

Parâmetros de qualidade física e química do eixo central, mesocarpo e semente de jaca submetidos a diferentes processos de secagem

Parameters of physical and chemical quality of the central axis, mesocarp and jackfruit seed submitted to diferente drying processes

Parámetros de calidad física y química del eje central, mesocarpio y semilla de jack sometidos a diferentes procesos de secado

Recebido: 23/02/2022 | Revisado: 03/03/2022 | Aceito: 12/03/2022 | Publicado: 20/03/2022

Ana Paula Moisés de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3319-7674>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: anapaulinha_15_6@hotmail.com

Ana Regina Nascimento Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9029-6922>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: arncampos@ufcg.edu.br

Renato Alexandre Costa de Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7075-7709>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: renatoacs@ufcg.edu.br

Danilo Lima Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0780-3474>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: danielold.15@gmail.com

Antonio Daniel Buriti de Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9786-1496>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: daniel_buritt@hotmail.com

Jessica Raiane Barbosa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0466-2533>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: jessicaraianekairos@gmail.com

Ayanne Basílio Malaquias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0117-7257>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: ayanne.bm@gmail.com

Tiago da Nóbrega Albuquerque

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8046-8727>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: tiagofernandes_pb@hotmail.com

Gracimário Bezerra da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0681-6249>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: eng.gracimario@hotmail.com

Josivanda Palmeira Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2047-986X>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: josivanda@gmail.com

Resumo

O processo de secagem tem como objetivo a redução do teor de água, contribuindo na conservação, armazenamento e prolongamento da vida útil dos alimentos. Diferentes métodos de secagem influenciam o rendimento e a qualidade do produto. Assim, objetivou-se observar a influência da secagem em estufa e forno de micro-ondas nas propriedades físicas e químicas dos resíduos de jaca. As matérias-primas foram reaproveitadas das jacas adquiridas no sítio Bujari, Cuité, PB. Eixo central, mesocarpo e semente foram secos a 60 °C por 300, 360 e 300 min, respectivamente. A rampa de aquecimento em forno de micro-ondas foi de 3 ciclos de 5 min, potência de 100% e 40 g de amostra. Os dois métodos de secagem ocasionaram a concentração do teor de resíduo mineral, sólidos solúveis totais e proteínas. Entretanto, houve redução no teor de água, atividade de água e pH, aumentando a estabilidade das farinhas e,

consequentemente, a vida útil. Na secagem em forno micro-ondas, a concentração proteica foi de 2,14, 5,33 e 1,45 vezes para o eixo central, mesocarpo e semente, respectivamente, em relação aos resíduos *in natura*. As farinhas elaboradas podem ser consideradas fontes de diferentes minerais. A secagem em forno de micro-ondas foi considerada mais eficiente na redução do teor de água, tempo de secagem e qualidade do produto desidratado. O uso de resíduos de jaca e a transformação em farinhas com valor agregado é importante para a sustentabilidade e o meio ambiente, uma vez que reduz perdas de alimentos, desperdícios e impacto ambiental.

Palavras-chave: Forno de micro-ondas; Reaproveitamento de resíduos; Farinha; Sustentabilidade.

Abstract

The drying process aims to reduce the water content, contributing to the conservation, storage and prolonging the shelf life of the food. Different drying methods influence the yield and the quality of the product. Thus, the objective was to observe the influence of drying in an oven and microwave oven on the physical and chemical properties of jackfruit residues. The raw materials were reused from the jackfruits purchased at the Bujari site, Cuité, PB. Central axis, mesocarp and seed were dried at 60 ° C for 300, 360 and 300 min, respectively. The heating ramp in a microwave oven was 3 cycles of 5 min, 100% power and 40 g of sample. The two drying methods caused the concentration of the mineral residue content, total soluble solids and proteins. However, there was a reduction in water content, water activity and pH, increasing the stability of the flours and, consequently, the shelf life. When drying in a microwave oven, the protein concentration was 2.14, 5.33 and 1.45 times for the central axis, mesocarp and seed, respectively, in relation to the *in natura* residues. The elaborated flours can be considered sources of different minerals. Drying in a microwave oven was considered more efficient in reducing the water content, drying time and quality of the dehydrated product. The use of jackfruit residues and the transformation into value-added flours is important for sustainability and the environment, as it reduces food losses, waste and environmental impact.

Keywords: Microwave oven; Reuse of waste; Flour; Sustainability.

Resumen

El proceso de secado tiene como objetivo reducir el contenido de agua, contribuyendo a la conservación, almacenamiento y prolongando la vida útil de los alimentos. Los diferentes métodos de secado influyen en el rendimiento y la calidad del producto. Así, el objetivo fue observar la influencia del secado en horno y microondas sobre las propiedades físicas y químicas de los residuos de la yaca. Las materias primas se reutilizaron de las yacas compradas en el sitio de Bujari, Cuité, PB. El eje central, el mesocarpio y la semilla se secaron a 60 ° C durante 300, 360 y 300 min, respectivamente. La rampa de calentamiento en un horno microondas fue de 3 ciclos de 5 min, 100% de potencia y 40 g de muestra. Los dos métodos de secado provocaron la concentración del contenido de residuos minerales, sólidos solubles totales y proteínas. Sin embargo, hubo una reducción en el contenido de agua, la actividad del agua y el pH, aumentando la estabilidad de las harinas y, en consecuencia, la vida útil. Al secar en microondas, la concentración de proteína fue 2.14, 5.33 y 1.45 veces para el eje central, mesocarpio y semilla, respectivamente, en relación a los residuos *in natura*. Las harinas elaboradas pueden considerarse fuentes de diferentes minerales. El secado en un horno de microondas se consideró más eficaz para reducir el contenido de agua, el tiempo de secado y la calidad del producto deshidratado. El uso de residuos de yaca y la transformación en harinas de valor agregado es importante para la sostenibilidad y el medio ambiente, ya que reduce las pérdidas, el desperdicio y el impacto ambiental de alimentos.

Palabras clave: Horno de microondas; Reutilización de residuos; Harina; Sustentabilidad.

