

Obtenção e caracterização de pó de polpa com casca de jambolão por meio de secagem em leito de espuma

Obtaining and characterizing jambolan peel pulp powder through foam mat drying

Obtención y caracterización de polvo de pulpa de cáscara de jambolan mediante secado en lecho de espuma

Recebido: 18/11/2024 | Revisado: 02/12/2024 | Aceitado: 03/12/2024 | Publicado: 05/12/2024

Bruna Areia Gonçalves Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2329-7892>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: brunagenoma@gmail.com

Eduardo Bruno Macêdo Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-7429>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: ebmviana@gmail.com

Jéssica Souza Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-0557>

Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Brasil

E-mail: jessica.ribeiro@ufrb.edu.br

ORCID: 0000-0001-6973-0149

Gabriel Azevedo Brito Damasceno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8791-925X>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: damasceno.gab@outlook.com

Cassara Camelo Eloi de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1811-6143>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: cassara@ufba.br

Marcia Elena Zanuto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-0557>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: mzanutto@hotmail.com

Resumo

O jambolão é um fruto pouco explorado na indústria alimentícia e muito perecível, ocorrendo o desperdício desse alimento rico em bioativos. O objetivo do presente estudo foi desenvolver o pó da polpa com casca de jambolão por meio da utilização do método de secagem em leito de espuma, visando seu aproveitamento integral e potencial nutricional e funcional. Este trabalho desenvolveu o pó da polpa com casca de jambolão, por meio da secagem em leito de espuma. O fruto in natura foi caracterizado quimicamente, determinado seu teor de fitoquímicos e atividade antioxidante. O pó de casca com polpa de jambolão foi desenvolvido com 25% de maltodextrina, 5% de pectina e 3% de emustab, sendo submetido às mesmas análises. Além disso, foram realizadas análises de granulometria e solubilidade do pó. Dentre os resultados obtidos destacou-se na polpa com casca in natura o elevado teor de açúcares redutores (9,2 %), sólidos solúveis totais (14,17 °Brix), antocianinas totais (76,32 mg.100 g⁻¹) e a atividade antioxidante (DPPH) (93,3 %), além do baixo teor de lipídios (0,03 %). Quanto ao pó obtido, as análises evidenciaram a concentração de cinzas (0,73 %), compostos fenólicos (165,11 mg. 100 g⁻¹ GAE), antocianinas totais (260,61 mg.100 g⁻¹) vitamina C (227,57 mg.100 g⁻¹) e elevada atividade antioxidante (95,50 %). A solubilidade foi de 92 % e a granulometria foi caracterizada como fina. Conclui-se que o pó obtido apresenta potencial nutricional e funcional, podendo ser incorporado como ingrediente ou aditivo natural em alimentos.

Palavras-chave: Jambolão; Secagem em leito de espuma; Polpa; Casca; Fitoquímicos.

Abstract

Jambolão is a fruit that has been little explored in the food industry because it is very perishable, and this bioactive-rich food is wasted. The objective of the present study was to develop jambolão peel pulp powder using the foam bed drying method, aiming for its full use and nutritional and functional potential. This study developed a powder from the pulp and peel of jambolão by drying it in a foam mat. The fresh fruit was chemically characterized, and its phytochemical content and antioxidant activity were determined. The rind powder with jambolão pulp was developed with 25% maltodextrin, 5% pectin, and 3% emustab, and the same analyses were carried out. The powder's

particle size and solubility were also analyzed. Among the results obtained, the high content of reducing sugars (9.2 %), total soluble solids (14.17 °Brix), total anthocyanins (76.32 mg.100 g⁻¹), and antioxidant activity (DPPH) (93.3 %), as well as the low lipid content (0.03 %) stood out in the pulp with peel in nature. As for the powder obtained, the analysis showed a high concentration of ash (0.73 %), phenolic compounds (165.11 mg. 100 g⁻¹ GAE), total anthocyanins (260.61 mg.100 g⁻¹) vitamin C (227.57 mg.100 g⁻¹) and high antioxidant activity (95.50 %). The solubility was 92 % and the granulometry was characterized as fine. It is concluded that the powder obtained has nutritional and functional potential and can be incorporated as an ingredient or natural additive in foods.

Keywords: Jambolão; Foam mat drying; Pulp; Peel; Phytochemicals.

Resumen

El jambolão es una fruta poco explorada en la industria alimentaria, pero es muy perecedera y este alimento rico en bioactivos se desperdicia. Para conservar la fruta, su transformación en polvo podría ser una posibilidad. En este estudio se desarrolló un polvo a partir de la pulpa y la cáscara del jambolão secándolo en un lecho de espuma. La fruta fresca se caracterizó químicamente y se determinó su contenido fitoquímico y su actividad antioxidante. El polvo de cáscara y pulpa de jambolão se desarrolló con 25% de maltodextrina, 5% de pectina y 3% de emustab, y se realizaron los mismos análisis. También se analizaron el tamaño de partícula y la solubilidad del polvo. Entre los resultados obtenidos destacó el alto contenido en azúcares reductores (9,2 %), sólidos solubles totales (14,17 °Brix), antocianos totales (76,32 mg.100 g⁻¹) y actividad antioxidante (DPPH) (93,3 %), así como el bajo contenido en lípidos (0,03 %) en la pulpa con cáscara in natura. En cuanto al polvo obtenido, los análisis mostraron una elevada concentración de cenizas (0,73 %), compuestos fenólicos (165,11 mg. 100 g⁻¹ GAE), antocianos totales (260,61 mg.100 g⁻¹) vitamina C (227,57 mg.100 g⁻¹) y elevada actividad antioxidante (95,50 %). La solubilidad fue del 92 % y la granulometría se caracterizó como fina. Se concluye que el polvo obtenido tiene potencial nutricional y funcional y puede ser incorporado como ingrediente o aditivo natural en alimentos.

Palabras clave: Jambolão; Secado en lecho de espuma; Pulpa; Cáscara; Fitoquímicos.

1. Introdução

O fruto do *Syzygium cumini* (L.) Skeels, pertencente à família Myrtaceae, é popularmente conhecido como jambolão, jamelão, jambolana, jamun, entre outros. Tem origem asiática, sendo encontrado principalmente em países como a Índia, Bangladesh, Birmânia, Nepal, Paquistão, Sri Lanka, Indonésia, Malásia, Tailândia e Filipinas. O cultivo da planta ficou popularizado e foi adaptado para as regiões de climas tropicais e subtropicais em países do continente Africano e da América Latina (Sabino et al., 2018; Azevedo, 2023). No Brasil é encontrado nas regiões Sudeste, Nordeste e Norte, nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Migliato et al., 2006; Flora do Brasil, 2020).

