,967 e 0,997, indicando excelente ajuste do modelo aos dados experimentais. Em relação ao coeficiente de difusão efetivo (D_ef), observou-se que os valores variam entre 0,97 × 10^{-3} (em ENC 45) a 8,07 × 10^{-3} cm²/min (em RW 90), evidenciando uma forte influência do método e da temperatura de secagem. O parâmetro A apresentou valores próximos do esperado (0,856 a 0,976), indicando boa adequação do modelo aos dados experimentais e consistência na representação das condições iniciais.

Comparativamente, o método RW apresentou os maiores valores de D_ef, seguido pela secagem convectiva (EC) e não convectiva (ENC). Esse comportamento indica maior eficiência de transferência de massa no RW, possivelmente associada ao aquecimento mais uniforme e à maior taxa de evaporação.

Entretanto, observou-se que o aumento da temperatura não resultou, em todos os casos, em aumento da difusividade efetiva. Esse comportamento, embora aparentemente contraditório, está associado a modificações estruturais no material durante a secagem, como encolhimento, colapso celular e formação de uma camada superficial mais densa, que aumentam a resistência interna à transferência de massa (LEWICKI, 2006). Esse efeito é particularmente relevante no presente estudo, uma vez que foram utilizadas amostras em pedaços, e não em forma de polpa, o que intensifica a influência de gradientes internos de umidade e resistência à transferência de massa.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

De forma geral, a análise cinética confirma a maior eficiência do método RW. No entanto, os resultados indicam que essa eficiência depende não apenas das condições térmicas, mas também da interação entre estrutura do material e mecanismos de transporte.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que os métodos de secagem avaliados foram eficazes na produção de melancia desidratada com características físico-químicas compatíveis com a conservação de alimentos, desde que associadas a condições adequadas de armazenamento.

A análise conjunta dos parâmetros indica que o método *Refractance Window* (RW) apresentou maior eficiência global, evidenciada pelos maiores coeficientes de difusão efetiva e pela redução consistente da atividade de água em diferentes condições operacionais. No entanto, essa superioridade não se refletiu de forma uniforme em todos os parâmetros analisados, uma vez que a estufa sem convecção a 55 °C (ENC 55) apresentou o menor teor de umidade entre os tratamentos.

Os resultados também evidenciam que a redução do teor de umidade não implica, necessariamente, em diminuição proporcional da atividade de água, reforçando a importância da avaliação simultânea desses parâmetros para a determinação da estabilidade do produto. Nesse contexto, observou-se que algumas condições resultaram em valores de atividade de água ainda suscetíveis ao desenvolvimento de fungos e leveduras, indicando a necessidade de controle adicional durante o armazenamento.

A análise da cinética de secagem demonstrou que o aumento da temperatura e a escolha do método influenciam significativamente os coeficientes de difusão. Entretanto, a ausência de comportamento linear em algumas condições sugere a ocorrência de limitações estruturais, como encolhimento e formação de barreiras internas, que afetam a transferência de massa.

Além disso, destaca-se que a utilização de pedaços de melancia *in natura*, em contraste com a forma de polpa frequentemente empregada na literatura, introduz maior complexidade ao processo de secagem, influenciando diretamente os mecanismos de transporte de calor e massa.

Dessa forma, conclui-se que, embora o método RW se destaque em termos de eficiência de secagem, a escolha da condição operacional mais adequada depende do parâmetro de interesse e das características estruturais do produto, sendo necessária uma abordagem integrada para otimização do processo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. ***Food microbiology*.** 3. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2008.

BORGES, S. V. et al. **Secagem de fatias de abóbora (*Cucurbita moschata* L.) por convecção natural e forçada.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 245–251, 2008.

CRANK, J. ***The mathematics of diffusion*.** 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1975.

DOYMAZ, İ. **Evaluation of mathematical models for prediction of thin-layer drying of banana slices.** *International Journal of Food Properties*, v. 13, n. 3, p. 486–497, 2010.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. *FAOSTAT: crops and livestock products*.** Rome: FAO, 2022.

FELLOWS, P. J. ***Food processing technology: principles and practice*.** 3. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

GOMES, F. P.; RESENDE, O.; SOUSA, E. P. **Secagem de alimentos: uma revisão sobre aplicações.** *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 2, p. 12759–12777, 2022.

HERRERA, P.; SANTAGAPITA, P.; MORENO, F. **Refractance window drying: a new approach for producing high-quality powdered dairy products.** *Journal of Dairy Science*, v. 108, n. 3, p. 2324–2339, 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. ***Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes*.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. ***Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes*.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. ***Métodos físico-químicos para análise de alimentos*.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). ***Microorganisms in foods 6: microbial ecology of food commodities*.** 2. ed. New York: Springer, 1998.

KRAGH, H. S. P. L. **Sørensen, the pH concept and its early history.** *Foundations of Chemistry*, 2025.

LEWICKI, P. P. **Design of hot air drying for better foods.** *Trends in Food Science & Technology*, v. 17, p. 153–163, 2006.

MAHIUDDIN, M. et al. **Shrinkage of food materials during drying: current status and challenges.** *Drying Technology*, v. 36, n. 6, p. 1–15, 2018.

MAHJOORIAN, A. et al. **Modeling of drying kiwi slices and its sensory evaluation.** *Food Science & Nutrition*, v. 4, n. 3, p. 1–9, 2016.

MAOTO, M. M.; BESWA, D.; JIDEANI, A. I. O. **Watermelon as a potential fruit snack.** *International Journal of Food Properties*, v. 22, n. 1, p. 355–370, 2019.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. ***Unit operations of chemical engineering*.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

MICROSOFT CORPORATION. ***Microsoft Excel*.** Redmond, 2023.

ORIGINLAB CORPORATION. ***OriginPro 2018*.** Northampton, 2018.

RAGHAVI, L. M. et al. **Refractance window drying of foods: a review.** *Journal of Food Engineering*, v. 222, p. 267–275, 2018.

RAZAVI, S. M. A.; MILANI, E. **Some physical properties of watermelon seeds.** *African Journal of Agricultural Research*, v. 1, n. 3, p. 65–69, 2006.

SANTOS, V. C. et al. **A review on refractance window drying process of fruits and vegetables: its integration with renewable energies.** *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, 2022.

SENA, E.; BRITO, S.; MONTEIRO, H. **Panorama da produção de melancias no Brasil.** *Revista Campos & Negócios*, Uberlândia, 2023.

SHAHAR, A. et al. **Effect of different drying processing methods on the physicochemical properties of watermelon powder.** *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, v. 3, n. 2, 2022.

SILVA, J. B. et al. **Evaluation of growth potential of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat fresh fruit.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, e12310512345, 2021.

TBCA – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. ***Tabela brasileira de composição de alimentos*.** Campinas: NEPA/UNICAMP, 2026.

ZAREIN, M.; SAMADI, S.; GHOBADIAN, B. **Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices.** *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, v. 14, n. 1, p. 41–47, 2015.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.