1. Introdução

As várias partes da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) incluindo frutas, folhas e cascas do caule têm sido amplamente utilizadas na medicina tradicional devido aos seus efeitos anticarcinogênicos, antimicrobianos, antifúngicos, anti-inflamatórios, cicatrizantes e hipoglicêmicos. A jaca é altamente nutritiva em carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais e fitoquímicos, como ácidos graxos e esteróides, com grande potencial para as indústrias de alimentos, cosméticos, farmacêutica e bionanotecnologia. Mas apesar dos benefícios, a fruta é subutilizada nas regiões onde é cultivada (Moura & Basso, 2017; Balamaze et al., 2019; Ranasinghe et al., 2019).

No processamento dessa fruta, uma grande quantidade de partes não comestíveis, como casca, eixo central e mesocarpo é gerada e, muitas vezes, é utilizada como ração animal ou simplesmente descartada ocasionando problemas ambientais. No entanto, diversas pesquisas têm investigado as possibilidades de conversão de resíduos agroindustriais em produtos de valor agregado e tecnologias de produção aliadas as estratégias de gestão de resíduos devem ser consideradas quanto a elaboração de produtos em escala comercial (Moorthy et al., 2017).

Considerando a importância do desenvolvimento de novos produtos e a subutilização dos resíduos de jaca, torna-se viável a aplicação de tecnologias para transformar esses resíduos em produtos alimentícios e estabelecer suas potencialidades como matéria-prima (Jiang et al., 2019). As tecnologias de secagem, além de serem eficazes contra a deterioração, também preservam compostos bioativos e nutrientes por mais tempo, melhorando a segurança alimentar, além de reduzir as perdas pós-colheita. A influência e aplicabilidade da secagem convectiva amplamente aplicada pelas indústrias alimentícias são relatadas para diferentes vegetais, como cabaça espinhosa (*Momordica dioica* Roxb. ex Willd) (Kumar et al., 2021); polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) (Santos et al., 2020), sementes de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) (Silva et al., 2020a) e casca de jaca (Sousa et al., 2020a).

Entretanto, novas tecnologias vêm sendo empregadas para melhorar a qualidade e reduzir o consumo de energia e o impacto ao meio ambiente. Como exemplo de tecnologia de secagem emergente, considerando técnicas de desidratação selecionadas com potencial de comercialização, tem-se a secagem assistida por micro-ondas (Jangam, 2011). A secagem por micro-ondas é um processo promissor devido ao menor tempo de secagem e melhor qualidade do produto. A alta potência do micro-ondas diminui o tempo de secagem, mas pode causar a carbonização do produto, por isso a secagem em potência de micro-ondas variável é considerada mais adequada. O ar (temperatura e velocidade) tem um papel importante, não só como transportador da umidade evaporada, mas também porque contribui para uma secagem mais homogênea e rápida. Considerando a enorme economia de tempo de secagem por micro-ondas, esse processo tem potencial em aplicações industriais (Ahrné et al., 2007; Pereira et al., 2007; Kumar & Karim, 2019).

Logo, diferentes processos de secagem podem resultar em maior ou menor rendimento do alimento e também serem responsáveis por diferenças na qualidade do produto obtido. Conforme observado na revisão de literatura, a influência da secagem convectiva e forno de micro-ondas em atributos de qualidade de resíduos de jaca é escassa. Assim, o presente estudo teve como objetivo observar a influência dos métodos de secagem, estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas, nas propriedades físicas e químicas dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca.

2. Metodologia

O presente trabalho apresenta caráter quali-quantitativo, exploratório e laboratorial (Pereira et al., 2018), sendo realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais e no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos, Centro de Educação e Saúde, ambos da Universidade Federal de Campina Grande. Os resíduos eixo central, mesocarpo e semente foram reaproveitados das jacas da “variedade mole” adquiridas no sítio Bujari, município de Cuité, PB.

Os resíduos de jaca foram triturados individualmente em liquidificador industrial por 20 min. Em seguida, submeteu-se à secagem em estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas. Na secagem em estufa, os resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca foram secos a 60 °C por um período de 300, 360 e 300 min, respectivamente. Na secagem por forno de micro-ondas, a rampa de aquecimento foi de 3 ciclos de 5 min, potência de 100% (2450 MHz e 700 W) e 40 g de amostra. Nessas condições, os resíduos secos foram triturados em moinho de facas (Willye, Star FT 48/I) para obtenção dos produtos farináceos de eixo central, mesocarpo e semente de jaca pelos dois métodos de secagem.

Os resíduos *in natura* e os produtos farináceos obtidos foram submetidos a análises físicas e químicas quanto ao teor de água, pH, resíduo mineral fixo, sólidos solúveis totais e proteína bruta, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para determinação da atividade de água, usou-se o equipamento Aqualab modelo 3TE (Decagon Devices, Inc.). Os minerais foram identificados e quantificados por Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva,

utilizando o equipamento da Shimadzu EDX-7000. Ainda, determinou-se o rendimento de produção dos produtos farináceos segundo a Equação 1. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{m_f}{m_i} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

m_f – massa após secagem (g);

m_i – massa da amostra *in natura* (g).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as diferenças significativas entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do *software Assisat* versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016a).

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra a composição física e química dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura* e dos produtos farináceos, em base seca, obtidos a partir da secagem em estufa a 60 °C e forno de micro-ondas. É possível observar a influência dos dois métodos de secagem aplicados aos resíduos de jaca nos parâmetros estudados.

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) *in natura* e dos produtos farináceos obtidos a partir da secagem em estufa a 60 °C e forno de micro-ondas.