A maturação dos frutos ocorre entre o mês de junho e julho na Ásia, enquanto no Brasil amadurecem entre dezembro a abril (Sabino et al., 2018). Os frutos possuem formato ovoide, sendo revestidos com a casca de coloração preto-púrpura e a polpa suculenta com a tonalidade arroxeada, contando com uma semente no interior (Azevedo, 2023). A presença predominante de antocianinas (delfinidina-3,5-diglicosídeo, petunidina-3,5-diglicosídeo, malvidina-3,5-diglicosídeo, cianidina-3,5-diglicosídeo, delfinidina-3, O-glicosídeo e a peonidina-3,5-diglicosídeo) configura a coloração do fruto. O sabor é marcante, ácido e adstringente, em razão da presença de ácidos orgânicos, taninos e outros compostos fenólicos (Lestario et al., 2017; Santos et al., 2020). Além disso, destaca-se em sua composição química, a presença de minerais, como fósforo e magnésio, vitamina C e carotenoides. A presença de compostos bioativos, aponta este fruto como uma matéria-prima promissora para a indústria farmacêutica e alimentícia (Sharma et al., 2015; Tavares et al., 2016; Rauf et al., 2021).

Algumas propriedades funcionais já foram descritas para o jambolão tais como anti-inflamatória, antialérgica, antimicrobiana, hipotensora antianêmica, antioxidante, hepatoprotetoras, hipolipidêmicas, antipiréticas e hipoglicemiantes (Schoenfelder, 2010; Chhikara et al, 2018; Proma et al., 2018; Caro-Ordieres et al., 2020; Rauf et al., 2021; Rashid et al., 2022).

Em virtude da alta frutificação do jambolão e de sua perecibilidade, tem ocorrido o desperdício desse alimento rico em bioativos. Com a intenção de conservar o fruto, o processamento sob forma de pó seria uma possibilidade. A indústria alimentícia tem aderido a essa prática para facilitar o transporte, reduzir custos e aumentar a vida útil (Silva et al., 2019). A

conversão da polpa em pó, torna o fruto viável como matéria-prima para novos alimentos nutritivos e naturais (Freitas et al., 2020; Barros et al., 2021).

Nesse cenário a secagem, que consiste na retirada de parte da umidade e que por consequência diminui a atividade de água, resulta no aumento da vida de prateleira do alimento (Sousa et al., 2020). A secagem em leito de espuma tem a finalidade de transformar o produto úmido em espuma, com o auxílio de agentes espumantes e a pectina, carreadores como maltodextrina e a incorporação de ar por meio de batedeiras. A espuma proporciona maior superfície de contato do produto com o ar de secagem (Oliveira et al., 2020). Desse modo, aumenta a taxa de secagem e, por consequência, reduz o tempo de exposição ao calor. Assim, o produto fica exposto a faixa de temperatura de 50 a 80°C por menos tempo, minimizando a degradação de compostos termolábeis (Tan et al., 2019; Abbaspour-Gilandeh et al., 2020). O método resulta em um produto quebradiço, de fácil moagem e transformação em pó com boas propriedades de reidratação e sensoriais (Oliveira et al., 2020).

O objetivo do presente estudo foi desenvolver o pó da polpa com casca de jambolão por meio da utilização do método de secagem em leito de espuma, visando seu aproveitamento integral e potencial nutricional e funcional.

2. Metodologia

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Bromatologia do Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, da Universidade Federal da Bahia – IMS/CAT-UFBA, Vitória da Conquista - BA. Em termos de metodologia científica, trata-se de uma pesquisa experimental e, de natureza qualitativa e quantitativa (Pereira et al., 2018) e com uso de estatística descritiva (Shitsuka et al., 2014; Vieira, 2021).

Aquisição e preparo da amostra

Os frutos maduros de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) foram colhidos no IMS/CAT/UFBA, sendo selecionados apenas aqueles que apresentavam consistência firme e livres de defeitos e/ou ferimentos. Foram lavados e sanitizados em hipoclorito de sódio (200 ppm), por imersão durante 10 minutos. Seguidamente, os frutos foram despolpados e a polpa com casca, foram acondicionadas em sacos plásticos escuros e armazenada em freezer - 20°C até a realização das análises físico-químicas, químicas, determinação do teor de compostos bioativos e atividade antioxidante, como também da obtenção do pó de jambolão.

Secagem em leito de espuma da polpa com casca de jambolão e obtenção do pó

A polpa com casca dos frutos de jambolão foi triturada em liquidificador doméstico por dois minutos. Posteriormente, a mistura foi transferida para batedeira (Arno planetária®, modelo BPAI, 280 W, 50-60 Hz) juntamente com 20% de maltodextrina, 5% de pectina e 3% de emustab® (GENU® 115 Medium Rapid Set Pectina da CP KELCO), proporção determinada com base em estudos preliminares (Quadro 1).

Quadro 1 - Testes de pré-formulação do pó de polpa com casca de jambolão.

Método de Secagem	Polpa (g)	Emustab® (g)	Pectina (g)	Maltodextrina (g)
Secagem em Leito de Espuma	100	5	5	10
	100	5	3	15
	100	3	5	20

Fonte: Autoria própria (2024).

Durante a produção da espuma, foi utilizada nos primeiros dois minutos a velocidade mínima da bateadeira, e nos oito minutos restantes a velocidade máxima. A espuma produzida foi disposta em bandejas circulares de aço inox (diâmetro de 50 cm) e levadas à estufa com circulação forçada de ar (1,5 m/s), na temperatura de 70°C, por 3 horas e 30 minutos. Após esta etapa, o produto foi removido das bandejas, macerado (gral e pistilo) e passado em peneira de 200 mesh.

Caracterização granulométrica do pó de polpa com casca de jambolão

Para determinar a granulometria do pó obtido utilizou-se um agitador de tamises modelo RO-TAP. Foram tamisados 25g de cada amostra durante 15 minutos, num conjunto de cinco tamises, com aberturas de malhas variando de 18; 35; 60; 80; 200 mesh e uma base. Em seguida, os conteúdos retidos em cada tamise foram pesados e expressos em porcentagens de retenção, seguindo o procedimento padrão descrito por Germani, Benassi & Carvalho (1997).