Parâmetros	<i>In natura</i>	Estufa a 60 °C	Forno de micro-ondas
	Eixo central		
Teor de água (%)	84,99 ± 0,01 ^a	8,48 ± 0,02 ^b	4,37 ± 0,38 ^c
Atividade de água	0,9867 ± 0,01 ^a	0,4888 ± 0,01 ^b	0,4782 ± 0,01 ^b
pH	5,54 ± 0,29 ^a	5,10 ± 0,02 ^b	5,26 ± 0,01 ^{ab}
Resíduo mineral fixo (%)	2,74 ± 0,07 ^c	6,24 ± 0,02 ^b	6,42 ± 0,01 ^a
Sólidos solúveis totais (%)	4,20 ± 0,17 ^c	9,83 ± 0,21 ^b	12,17 ± 0,15 ^a
Proteínas (%)	5,41 ± 0,28 ^c	10,04 ± 0,08 ^b	11,59 ± 0,44 ^a
Mesocarpo			
Teor de água (%)	83,31 ± 0,13 ^a	6,58 ± 0,0 ^b	5,64 ± 1,18 ^b
Atividade de água	0,9949 ± 0,01 ^a	0,5506 ± 0,01 ^b	0,5560 ± 0,01 ^b
pH	5,51 ± 0,01 ^a	5,0 ± 0,01 ^b	4,77 ± 0,01 ^c
Resíduo mineral fixo (%)	1,48 ± 0,07 ^c	3,99 ± 0,04 ^b	4,39 ± 0,01 ^a
Sólidos solúveis totais (%)	2,10 ± 0,20 ^b	10,77 ± 0,15 ^a	10,40 ± 0,46 ^a
Proteínas (%)	1,87 ± 0,09 ^c	8,15 ± 0,10 ^b	9,96 ± 0,16 ^a
Semente			
Teor de água (%)	84,29 ± 0,35 ^a	12,80 ± 0,04 ^b	12,21 ± 0,29 ^b
Atividade de água	0,9836 ± 0,01 ^a	0,5932 ± 0,002 ^b	0,5894 ± 0,01 ^b
pH	5,83 ± 0,06 ^a	5,67 ± 0,03 ^b	5,46 ± 0,01 ^c
Resíduo mineral fixo (%)	3,01 ± 0,06 ^c	8,37 ± 0,01 ^b	9,40 ± 0,03 ^a
Sólidos solúveis totais (%)	14,63 ± 0,55 ^b	18,17 ± 0,15 ^a	12,70 ± 1,93 ^b
Proteínas (%)	13,86 ± 1,17 ^c	17,30 ± 0,88 ^b	19,98 ± 0,56 ^a

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Fonte: Fonte: Autores.

O teor de água é relevante na produção de alimentos para garantir a padronização do produto, pois influencia no controle da taxa de deterioração por microrganismos e, dessa forma, a determinação é de grande importância para definir a estabilidade, qualidade e composição dos alimentos, podendo afetar a estocagem, a embalagem e o tipo de processamento aplicado. O conteúdo de água varia de acordo com o alimento (Fellows, 2019; Silva et al., 2019). Assim, os resíduos eixo central, mesocarpo e semente *in natura* apresentaram teor de água acima de 83% (Tabela 1).

Sousa et al. (2020b) ao caracterizarem os resíduos casca e bagaço (formado de eixo central e mesocarpo) de jaca *in natura*, verificaram que o bagaço apresentou teor de água médio de 78%. Sousa et al. (2016) ao estudarem a qualidade físico-química e toxicológica de farinha obtida do eixo central de jaca, obtiveram teor de água de 81,08%. Leite et al. (2020) produziram uma farinha a partir de sementes germinadas de jaca e caracterizaram quanto as propriedades físicas, químicas e tecnológicas. Observaram que o teor de água das sementes *in natura* foi de 49,69%. Conforme Balamaze et al. (2019), essas diferenças possivelmente podem estar relacionadas aos diferentes períodos de maturação, clima, solo e variedade das frutas.

Logo, os resíduos de jaca apresentaram elevado teor de água, o que os tornam altamente perecíveis, dificultando o armazenamento. Evidencia-se, portanto, a necessidade da redução do teor de água pelo processo de secagem. Depois de seco, os resíduos podem ser armazenados em condições ambiente para a formulação de outros produtos alimentícios e/ou processados e transformados em farinhas.

A secagem em estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas apresentaram diferenças estatísticas significativas com redução de água dos resíduos de jaca. Essa diminuição já era esperada, pois o aquecimento resulta na perda do teor de água do produto (Santos et al., 2017). Comportamento similar foi verificado por Sousa et al. (2020a) ao determinarem a composição física, química e tecnológica de produtos farináceos de casca de jaca obtidos por secagem convectiva a 60 °C e micro-ondas visando sua possível utilização na alimentação humana.

Assim, a determinação do teor de água das farinhas dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca pelos métodos de secagem, estufa a 60 °C e forno-de micro-ondas, indica que os valores apresentados na Tabela 1, estão dentro da Resolução RDC nº 263 que estabelece o máximo de 15% para farinhas obtidas a partir da moagem dos grãos de cereais, leguminosas, frutas, sementes, tubérculos e raízes (Brasil, 2005a).

Os métodos de secagem diferiram estatisticamente apenas para o eixo central. O processo de desidratação desse resíduo em forno de micro-ondas foi mais eficiente para a redução da água e o produto farináceo obtido apresentou teor de água de 4,37%. Segundo Ahrné et al. (2007), a secagem com potência de micro-ondas constante causa um aumento da temperatura média do produto no fim do processo de secagem e, conseqüentemente, resulta na perda de água mais eficaz. Essa eficiência em relação a secagem convectiva deve-se a interação direta da energia com as moléculas de água, o que elimina a necessidade de transferência de calor da superfície para o interior do produto, induzindo ao aumento da força motriz para transferência de umidade devido à geração de pressão de vapor interna elevada direcionada para o externo (Feng et al., 2012).

A disponibilidade da água para atividade microbológica, enzimática ou química é que determina a vida útil de um alimento sendo medida pela atividade de água. Esse parâmetro é de suma importância quando se considera as etapas de processamento, conservação e armazenamento dos produtos alimentícios (Fellows, 2019). Observou-se que os resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura* apresentaram elevados valores de atividade de água, o que facilita o crescimento de microrganismos, como bactérias, leveduras e bolores.

Após o processo de secagem, constatou-se que os métodos de desidratação aplicados influenciaram estatisticamente para a diminuição dos valores de atividade de água dos produtos farináceos, uma vez que o aquecimento reduz a disponibilidade de água, embora não diferiram entre si. Comportamento semelhante de redução foi observado para outros produtos agrícolas desidratados, como amêndoas de girassol (*Helianthus annuus* L.) (Nascimento et al., 2018), pêssegos dos

cultivares *Chimarrita* e *Eragil* (Balke et al., 2017), resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) (Nunes et al., 2017) e cascas de pitaya (*Hylocereus undatus*) (Santos et al., 2017).

Os produtos farináceos de eixo central, mesocarpo e semente de jaca apresentaram atividade de água inferior a 0,5932 e, de acordo com Fellows (2019), praticamente toda a atividade microbiana é inibida abaixo de atividade de água de 0,6, visto que não existe água livre que possa favorecer a atividade metabólica. Nessa faixa de atividade de água, os alimentos são considerados microbiologicamente estáveis e somente poderão se deteriorar por agentes físicos ou químicos (Cecchi, 2013).

Alimentos *Low Moisture Foods* (alimentos com baixo teor de umidade) apresentam-se naturalmente com baixo teor de água ou obtidos por meio de processos como a secagem de alimentos com elevado teor de água. Incluem, mas não estão limitados a cereais e grãos, farinhas, leite em pó, fórmula infantil em pó, especiarias, chocolate, frutas e vegetais secos, nozes e produtos de nozes, itens de proteína seca, cafés e chás, alimentos para animais de estimação e ração animal. Os *LMFs* possuem atividade de água inferior a 0,60 e teor de água inferior a 25% (Mudambi et al., 2015; Fellows, 2019). Podendo, portanto, as farinhas de resíduos de jaca serem consideradas alimentos com baixo teor de umidade.

Nos alimentos, o pH é controlado por tampões químicos, incluindo proteínas e aminoácidos, ácidos carboxílicos, fosfatos, ácidos orgânicos fracos e sais de sódio de ácidos glucônico, acético, cítrico e sais de ácido fosfórico. Dessa forma, os ácidos presentes liberam os íons de hidrogênio que dão aos alimentos seu sabor ácido distinto e geralmente os valores de pH variam de 2 a 7 e os alimentos alcalinos são raros (Forsythe, 2013; Fellows, 2019). Os resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura* apresentaram pH de 5,54, 5,51 e 5,83, respectivamente.

Os processos de secagem em estufa e forno de micro-ondas contribuíram para uma diminuição dos valores de pH das farinhas de resíduos de jaca quando comparados aos resíduos *in natura*. Comportamento desejável, haja vista que o pH ácido inibe o crescimento microbiológico influenciando no período de vida útil da farinha, conforme verificado por Sousa et al. (2016) e Balke et al. (2017), que avaliaram as características de pêssegos *in natura* submetidos à secagem. Essa redução foi atribuída à presença de grupos carboxílicos livres gerados a partir da desmetoxilação da pectina proveniente da ação da pectina metilesterase presente na parede celular dos vegetais.

Ao comparar os dois processos de secagem, verificaram-se diferenças estatísticas para o pH das farinhas de mesocarpo e semente, apresentando os menores valores para as farinhas obtidas a partir da secagem em forno de micro-ondas (Tabela 1). Esse método provavelmente possibilitou a retenção de maior quantidade de ácidos durante a desidratação dos resíduos. Assim, o teor de água, a atividade de água e o pH são parâmetros de suma importância na limitação dos tipos de microrganismos aptos de se multiplicarem nos alimentos e o processo de secagem faz com que essa estabilidade aumente ainda mais, principalmente por conta da redução de água presente (Nunes et al., 2017).

O conteúdo de resíduo mineral fixo é bastante variável conforme o tipo de alimento e é de suma importância conhecer o conteúdo inorgânico presente. Observou-se, a partir dos resultados da Tabela 1, que o eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura* apresentaram teor de resíduo mineral fixo de 2,74, 1,48 e 3,01%, respectivamente. Os conteúdos minerais das farinhas de resíduos de jaca apresentaram uma concentração significativa após os processos de secagem, e, ainda, observou-se que os métodos aplicados apresentaram diferenças estatísticas entre si para cada produto obtido. Tendência de aumento similar aos resultados também foram observados por Silva et al. (2016b), Balke et al. (2017), Nascimento et al. (2018) e Kumar et al. (2021).

Os produtos farináceos de eixo central, mesocarpo e semente de jaca obtidos em estufa apresentaram valores de resíduo mineral de 2,28; 2,69 e 2,78 vezes, respectivamente, em relação aos resíduos *in natura*. Já a concentração do resíduo mineral dos produtos farináceos obtidos em forno de micro-ondas foi de 2,34; 2,96 e 3,13 vezes. Percebeu-se que os valores de teor mineral das farinhas de resíduos de jaca obtidas pelo método de estufa foram menores. Essa diferença, muito provavelmente está relacionada com o teor de água, pois pelo método de estufa a redução de água foi menor.

O acúmulo de sólidos solúveis está na maturação das frutas, resultado de processos fisiológicos que levam o amido e a pectina a decomposição em moléculas solúveis menores (Beckles, 2012). Assim, constatou-se que os resíduos eixo central e mesocarpo *in natura* obtiveram menores valores de sólidos solúveis (Tabela 1). A semente de jaca apresentou um elevado teor de açúcares totais que se deve, provavelmente a atividade da α -amilase, resultante da formação de açúcares simples (Leite et al., 2020). Logo, o alto teor de sólidos solúveis observado na semente pode ser atribuído ao elevado conteúdo de amido e pectina (Balamaze et al., 2019). Entretanto, apesar da baixa disponibilidade, os outros resíduos também são relevantes, pois os açúcares atuam como fontes eficientes de energia.