Solubilidade do pó de polpa com casca de jambolão

A metodologia empregada foi a descrita por Cano-Chauca et al. (2005). Utilizou-se a proporção pó/água de 1:100, agitando-se 3 minutos em vortex (Warmnest) e centrifugando-se (centrífuga Rotofix 32 A) por 5 minutos em 4000 rpm. Posteriormente, 5 mL do conteúdo obtido foi colocado na estufa de secagem com circulação de ar (DeLeo) a 105°C durante 5 horas. A solubilidade foi calculada por meio do peso do total da amostra presente no sobrenadante e expressa em percentual de dissolução do conteúdo na água.

Análises físico-químicas e químicas da polpa com casca in natura e do pó de jambolão

As análises físico-químicas e químicas foram realizadas em três repetições. A acidez titulável (AT) e o potencial hidrogeniônico (pH) foram realizados segundo metodologia do IAL (2008). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi realizado por meio de refratometria, utilizando refratômetro Abbe de bancada, expressando-se o resultado em o °Brix. A determinação de umidade foi por aquecimento direto a 105 °C, até peso constante; teor de cinzas ou resíduo mineral fixo correspondendo ao resíduo obtido por incineração em temperaturas de 550 °C até a obtenção de cinzas claras (IAL, 2008). A determinação de lipídios totais foi realizada por extração a frio de acordo com método de Folch et al. (1957).

Determinação de compostos bioativos da polpa com casca in natura e do pó de jambolão

As análises do teor de bioativos foram realizadas em três repetições, sendo todas as etapas protegidas da luz. Os compostos fenólicos totais (CFT) foram determinados segundo a metodologia ISO 2005, para extração utilizou-se a solução de Folin Ciocalteu a 10% e carbonato de sódio a 7,5%, comparando com uma curva padrão de ácido gálico. A leitura foi feita com espectrofotômetro de absorção molecular (UV-VIS) (Analyser) a 765 nm (unidade de comprimento de onda). A determinação de antocianinas totais utilizou o método de pH diferencial, proposto por Fuleki e Francis (1972), no qual as amostras são preparadas em pH 1,0 e 4,5, sendo realizadas leituras em 520 e 700 nm, seguida da subtração da variação das leituras de absorbâncias em cada pH. O teor de flavonoides amarelos foi determinado utilizando-se a solução extratora (etanol PA: HCl 1,5 M - 85:15) e a leitura em espectrofotômetro a 374 nm, segundo a metodologia de Francis (1982). A determinação de carotenoides totais foi realizada por extração em acetona e partição em éter de petróleo, com uma leitura espectrofotométrica a 450 nm (Rodriguesz-Amaya, 2008). O teor de clorofila total foi determinado com extração em acetona 80% e leitura em espectrofotômetro a 652 nm, segundo Bruinsma (1963). E o teor de vitamina C foi determinado através do método descrito por Zambiasi (2010).

Determinação da capacidade antioxidante da polpa com casca in natura e do pó de jambolão

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada em três repetições pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Os extratos hidroetanólicos dos frutos foram avaliados pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), utilizando um controle negativo (metanol) e um controle positivo representado por uma solução de hidroxibutiltolueno (BHT) a 0,10 mg.mL⁻¹, procedendo-se a leitura em espectrofotômetro de absorção molecular, com comprimento de onda igual a 515 nm (Brandwilliams et al., 1995; Rufino et al., 2007).

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (média e desvio-padrão), com auxílio do programa GraphPad Insta3.0.

3. Resultados e Discussão

Obtenção do pó da polpa com casca do jambolão

O presente estudo obteve o pó da polpa com casca de jambolão com a adição de 25% de maltodextrina, 5% de pectina e 3% de emustab (Figura 1).

Figura 1 - Pó de polpa com casca de jambolão obtido por secagem em leito de espuma.



Fonte: Autoria própria (2024).

Foram escolhidos aditivos de secagem em detrimento da elevada quantidade de açúcares do fruto, pois são usados para minimizar o potencial higroscópico do pó, com a formação de barreira de proteção contra fatores externos como a umidade, bem como oxigênio e a luz (Tonon, 2009). A maltodextrina, destaca-se em razão do baixo custo e devido suas características moleculares que colaboram para a mínima perda de cor e favorecem melhores características físico-químicas, como acidez e pH, além de diminuir a capacidade higroscópica, evitando problemas no produto final (Ribeiro & Veloso, 2021). Já a pectina tem a função emulsificante e possui capacidade anfifílica, tornando miscíveis substâncias normalmente imiscíveis, sendo capazes de formar um filme protetor (Jafari et al., 2008). E o emustab é um espessante que tem como característica elevar a viscosidade do fruto e manter as características originais no momento da secagem, melhorando assim a textura e a consistência do produto a ser seco (Costa et al., 2015).

Granulometria do pó de polpa com casca de jambolão

A granulometria mede o tamanho das partículas e pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes. Considera-se que quanto menor o tamanho das partículas do alimento, maior o contato dessas com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e a absorção dos nutrientes (Reynertson et al., 2008; Matos, 2015; Tadini, 2015). Além disso, ela pode influenciar na composição centesimal, interferindo no processo tecnológico e sensorial. É também considerada um importante aspecto de qualidade na padronização de um produto (Stasio et al., 2007; Costa et al., 2015; Alves et al., 2019). A análise granulométrica no presente estudo obteve maior quantidade do pó na granulometria de abertura 0,0250 mm. Tal tamanho é considerado fino, pois apresenta em sua maioria tamanhos inferiores a 0,250mm (Brasil, 1996). É possível concluir que 91,1% para um total de 25 gramas do pó apresentaram uma granulometria fina, menor que 60 mesh, o que é esperado e satisfatório para as características do pó de fruta. Já que a legislação considera como farinha de granulometria fina a quantidade de material que ficar retida ou passar na peneira de 60 mesh (0,0250 mm) (RDC nº 711, de 1º de julho de 2022). Storck e colaboradores (2015), estudaram granulometrias de farinhas de resíduos de frutas, observaram que quanto menor a granulometria da farinha, menor a quantidade de carboidratos. Cardoso et al. (2020) observaram que o pó da polpa do jenipapo obteve 40,21% de grãos menores ou iguais a 0,250 µm. As possíveis variações de grãos se relacionam com processo de moagem ineficiente que contribui para partículas mais heterogêneas na farinha, comprometendo a qualidade final dos produtos elaborados (Borges et al., 2009).