Os processos de desidratação favoreceram a concentração significativa dos sólidos solúveis dos produtos farináceos de resíduos de jaca em relação aos resíduos *in natura*. Essa tendência é justificada, uma vez que parte do açúcar natural dos resíduos permaneceram e se concentraram quando a água é retirada após o processo de secagem. Comportamento similar foi observado por Balke et al. (2017) e Elias et al. (2008) ao avaliarem a característica nutricional e sensorial de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv 'Fuyu' submetido a diferentes processos de desidratação.

Como mostrado na Tabela 1, observou-se que o teor de proteína bruta presente nos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura* foi de 5,41, 1,87 e 13,86%, respectivamente. O valor de proteína do eixo foi superior ao resultado obtido por Sousa et al. (2016) de 1,73% e, para a semente foi superior ao resultado relatado por Leite et al. (2020), de 8,90%. Essas diferenças de resultados, provavelmente se dão pelas diferentes partes da fruta estudada (Ranasinghe et al., 2019).

Os valores do teor de proteína bruta para as farinhas de resíduos de jaca submetidos às secagens em estufa e forno de micro-ondas estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se que os processos de desidratação apresentaram significância estatística para a concentração do teor proteico, uma vez que tal comportamento apresentado é consequência da desidratação dos resíduos. Influências similares do processo de secagem sob o teor de proteínas também foram relatados por Elias et al. (2008), Nascimento et al. (2018) e Kumar (2021). O aumento proteico após o processo de secagem pode ser atribuído à destruição de inibidores de proteína e, conseqüentemente, aumento na digestibilidade (Makki et al., 2019). Esses aumentos também ocorrem devido à desnaturação, associado ao aumento da temperatura, que traz mudanças conformacionais e perda de dobramentos de proteínas (Joye, 2019), acarretando inclusive, no aumento de aminoácidos livres (Shingare & Thorat, 2013). Logo, o aquecimento geralmente melhora a digestibilidade dos alimentos, tornando alguns nutrientes, como as proteínas, mais disponíveis (Morris *et al.*, 2004).

Estatisticamente, a secagem em forno de micro-ondas foi mais eficiente para a concentração no teor de proteína das farinhas sendo de 2,14, 5,33 e 1,45 vezes para as farinhas de eixo central, mesocarpo e semente, respectivamente quando se comparou aos resíduos de jaca *in natura*, assim, as farinhas de resíduos de jaca são fontes proteicas. De acordo com a resolução RDC n° 269 (Brasil, 2005b), esses valores de proteína representam 23,2, 19,9 e 40% da ingestão diária recomendada para adultos.

As funções gerais dos minerais no corpo são manter a eletroneutralidade nas membranas celulares para garantir o balanço de água, contribuir para a integridade estrutural do esqueleto (atividade de muitas proteínas) e agir como cofator para muitas enzimas. Os minerais estão agrupados em macrominerais e microminerais. A ingestão dos macrominerais (magnésio, fósforo, potássio e cálcio) é maior que 100 mg/dia na dieta e dos microminerais (manganês, ferro e cobre) é menor que 100 mg/dia na dieta (Nosratpour & Jafari, 2019; Franca et al., 2020). Ao contrário dos componentes orgânicos, os minerais não são destruídos pelo calor, no entanto as principais perdas são devidas a moagem (Fellows, 2019). Assim, a Tabela 2 mostra a composição mineral dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca *in natura*.

Tabela 2. Minerais presentes nos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) in natura.

	Minerais mg (100 g) ⁻¹							
	Mg	P	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Eixo central	70,4 ± 5,3 ^{cBc}	29,6 ± 2,9 ^{bC}	1116,1 ± 58,2 ^{bA}	112,4 ± 5,4 ^{aB}	0,5 ± 0,1 ^{bC}	0,3 ± 0,0 ^{bC}	0,1 ± 0,0 ^{bC}	0,1 ± 0,0 ^{bC}
Mesocarpo	219,0 ± 37,4 ^{bB}	56,6 ± 8,1 ^{bB}	733,4 ± 28,1 ^{cA}	64,4 ± 8,7 ^{bB}	0,6 ± 0,1 ^{bB}	0,8 ± 0,2 ^{bB}	0,4 ± 0,0 ^{bB}	0,5 ± 0,0 ^{bB}
Semente	500,5 ± 24,0 ^{aB}	460,2 ± 31,0 ^{aB}	1666,3 ± 17,0 ^{aA}	146,1 ± 26,1 ^{aC}	0,92 ± 0,2 ^{aD}	2,5 ± 0,6 ^{aD}	1,2 ± 0,0 ^{aD}	2,2 ± 0,2 ^{aD}

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Fonte: Autores.

Com base nos valores médios apresentados na Tabela 2, o elemento de maior concentração foi o potássio (K) para todos os resíduos de jaca. O potássio é o cátion principal do compartimento intracelular e tem relação estreita com a massa magra do organismo. Desempenha diversas funções importantes, principalmente no funcionamento dos músculos e na transmissão de impulsos nervosos, sendo também necessária para a função celular normal. Suas concentrações intra e extracelulares, quando em desequilíbrio, podem afetar a transmissão neural, a contração muscular e o tônus vascular (Jafari et al., 2017). Freitas et al. (2020) caracterizaram diferentes hortaliças não convencionais e verificaram altos teor de potássio para azedinha (*Rumex acetosa*), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) almeirão-de-árvore (*Lactuca canadenses*) e beldroega (*Portulaca oleracea*), ultrapassando 400 mg.100g⁻¹. Assim, os resíduos de jaca podem ser uma excelente opção como fonte de potássio.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) é regulamentada mundialmente pela Organização Alimentar e Agrícola – FAO (FAO, 2003) e, no Brasil, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (Brasil, 2005b) que estabelece para adultos, a ingestão diária de cálcio de 1000 mg, 14 mg de ferro, 260 mg de magnésio, 7 mg de zinco, 700 mg de fósforo, 0,9 mg de cobre e 2,3 mg de manganês. Logo, as contribuições dos minerais encontrados nos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca do presente estudo à dieta de adultos tiveram como base essa Resolução RDC nº 269 (Brasil, 2005b).