Solubilidade do pó de polpa com casca de jambolão

A solubilidade do pó é um parâmetro fundamental para sua capacidade de manter uma mistura homogênea com água (Barbosa, 2023). Neste estudo, foi observada a solubilidade de 92% para o pó de polpa com casca de jambolão obtido pelo método de leite de espuma. Este resultado é considerado ideal para aplicações na indústria alimentícia (Cardoso et al., 2021). Girelli et al. (2023) utilizando o método de leite em espuma aplicado a polpa de butiá com albumina e goma xantana, resultou em valores de solubilidade de 74,4%. Já Silva (2021) encontraram no pó da folha de amoreira negra o valor de 57,39 %, usado como agente espumante o Portogel®. Estes achados destacam a eficácia do método de secagem em leite de espuma com diferentes carreadores na obtenção de pós com elevada solubilidade em soluções (Cardoso et al., 2021). A solubilidade do pó também está intimamente relacionada à composição do fruto, sendo que frutas ricas em lipídios tendem a apresentar naturalmente menor solubilidade. Por exemplo, o araticum (*Annona montana*) exibiu solubilidade de apenas 24,3%, com teores de lipídios variando entre 3,30 a 3,83 g. 100 g⁻¹ em sua composição (Santiago et al., 2018). O fruto de jambolão apresenta baixo teor lipídico (Dantas et al., 2023) contribuindo assim para alta solubilidade do pó obtido no presente estudo. Além disso, a adição de um emulsificante durante o processo de secagem pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a solubilidade do pó (Santiago et al., 2018).

Caracterização físico-química e química da polpa com casca *in natura* e do pó de polpa com casca de Jambolão

Na Tabela 1 estão apresentados os valores físico-químicos e químicos da polpa com casca *in natura* e do pó da polpa com casca do jambolão.

Tabela 1 - Caracterização físico-química e química da polpa com casca *in natura* e do pó de jambolão.

Parâmetros	Polpa com casca <i>in natura</i>	Pó de polpa com casca
pH	3,79 ± 0,08	3,62 ± 0,06
Acidez titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,83 ± 0,03	2,85 ± 0,05
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	14,17 ± 0,59	15,00 ± 0,30
Umidade (%)	87,77 ± 0,61	4,90 ± 0,28
Cinzas (%)	0,35 ± 0,05	0,73 ± 0,12
Lipídios (%)	0,03 ± 0,01	- *
Açúcares redutores (%)	9,29 ± 0,18	41,25 ± 0,00

* Valor não detectado pela metodologia realizada. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Esses parâmetros determinam o grau de aceitabilidade do alimento, mediante ao sabor induzido e o valor nutricional, de acordo com a composição (Fernandes et al., 2017). O pH está diretamente relacionado à conservação dos alimentos. No presente estudo, observou-se o valor de 3,79 para o pH na porção *in natura* do fruto, próximo ao pH de 3,77 encontrado por Brito et al. (2017) no mesmo fruto de jambolão. No pó obtido, o valor foi de 3,62. Essa redução é consistente com os achados de Macêdo et al. (2022), que encontraram diminuição no pH de 4,79 para 4,67 após a secagem a 50°C do fruto do juazeiro. Por outro lado, Riguetto et al., (2018), relatou aumento no pH de 3,15 para 3,32 após a secagem a 80°C da uvaia. Essas variações no pH têm implicações significativas para a durabilidade e a aparência dos alimentos (Hanna, 2022). Esses valores de pH dificultam o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes (Alves, 2019). A acidez titulável, parâmetro crucial para avaliar o estado de conservação dos alimentos (Fernandes et al., 2017; Garske, 2018). Quanto a este parâmetro, encontrou-se no fruto *in natura* o valor de 0,83 g. ácido cítrico.100 g⁻¹, enquanto no pó obtido esse valor foi mais elevado, sendo 2,85 g. ácido cítrico.100 g⁻¹. De acordo com Rodrigues et al. (2020), é esperado que a acidez aumente, uma vez que a redução do teor de água resulta em maior concentração de nutrientes na polpa. Essa tendência de aumento também foi observada pelos referidos autores que relataram acidez de 8,27 g. ácido cítrico.100 g⁻¹ para a polpa *in natura* de manga e teor de 29,09 g. ácido cítrico.100 g⁻¹ para a polpa desidratada nas temperaturas de 70°C. Essas variações na acidez têm implicações significativas para a qualidade e a conservação dos alimentos (Rodrigues et al., 2020).

Quanto à análise dos sólidos solúveis totais, que fornece uma estimativa indireta do teor de açúcares, foi obtido na polpa com casca *in natura* o valor de 14,17 °Brix. Fernandes et al. (2017) relataram 14,71 °Brix, enquanto Santos et al. (2020) encontraram 12,93 °Brix e Vital et al. (2020) obtiveram 14,31 °Brix, valores encontrados no fruto do jambolão. Quanto ao pó obtido, o valor foi semelhante, atingindo 15 °Brix. Esse aumento pode ser consequência da perda de água da polpa durante o processo de secagem, resultando em maior concentração dos sólidos no produto final (Souza et al., 2023).

A umidade, que é um marcador relevante da vida de prateleira do alimento, assim como, das características físicas e químicas, apresentou o teor de 87,77 %, semelhante ao encontrado por Brito et al. (2022) que foi de 84,25% na polpa do jambolão. Santos e colaboradores (2020) encontraram valor de 85,6% para no extrato de polpa e casca do mesmo fruto. O alto teor de água condiciona o armazenamento do produto a um curto prazo, em temperatura ambiente, caracterizando a elevada perecibilidade do alimento (Araújo et al., 2015). Logo, é fundamental o uso de técnicas para prolongar a conservação do fruto. O teor de umidade do pó obtido foi de 4,90 %, dentro dos padrões exigidos pela RDC 263/2005, que estabelece um teor máximo de umidade de 15 % para farinhas obtidas de frutos e sementes (Brasil, 2005). Rodrigues et al. (2020) obtiveram teor de umidade de 9,40 % e 7,20 %, respectivamente para as temperaturas de secagem de 50 e 60°C para a polpa de guavira, estando também de acordo com a referida legislação.

Na análise do teor de cinzas, obteve-se o valor de 0,35 %, semelhante ao resultado encontrado por Vital et al. (2020), que encontraram 0,32 % no fruto do jambolão. Por outro lado, foi superior ao obtido por Brito et al. (2017), que relataram valor de 0,23 % de cinzas para o jambolão. Além disso, o teor de cinzas encontrado assemelha-se ao de outras frutas cultivadas, como a graviola 0,35 % e a polpa de manga 0,34 %. No caso do pó obtido, o teor de cinzas foi de 0,73%, indicando um aumento, provavelmente devido à concentração de minerais que pode ocorrer com o processo de secagem (Resende et al., 2019) É relevante destacar que os micronutrientes são essenciais para o funcionamento adequado do metabolismo humano. Uma alimentação balanceada deve incluir os minerais necessários para prevenir deficiências nutricionais (Santos et al., 2020).

Quanto ao teor de lipídios, o fruto do jambolão apresentou valor de 0,03%, inferior ao obtido por Vital et al. (2020), 0,27% no jambolão. Quanto à quantificação no pó, não foi detectado, como este material se deteriora por hidrólise e por oxidação, e o processo de secagem o expõem a isso é esperado a redução do teor de lipídeos (Embrapa, 2012). Instrução Normativa N° 75/2020, possibilita classificá-lo como um produto com baixo teor de lipídios e baixo valor energético (Brasil, 2020).

Em relação aos açúcares redutores, observou-se a concentração desses açúcares após desidratação da polpa com casca para obtenção do pó. Os valores aumentaram de 9,29 % para 41,25 %, respectivamente. Este aumento foi esperado, uma vez que a redução do teor de água implica em maior concentração de nutrientes no alimento (Souza et al., 2023). De acordo com Oliveira et al. (2006), as concentrações de açúcares redutores e não redutores variam dependendo de fatores como formulações de espuma, temperatura de secagem e tipos de aditivos. A presença de níveis mais elevados de açúcares em um alimento pode trazer diversas vantagens, como redução da necessidade de adição de açúcares no produto final, menor tempo de evaporação da água e maior rendimento do processo (Cabezas-Zabala et al., 2016; Hamm, 2019).

Concentração de compostos bioativos e ação antioxidante da polpa com casca *in natura* e do pó de jambolão

Na Tabela 2 estão presentes os dados referentes aos compostos bioativos da polpa com casca *in natura* e do pó de jambolão. Estudos científicos têm mostrado a ação antioxidante desses compostos contra doenças neurodegenerativas, câncer, doenças cardiovasculares, distúrbios metabólicos e doenças autoimunes (Shin et al., 2018; Vu et al., 2018; Gheflati et al., 2019; Glevitzky et al. 2019; Silva et al., 2020; Wang et al., 2020; Matsumura et al. 2023).

Tabela 2 - Concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa com casca *in natura* e do pó de jambolão.

Constituintes Bioativos	Polpa com casca <i>in natura</i>	Pó de polpa com casca
Fenólicos totais (mg.100 EAG g ⁻¹)	140,73 ± 4,36	165,11 ± 0,38
Antocianinas (mg.100 g ⁻¹)	76,32 ± 0,25	260,61 ± 0,93
Carotenoides totais (mg.100 g ⁻¹)	0,78 ± 0,08	0,46 ± 0,03
Clorofilas totais (mg.100 g ⁻¹)	0,01 ± 0,0	1,40 ± 0,02
Flavonoides Amarelos (mg.100 g ⁻¹)	0,08 ± 0,02	0,64 ± 0,04
Vitamina C (mg.100 g ⁻¹)	149,37 ± 0,03	227,57 ± 0,0
Atividade Antioxidante (%)	93,30 ± 0,00	95,50 ± 0,00

EAG: Ácido gálico. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A principal fonte antioxidante é oriunda dos compostos fenólicos, os quais são compostos do metabolismo secundário de vegetais que se estratificam em flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos e cumarinas (Kabra et al., 2022). Assim é importante a ingestão desses compostos, pois estão relacionados com a proteção do organismo contra o estresse oxidativo, que geralmente contribui no surgimento de doenças crônicas e degenerativas (Behl et al. 2020). No presente estudo foi encontrado

na polpa com casca in natura do jambolão o teor de 140,73 mg.100 g⁻¹ GAE. Este valor foi abaixo do encontrado por Brito et al., (2022) no extrato da casca de jambolão, com valor de 173,9 mg 100 g⁻¹ GAE. Brandão et al. (2019), Santos et al. (2020), e Tavares et al. (2017), encontraram teores de fenólicos totais de 208 mg 100 g⁻¹ GA, 312 a 434,8 mg 100 g⁻¹ GAE e de 1,22 mg 100 g⁻¹ GAE, respectivamente no fruto do jambolão.

Evidenciando que a variação no teor de compostos fenólicos encontrada na literatura pode ser explicada de acordo com a umidade, tipo de solo, clima, variação na maturidade, diferenças genéticas ou condições de armazenamento pós-colheita. (Santos, 2017; Santos et al., 2020; Neves-Brito et al., 2022). O pó, por sua vez, apresentou resultado mais elevado, sendo obtido o valor de 165,11 mg. 100 g⁻¹ GAE. Este resultado foi diferente do encontrado por Resende e colaboradores (2021) que realizaram o processo de secagem por atomização e obtiveram um corante em pó de jambolão contendo 114,87 mg. 100 g⁻¹ GAE. Assim, em razão do teor desse composto, a incorporação desse fruto em novos produtos alimentícios e nutracêuticos se torna uma possibilidade, ao explorar seu potencial como ingrediente funcional (Brito et al., 2022).