O cálcio (Ca) e o potássio estão ligados ao desenvolvimento fisiológico dos ossos, dentes e músculos e ambos estão associados ao metabolismo da vitamina D (Garba; Oviosa, 2019). Observou-se que o resíduo semente de jaca contribui com 15% aproximadamente de cálcio necessário à dieta. Nos demais resíduos, a concentração de cálcio foi menor.

O magnésio (Mg) é essencial no metabolismo do cálcio nos ossos e em relação às doenças circulatórias, como a doença isquêmica do coração. Os resultados obtidos de magnésio foram de 70,4; 219 e 500,5 mg/100 g para o eixo central, mesocarpo e semente de jaca, respectivamente. Os resíduos eixo central e mesocarpo podem contribuir com 27,1 e 84,2%, respectivamente, de magnésio.

O fósforo tem numerosas funções no organismo e relacionam-se com a mineralização óssea e dos dentes, e que também participa do metabolismo energético, da absorção e no transporte de nutrientes, na regulação da atividade proteica e no balanço ácido-básico (FAO, 2001). Dentre os resíduos, ressalta-se valor bastante expressivo de fósforo em semente de jaca (Tabela 2), apresentando cerca de 66% em relação a recomendação diária para adultos. De acordo com Borges et al. (2009), os alimentos vegetais que derivam de sementes têm níveis elevados de fósforo.

Dos microminerais, o ferro (Fe) é necessário para a formação de hemoglobina e sua deficiência leva à anemia. Apresentou-se em menores quantidades nas amostras de eixo central e mesocarpo (Tabela 2). A semente de jaca, por sua vez apresentou valor de 2,5 mg/100 g e, portanto, contribui com 17,85% de ferro à dieta.

O cobre (Cu) participa na formação da hemoglobina contribuindo para o metabolismo do ferro e da energia, sendo necessário também para a produção de enzimas e transferência biológica de elétrons dentro do corpo. O cobre é fundamental para construção de tecidos, manter o volume de sangue e produzir energia nas células (Jafari et al., 2017). Entretanto,

apresenta-se apenas em quantidade muito pequena no organismo (Garba; Oviosa, 2019). A semente de jaca obteve um alto valor de cobre de 2,5 mg/100 g. O mesocarpo contribui com 55,5% de cobre à dieta e o menor valor foi encontrado para o eixo central.

O zinco (Zn), além de estar presente nas estruturas de enzimas, é necessário para o metabolismo de proteínas e material genético (Jafari et al., 2017). Os valores médios de zinco para os resíduos de jaca também estão apresentados na Tabela 2. Verificou-se que a semente é uma fonte mineral para o zinco, uma vez que contribui com 31,4% à dieta de adultos. Já o manganês (Mn) também faz parte de enzimas e da atividade adequada do sistema nervoso (Jafari et al., 2017). Os resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca podem contribuir com 21,7; 26,1 e 40% de manganês na dieta de adultos. Tendo em vista a Portaria n° 27 (Brasil, 1998), a alegação nutricional “fonte de um mineral” em um alimento só pode ser atribuída quando tiver no mínimo 15% da diária recomendada de referência por 100 g de amostra. Logo, todas as amostras dos resíduos de jaca *in natura* podem ser consideradas fonte de manganês e magnésio. Além disso, a semente também tem o adicional de ser fonte de cálcio, fósforo e ferro, corroborando com os resultados encontrados por Goswami e Chacrabati (2016). O mesocarpo, por sua vez também é fonte adicional de cobre.

O percentual de rendimento produtivo dos farináceos de resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca está descrito na Tabela 3. Verificou-se que tanto o emprego da estufa de circulação de ar quanto o uso do forno de micro-ondas influenciaram estatisticamente o rendimento final das amostras.

Observou-se, pela Tabela 3, que as farinhas de resíduos de jaca obtidas em forno de micro-ondas obtiveram maior rendimento em relação aos produtos obtidos a partir da secagem em estufa. O processo de secagem por micro-ondas é um método eficiente e eficaz, pois parte do princípio de interação entre as moléculas de água e a rotação do campo dipolo eletromagnético (Silva et al., 2016). Um dos méritos das técnicas de micro-ondas é a distribuição uniforme e volumétrica de transferência de calor e massa do meio de aquecimento (Yuan; Macquarrie, 2015). Essa é uma vantagem importante em relação aos métodos convencionais de secagem, uma vez que a transferência de calor e massa não é uniforme, principalmente nas regiões de maior temperatura para regiões de menor temperatura (Veggi et al., 2013). Assim, o uso do forno de micro-ondas é capaz de determinar a estabilidade, qualidade e vida útil dos produtos alimentícios.

Tabela 3. Valores médios do rendimento produtivo dos produtos farináceos dos resíduos eixo central, mesocarpo, semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) em estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas

Farinhas	Rendimento produtivo (%)	
	Estufa	Forno de micro-ondas
Eixo central	15,25 ± 0,28 ^b	18,40 ± 1,11 ^a
Mesocarpo	15,83 ± 0,15 ^b	17,90 ± 0,29 ^a
Semente	25,05 ± 0,64 ^b	31,65 ± 0,46 ^a

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Fonte: Autores.

A secagem em micro-ondas é uma tecnologia de desidratação de alimentos promissora e vem sendo aplicada em diversos produtos agrícolas, como casca de jaca (Sousa et al., 2020a), semente de jaca (Olalere et al., 2020), resíduo de acerola (*Malpighia emarginata* DC) (Sousa et al., 2020b), cranberries ou oxicoco (*Vaccinium* subg. *oxycoccus*) (Staniszewska et al., 2020), grãos de arroz cultivar *BRSMG Conai* (Silva, et al., 2020b), maçã (*Malus domestica* Borkh) e morango (*Fragaria* L.) (Contreras et al., 2008), bananas (*Musa* spp.) (Ahrné et al., 2007; Pereira et al., 2007).