Quanto às antocianinas totais, que são pigmentos naturais, dotados de tonalidades diversas, atingindo avermelhada, azul e roxo (Câmara et al. 2022). Foi encontrado na polpa com casca do presente trabalho o teor de 76,32 mg.100 g⁻¹. Resende et al. (2021) obtiveram o teor de 94,14 mg.100 g⁻¹ no extrato alcoólico da polpa do jambolão. Já no estudo realizado por Brito et al. (2017) em frutos amazônicos, encontrou-se no jambolão o teor de antocianinas totais de 296 mg.100 g⁻¹. É importante ressaltar que a porção da polpa com casca de jambolão possui um teor total de antocianinas que pode variar de 28,5 a 1318,4 mg 100 g⁻¹ (peso seco), de acordo com a maturação e conseqüente a coloração, que pode variar de verde-amarelo a roxo (Lestario et al., 2017). Assim, o resultado encontrado na polpa com casca, encontra-se de acordo com a literatura para jambolão. Em relação ao pó, no presente estudo foi identificado o teor de 260,61 mg.100 g⁻¹, observando a ocorrência de concentração deste fitoquímico. Na secagem do fruto do jambolão que foi realizada pelo método de atomização, relataram o teor de 168,82 mg.100 g⁻¹ (Resende, 2016). Já no estudo realizado por Soares e Pereira (2020) com secagem em leito de jorro, encontrou-se o teor de 79 mg.100 g⁻¹ no pó do jambolão. Tal comportamento possibilita entender como as condições utilizadas nos processos de secagem promovem alterações nas extrações das antocianinas, para além dos fatores intrínsecos presentes nos frutos (Resende, 2016).

Em relação aos flavonoides amarelos, em virtude das características antioxidantes, esses compostos atuam em reações anti-inflamatórias (Al-Khayri et al., 2022), antimicrobiana (Khalid et al., 2019) e moduladora da microbiota intestinal (Pei et al., 2020). Além disso, atuam diretamente nas características organolépticas do fruto, apresentando menor adstringência e coloração menos intensa durante o processo de maturação (Gomes et al., 2016).

O presente estudo obteve o teor de 0,08 mg.100 g⁻¹ deste composto na polpa com casca do jambolão. Este valor foi inferior ao encontrado em jambo congelado (*Syzygium malaccensis*) que apresentou valor de 2,84 mg.100 g⁻¹ de flavonoides amarelos (Araújo et al., 2021), como também, em fruto da uvaia (*Eugenia pyriformis*) da mesma família do jambolão, que se observou a variação entre 7,30 e 17,50 mg.100 g⁻¹ (Sartori et al., 2010). Quanto ao pó foi observado um elevado teor de 0,64 mg.100 g⁻¹, mostrando que houve concentração deste bioativo. Estudo realizado por Matos e colaboradores (2020) no extrato de jambolão com acerola secos por liofilização obteve o teor de 9,39 mg.100 g⁻¹. O consumo estimado de flavonoides na dieta humana está entre 1e 2 g por dia, já que auxilia no bom funcionamento do metabolismo energético através da formação de respostas anti-inflamatórias (Gomes et al., 2016). Esse composto é encontrado abundantemente em ervas fitoterápicas, hortaliças tradicionais e PANCs (Plantas alimentícias não convencionais) e tem como principal ação a promoção de saúde a humanos. Quando consumidos, apresentam propriedades antivirais, antifúngicas, antibacterianas, entre outros, gerando proteção contra o desenvolvimento de doenças (Teles; Souza; Souza, 2018. Yi, 2018. Putteeraj et al., 2018; Khalid et al., 2019; Tonin et al., 2020).

No tocante ao teor de carotenoides totais, pigmentos lipídicos orgânicos de coloração alaranjada, sendo alguns destes

denominados pró-vitamina A (Maoka, 2020), na análise realizada na polpa com casca do jambolão foi obtido $0,78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Este resultado foi inferior ao encontrado por Brito et al. (2022) em um estudo também realizado com o fruto do jambolão, obtendo-se o teor de $1,09 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Entretanto, foi superior ao encontrado no fruto em pó, que apresentou o teor de $0,46 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ no presente trabalho. Estudo realizado somente com a casca do jambolão desidratada por estufa de circulação a 40°C obteve o teor de $5,03 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Brito et al., 2022). Em trabalho realizado por Cavalcante et al. (2020), no pó de cagaita desidratada (*Eugenia dysenterica*) em leito de espuma foi encontrado o teor de $19,77 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Apesar da desidratação ter como característica preservar o valor nutricional, esta técnica apresenta degradação dos carotenoides no decorrer do processo, uma vez que a estrutura celular e os complexos contidos nos alimentos podem se romper, permitindo que os carotenoides estejam susceptíveis a fatores externos, como o oxigênio, propiciando à sua degradação (Alves et al., 2008). É importante ressaltar que além de pigmentação do fruto os carotenoides têm sido relacionados com efeitos terapêuticos, incluindo anticancerígenos, imunomoduladores, anti-inflamatórios, antibacterianos, antidiabéticos e neuroprotetores (Maoka, 2020).

Outro pigmento relevante são as clorofilas totais que são responsáveis pela coloração verde dos frutos e segundo Wang e colaboradores (2019), eficazes na ação de inibir ou reverter a resistência a múltiplas drogas em células cancerosas e bactérias. No presente trabalho o teor deste fitoquímico foi de $0,01 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, inferior ao encontrado no fruto da cagaita (*Eugenia dysenterica*) pertencente à família Myrtaceae de $0,03 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Silva et al., 2017). Vale ressaltar que o teor de clorofila depende do estágio de maturação, quanto mais imaturo é o fruto, maior será o valor encontrado e conforme ocorre à evolução da maturação a clorofila é degradada e outros pigmentos tais como, antocianinas e carotenoides tem sua concentração aumentada (Chagas et al., 2015). Em relação ao pó obtido, o teor da clorofila foi de $1,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, pode-se observar que houve concentração deste composto em relação ao teor encontrado no fruto in natura. Estudo realizado por Maki-Díaz et al. (2015) na obtenção de farinha de umbu por meio de liofilização, revelou o teor de $0,46 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, porém no trabalho realizado Alves et al. (2021) com desidratação por estufa de circulação de ar forçado da casca de umbu e produção da farinha, o teor evidenciado foi de $5,14 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Sua ingestão é importante, visto suas aplicações para benefícios na saúde humana, como efeitos biológicos de antígeno toxicidade, imunomodulação e atividade antioxidante (Zhang et al., 2017; Vanková et al., 2018).