Portanto, a transformação dos resíduos de jaca em produtos farináceos obtidos a partir da secagem em estufa e forno de micro-ondas é uma alternativa viável, uma vez que auxilia na gestão de resíduos. As farinhas de resíduos de jaca têm potencial para serem utilizadas como novos ingredientes na indústria de alimentos ou pela sociedade, contribuindo para as necessidades diárias de proteínas e minerais essenciais, colaborando para o enriquecimento de produtos, diminuição das carências nutricionais e, possivelmente, do efeito de fome oculta em alimentos processados.

4. Conclusão

A remoção de água dos resíduos eixo central, mesocarpo e semente de jaca por diferentes métodos de secagem, como a secagem em estufa e forno de micro-ondas foi eficiente e influenciaram estatisticamente nas propriedades físicas e químicas dos produtos farináceos dos resíduos em comparação com os resíduos *in natura*, uma vez que a desidratação concentrou alguns nutrientes e compostos, como os ácidos orgânicos.

Verificou-se, através da análise dos parâmetros físicos e químicos, que os dois métodos de secagem ocasionaram a concentração do teor de resíduo mineral, sólidos solúveis totais e proteínas. Entretanto, houve redução no teor de água, atividade de água e pH aumentando a estabilidade das farinhas e conseqüentemente a vida útil. Os resíduos de jaca são fontes de diversos minerais, por exemplo, magnésio, potássio, fósforo, cálcio, ferro, zinco, cobre e manganês.

Considerando-se o teor de proteína bruta e a composição mineral, os produtos farináceos de jaca são viáveis para a utilização como ingredientes em produtos alimentares, a fim de agregar valor nutricional a outros alimentos. Além disso, o uso de resíduos de jaca e a transformação em produtos inovadores com valor agregado, como as farinhas é importante para a sustentabilidade e o meio ambiente, sendo uma solução para reduzir perdas de alimentos, desperdícios e impacto ambiental. Portanto, estudos futuros podem ser realizados para avaliar a possibilidade do uso dessas farinhas na elaboração e/ou preparo de novos produtos alimentícios, sendo necessária a caracterização física, química, nutricional e também a análise sensorial dessas futuras formulações.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de doutorado e à FAPESQ/PRONEX (Concessão 005/2019) do projeto “Processos biotecnológicos para beneficiamento de resíduos agroindustriais” no apoio dado a pesquisa.

Referências

- Ahrné, L. M., Pereira, N. R., Staack, N., & Floberg, P. (2007). Microwave convective drying of plant foods at constant and variable microwave power. *Drying Technology*, 25(7-8), 1149-1153.
- Balamaze, J., Muyonga, J. H., & Byaruhanga, Y. B. (2019). Physico-chemical characteristics of selected jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) varieties. *Journal of Food Research*, 8(4), 11-22.
- Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 63(1), 129-140.
- Belke, M., SOARES, A., Soares, M. A., & Steffens, J. (2017). Avaliação de características de pêssegos (Chimarrita e Eagil) desidratados por meio de diferentes processos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 19(2), 207-215.
- Botrel, N., Freitas, S., Fonseca, M. J. D. O., Melo, R. A. D. C., & Madeira, N. (2020). Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23.
- Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Editora da UNICAMP.
- Chemat, F., & Cravotto, G. (Eds.). (2012). *Microwave-assisted extraction for bioactive compounds: theory and practice* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Contreras, C., Martín-Esparza, M. E., Chiralt, A., & Martínez-Navarrete, N. (2008). Influence of microwave application on convective drying: Effects on drying kinetics, and optical and mechanical properties of apple and strawberry. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 55-64.