O teor de vitamina C no presente trabalho foi de $149,37 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na polpa com casca. No estudo realizado por Neves et al. (2022) foi obtido o teor de $47,71 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na polpa in natura do jambolão. Quanto ao pó da polpa com casca de jambolão o foi encontrado o teor de $227,57 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de vitamina C, mostrando que houve concentração desta vitamina. Riguetto et al. (2018), realizaram a secagem em leito de espuma da polpa de uvaia e resultou em aumento significativo na concentração de vitamina C. A polpa seca apresentou $59,79 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido ascórbico, enquanto o pó obtido por leito de espuma obteve teor foi de $289,43 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. A vitamina C é um micronutriente essencial para saúde, com várias funções biológicas importantes, como cofator para a biossíntese do colágeno, carnitina, neurotransmissores e de hormônios peptídicos. Outro papel importante é sua atuação na absorção intestinal do ferro. Estudos recentes relatam que o consumo diário da vitamina C apresenta alta relevância na ação antioxidante, auxiliando diretamente no retardo do envelhecimento celular, a incidência de doenças degenerativas, câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, disfunções cerebrais e doenças crônicas não transmissíveis (Ramos et al., 2015; Adamus et al., 2017; Jodh et al., 2023). Portanto, sua presença em alimentos desejável (Santana et al., 2014; Ramos et al., 2015; Costa, 2016).

As variações encontradas nos teores de compostos bioativos podem ser explicadas por meio de fatores externos que estão submetidos os frutos como região geográfica, safra, condições climáticas, além de peculiaridades de processamento e métodos de extração (Santos, 2017; Santos et al., 2020; Brito et al., 2021). Entretanto, considerando os teores de fitoquímicos encontrados na polpa com casca in natura e no pó de jambolão no presente estudo, pode-se inferir que ambos são boas fontes

desses compostos. Ressaltando-se que a metodologia aplicada de secagem em leito de espuma para obtenção do pó, promoveu concentração dos principais bioativos, indicando que a mesma foi adequada. Outros estudos também obtiveram resultados semelhantes, como a uvaia (Rigueto et al., 2018), cagaita e morango (Motta, 2018), folha de graviola (Oliveira et al., 2020), maracujá (Sousa et al., 2020), cebola (Lima Jr, 2021), polpa da graviola (Silva et al., 2021), acerola e jambolão (Matos et al., 2022).

Em relação a atividade antioxidante, a polpa com casca de jambolão in natura apresentou 93,5 % de capacidade antioxidante segundo o método de DPPH (2,2- difenil-1-picril-hidrazil), no qual, é avaliado a capacidade do fruto de neutralizar os radicais livres em 50% a concentração inicial de DPPH (radical). Sendo necessário para isso 3,75 mg do fruto para atingir tal capacidade. Em estudo realizado por Batista et al. (2018), foi indicado a quantidade de 0,46 mg do fruto do jambolão para atingir a mesma capacidade antioxidante. Já em relação ao pó a capacidade apresentada foi de 95,5 % similar a amostra in natura, resultado superior ao encontrado por Filipini et al. (2020), que avaliaram a atividade antioxidante de extrato obtido de cascas de jambolão e obtiveram valores acima de 80% frente a ambos os radicais de DPPH e ABTS. É possível concluir que o fruto do jambolão e o pó obtido, se caracterizam pela capacidade de atuarem como antioxidantes naturais, podendo mitigar os efeitos dos radicais livres durante o metabolismo, protegendo o organismo contra seus efeitos nocivos (Vizzotto et al., 2017).

4. Conclusão

O desenvolvimento do pó com casca de jambolão por secagem em leito de espuma, mostrou ser um processo viável, possibilitando a concentração de cinzas e açúcares redutores e de compostos bioativos, com destaque para as antocianinas totais e vitamina C. Além disso, apresentou elevada atividade antioxidante. Sua granulometria fina, alta solubilidade e baixa umidade são características de interesse dentro de uma perspectiva nutricional, funcional e comercial. Os resultados obtidos podem servir como parâmetro para pesquisas futuras sobre a inserção deste produto na alimentação diária da população, com possibilidade de diminuir o desperdício e difundir esse fruto nutricionalmente rico, incorporado como ingrediente ou aditivo natural em alimentos, agregando valor ao fruto que geralmente é subutilizado na indústria de alimentos.

Agradecimentos

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro para desenvolver o trabalho e a empresa CP KELCO pelo fornecimento da GENU 115 Medium Rapid Set Pectina.

Referências

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Fatemi, H., Hernández-Hernández, J. L., Fuentes-Penna, A., & Hernández-Hernández, M. (2020). Evaluation of the changes in thermal, qualitative, and antioxidant properties of terebinth (*Pistacia atlantica*) fruit under different drying methods. *Agronomy*, 10(9), 1378. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091378>
- Al-Khayri, J. M., Sahana, G. R., Nagella, P., Joseph, B. V., Alessa, F. M., & Al-Mssallem, M. Q. (2022). Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: A review. *Molecules*, 27(9), 2901. <https://doi.org/10.3390/molecules27092901>
- Alves, C. C. D. O., Resende, J. V. D., Cruvinel, R. S. R., & Prado, M. E. T. (2008). Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenóides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. *Food Science and Technology*, 28, 830-9. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400003>
- Alves, I. A., Anjos, D., Ribeiro, J. S., Souza, C., & Zanuto, M. E. (2021). Potencial nutricional e funcional da farinha da casca de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.). *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 11(2), 964-974.
- Angelo, P. M., & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos—Uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 66 (1), 1-9.
- Araújo, C. D. S., Macedo, L. L., Vimercati, W. C., Saraiva, S. H., Oliveira, A. D. N., & Teixeira, L. J. Q. (2017). Cinética de secagem de acerola em leito de espuma e ajuste de modelos matemáticos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, e2016152. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15216>