- da Franca, L. G., de Holanda, N. V., Aguiar, R. A. C., Reges, B. M., da Costa, F. B., de Souza, P. A., & Moura, C. F. H. (2020). Elaboração e caracterização de farinhas de banana verde. *Research, Society and Development*, 9(7), e271973798-e271973798.
- de Farias Leite, D. D., de Melo Queiroz, A. J., de Figueirêdo, R. M. F., Campos, A. R. N., da Costa Santos, D., & de Lima, T. L. B. (2020). Germination Impact in the Nutrition and Technological Properties of Jackfruit Seeds. *Journal of Agricultural Studies*, 8(1), 79-100.
- de Sousa, A. P. M., Campos, A. R. N., de Macedo, A. D. B., Dantas, D. L., de Oliveira Apolinário, M., & de Santana, R. A. C. (2020). Avaliação da qualidade de farináceos de casca de jaca. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(3), 1786-1796.
- de Sousa, A. P. M., Campos, A. R. N., Gomes, J. P., Costa, J. D., de Macedo, A. D. B., & de Santana, R. A. C. (2021). Cinética de secagem de resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *Research, Society and Development*, 10(2), e31510212610-e31510212610.
- de Sousa, H. C., da Silva, N. J. P., Pereira, E. M., da Silva Filho, C. R. M., & de Macêdo, A. L. B. (2016). Qualidade físico-química e toxicológica de farinha obtida do eixo central de jaca. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(4), 91-98.
- Elias, N. D. F., Berbert, P. A., Molina, M. A. B. D., Viana, A. P., Dionello, R. G., & Queiroz, V. A. V. (2008). Nutritional and sensory evaluation of osmo-convective dried Fuyu persimmons. *Food Science and Technology*, 28(2), 322-328
- Fellows, P. J. (2018). *Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática*. Artmed Editora.
- Feng, H., Yin, Y., & Tang, J. (2012). Microwave drying of food and agricultural materials: basics and heat and mass transfer modeling. *Food Engineering Reviews*, 4(2), 89-106.
- Ferreira, A. B., & Lanfer-Marquez, U. M. (2007). Legislação brasileira referente à rotulagem nutricional de alimentos. *Revista de Nutrição*, 20, 83-93.
- Forsythe, S. J. (2013). *Microbiologia da segurança dos alimentos*. Artmed Editora.
- Goswami, C., & Chacrabati, R. (2016). Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In *Nutritional composition of fruit cultivars* (pp. 317-335). Academic Press.
- Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. 06 Set. 2018
- Jafari, S. M., Ghalenoei, M. G., & Dehnad, D. (2017). Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. *Powder technology*, 311, 59-65.
- Jangam, S. V. (2011). An overview of recent developments and some R&D challenges related to drying of foods. *Drying Technology*, 29(12), 1343-1357.
- Jiang, Z., Shi, R., Chen, H., & Wang, Y. (2019). Ultrasonic microwave-assisted extraction coupled with macroporous resin chromatography for the purification of antioxidant phenolics from waste jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) peels. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3877-3886.
- Joint, W. H. O. (2002). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Report of a joint WHO/FAO expert consultation*.
- Joye, I. (2019). Protein digestibility of cereal products. *Foods*, 8(6), 199.
- Kumar, C., & Karim, M. A. (2019). Microwave-convective drying of food materials: A critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(3), 379-394.
- Kumar, Y., Singh, L., Sharanagat, V. S., Mani, S., Kumar, S., & Kumar, A. (2021). Quality attributes of convective hot air dried spine gourd (*Momordica dioica* Roxb. Ex Willd) slices. *Food Chemistry*, 347, 129041.
- Makki, H. M. M., Alemam, M. M. A., & Ali, D. O. M. (2019). Effects of natural and artificial drying methods on the nutritional value and functional properties of vegetables grown in sudan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(8), 800-804. 10.3923/pjn.2019.800.804
- Moorthy, I. G., Maran, J. P., Ilakya, S., Anitha, S. L., Sabarima, S. P., & Priya, B. (2017). Ultrasound assisted extraction of pectin from waste *Artocarpus heterophyllus* fruit peel. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 525-530.
- Morris, A., Barnett, A., & Burrows, O. (2004). Effect of processing on nutrient content of foods. *Cajanus*, 37(3), 160-164.
- Moura, M. D. F. V. D., & Basso, A. M. (2018). Jaca: um estudo de sua química e uma resenha de sua história.
- Mudambi, S. R., Rao, S. M., & Rajagopal, M. V. (2015). *food Science*. New Age International.
- Nascimento, A. P. S., Barros, S. L., Santos, N. C., ARAÚNI, A., Cavalcanti, A. S. R. R. M., & Duarte, M. E. M. (2018). Convective drying and influence of temperature on physicochemical properties of commercial sunflower almonds. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 20(3), 227-238. <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev203/rev2033.pdf>
- Nepa/Unicamp. (2011). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) Campinas, São Paulo: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas.
- Nogueira, G. F., Soares, C. T., Martin, L. G. P., Fakhouri, F. M., & de Oliveira, R. A. (2020). Influence of spray drying on bioactive compounds of blackberry pulp microencapsulated with arrowroot starch and gum arabic mixture. *Journal of microencapsulation*, 37(1), 65-76.
- Nosratpour, M., & Jafari, S. M. (2019). Bioavailability of minerals (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Se) in food products.

- Nunes, J. S., Lins, A. D. F., Gomes, J. P., da Silva, W. P., & da Silva, F. B. (2017). Influência da temperatura de secagem nas propriedades físico-química de resíduos abacaxi. *Agropecuária Técnica*, 38(1), 41-46.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica [recurso eletrônico] (1a edição). NTE/UFMS.
- Pereira, N. R., Marsaioli Jr, A., & Ahnê, L. M. (2007). Effect of microwave power, air velocity and temperature on the final drying of osmotically dehydrated bananas. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 79-87.
- Ranasinghe, R. A. S. N. Maduwanthi, S. D. T., & Marapana, R. A. U. J. (2019). Nutritional and Health Benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A Review. *International Journal of Food Science*.
- Santos, F. S. D., de Figueirêdo, R. M., Queiroz, A. J. D. M., & Santos, D. D. C. (2017). Drying kinetics and physical and chemical characterization of white-fleshed 'pitaya' peels. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21, 872-877.
- Shingare, S. P., & Thorat, B. N. (2013). Effect of drying temperature and pretreatment on protein content and color changes during fluidized bed drying of finger millets (Ragi, *Eleusine coracana*) sprouts. *Drying technology*, 31(5), 507-518.
- Silva, B. M. C., Oliveira, D. E. C., Lima Farias, B., Costa, V. S., Ferreira, V. B., Nunes, M. R. G., & Resende, O. (2020a). Influence of quality and physiological coloration of guandu bean seeds. *Research, Society and Development*, 9(7), e975974789-e975974789. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4789
- Silva, D. F., & Rezende, M. O. O. (2016). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from *Canavalia ensiformis* leaves: preparation and evaluation of prospective bioherbicide on control of soybean weeds. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(7), 257615.
- Silva, E. G., Gomez, R. S., Gomes, J. P., Silva, W. P., Porto, K. Y., Rolim, F. D., & Lima, A. G. (2021). Heat and Mass Transfer on the Microwave Drying of Rough Rice Grains: An Experimental Analysis. *Agriculture*, 11(1), 8.
- e Silva, F. D. A. S., & de Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39), 3733-3740.
- Silva, I. G. D., Andrade, A. P. C. D., Silva, L. M. R. D., & Gomes, D. S. (2019). Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22.
- Staniszewska, I., Liu, Z. L., Zhou, Y., Zielinska, D., Xiao, H. W., Pan, Z., & Zielinska, M. (2020). Microwave-assisted hot air convective drying of whole cranberries subjected to various initial treatments. *LWT*, 133, 109906.
- Towbin, J. A., McKenna, W. J., Abrams, D. J., Ackerman, M. J., Calkins, H., Darrieux, F. C., & Zareba, W. (2019). 2019 HRS expert consensus statement on evaluation, risk stratification, and management of arrhythmogenic cardiomyopathy. *Heart rhythm*, 16(11), e301-e372.
- Yuan, Y., & Macquarrie, D. (2015). Microwave assisted extraction of sulfated polysaccharides (fucoidan) from *Ascophyllum nodosum* and its antioxidant activity. *Carbohydrate polymers*, 129, 101-107.