- Araújo, C. S. P., de Andrade, F. H. A., Galdino, P. O., & de Caldas Pinto, M. D. S. (2015). Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha. *Agropecuária científica no semiárido*, 11(4), 33-41.
- Assis, S. A., Lima, D. C., & de Faria Oliveira, O. M. (2001). Atividade da pectinametilsterase, teor de pectina e vitamina C em frutos de acerola em vários estágios de desenvolvimento do fruto. *Food Chemistry*, 74(2), 133-7. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00117-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00117-8).
- Bag, S. K., Srivastav, P. P., & Mishra, H. N. (2011). Otimização de parâmetros de processo para espumação de polpa de fruta bael (*Aegle marmelos* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1450-1458. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0435-7>.
- Barros, V. M. (2019). Influência do processamento de secagem nos teores de compostos bioativos e antinutricionais em farinha de resíduo de acerola. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.
- Batista, Â. G., da Silva, J. K., Cazarin, C. B. B., Biasoto, A. C. T., Sawaya, A. C. H. F., Prado, M. A., & Júnior, M. R. M. (2017). Jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*): Compostos bioativos em frutos e folhas. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 284-91. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.058>.
- Behl, T., Kaur, I., Goel, H., Banothu, S., & Sehgal, A. (2020). Efeitos pleotrópicos dos polifenóis no sistema cardiovascular. *Biomedicina & Farmacoterapia*, 130, 110714. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110714>.
- Biegelmeyer, R., Andrade, J. M. M., Aboy, A. L., Apel, M. A., Dresch, R. R., Marin, R., ... & Henriques, A. T. (2011). Análise comparativa da composição química e atividade antioxidante de goiabeiras morango vermelho (*Psidium Cattleianum*) e amarelo (*Psidium Cattleianum* var. *lucidum*). *Journal of Food Science*, 76(7), C991-C996. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02320.x>
- Borges, J. D. S., Pirozi, M. R., Lucia, S. M. D., Pereira, P. C., Moraes, A. R. F., & Castro, V. C. (2006). Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. *Boletim Ceppa*, 24(1), 145-62.
- Braga, A. R. C., Murador, D. C., de Souza Mesquita, L. M., & de Rosso, V. V. (2018). Biodisponibilidade das antocianinas: Lacunas no conhecimento, desafios e pesquisas futuras. *Jornal de Composição e Análise de Alimentos*, 68, 31-40.
- Brandão, T. S. D. O., Sena, A. R. D., Teshima, E., David, J. M., & Assis, S. A. (2011). Alterações em enzimas, compostos fenólicos, taninos e vitamina C em vários estágios de desenvolvimento do jambolão (*Syzygium cumini* Lamark). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31, 849-55.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Uso de um método de radical livre para avaliar a atividade antioxidante. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brasil. (2012). Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012: Aprova o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União. Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html.
- Brasil. (2005). Resolução RDC No 263 de 22 de setembro de 2005: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html.
- Brito, B. D. N. C., Pena, R. S., Lopes, A. S., & Campos Chisté, R. (2017). Antocianinas de jambolão (*Syzygium cumini*): Extração e alterações de cor dependentes do pH. *Journal of Food Science*, 82(10), 2286-90.
- Brito, F. A., Lima, L. A., Ramos, M. F. S., Nakamura, M. J., Cavalher-Machado, S. C., Siani, A. C., ... & Sampaio, A. L. F. (2007). Estudo farmacológico da atividade antialérgica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, 40, 105-15.
- Bruinsma, J. (1963). The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. *Photochemistry and Photobiology*, 2(2), 241-9.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M., & Cal-Vidal, J. (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 420-8. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.05.003>.
- Cardoso, C. E., & Lobo, F. A. T. F. (2021). Estudo do processo de obtenção da polpa de Beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) em pó pelo método foam mat drying para aplicação em alimentos visando a substituição de corantes alimentícios sintéticos. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição*, 12(1), 131-152.
- Caro-Ordieres, T., Marín-Royo, G., Opazo-Ríos, L., Jiménez-Castilla, L., Moreno, J. A., Gómez-Guerrero, C., & Egido, J. (2020). The coming age of flavonoids in the treatment of diabetic complications. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 346.
- Casarin, F., Mendes, C. E., Lopes, T. J., & Moura, N. F. D. (2016). Planejamento experimental do processo de secagem da amora-preta (*Rubus* sp.) para a produção de farinha enriquecida com compostos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, e2016025.
- Cavalcante, M. D., Belisário, C. M., Oliveira, D. E. C. D., & Maia, G. P. A. (2020). Qualidade do pó de cagaita pelo método de secagem da camada de espuma e diferentes agentes espumantes. *Engenharia Agrícola*, 40(3), 381-7.
- Chagas, P., Grigio, M. L., Durigan, M. F., Chagas, E., & Vieites, R. L. (2015). Caracterização centesimal e compostos bioativos de frutos de taperebá em diferentes estágios de maturação. In *Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós Colheita de Frutas, Flores e Hortaliças*, 1; *Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita, Frutas, Hortaliças e Flores*, 5; *Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*, 8, 2015, Sergipe. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe.
- Chhikara, N., Kaur, R., Jaglan, S., Sharma, P., Gat, Y., & Panghal, A. (2018). Compostos bioativos e aplicações farmacológicas e alimentares de *Syzygium cumini* – uma revisão. *Alimentos e Funções*, 9(12), 6096-115.
- Costa, J. D. O. (2018). Determinação do teor de vitamina C em polpas de frutas congeladas por Iodimetria: uma opção para o controle de qualidade? (Bachelor's thesis).

- Costa, R. G., Andreola, K., de Andrade Mattietto, R., de Faria, L. J. G., & Taranto, O. P. (2015). Efeito das condições de operação no rendimento e na qualidade do pó de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) produzido em leito de jorro. *LWT-Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 64(2), 1196-203.
- Djeridane, A., Hamdi, A., Bensania, W., Cheifa, K., Lakhdari, I., & Yousfi, M. (2015). Avaliação in vitro da atividade antioxidante, inibidora das enzimas α -glicosidase e α -amilase de extratos fenólicos naturais. *Diabetes e Síndrome Metabólica: Pesquisas Clínicas e Revisões*, 9(4), 324-31.
- Dornas, W. C. A., Oliveira, T. T. D., Dores, R. G. R. D., Santos, A. F. D., & Nagem, T. J. (2007). Flavonoides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.* 28(3), 241-9.
- Fachinello, J. C., Pasa, M. D. S., Schmitz, J. D., & Betemps, D. L. (2011). Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 109-20.
- Falade, K. O., & Okocha, J. O. (2012). Secagem em esteira de espuma de banana-da-terra e banana de cozinha (*Musa* spp.). *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1173-80.
- Fernandes, L. S. M., Vieites, R. L., Lima, G. P. P., de Lima Braga, C., & do Amaral, J. L. (2017). Caracterização do fruto de pitaita orgânica. *Biodiversidade*, 16(1), 167-78.
- Filipini, G. S., Romani, V. P., & Martins, V. G. (2020). Filmes biodegradáveis e ativo-inteligentes à base de metilcelulose e extrato de cascas de jambolão (*Syzygium cumini*) para embalagens de alimentos. *Food Hydrocolloids*, 109, 106139.
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957). Um método simples para isolamento e purificação de lipídios totais de tecidos animais. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.
- Francis, F. J. (1982). Analysis of anthocyanins in foods. In P. Markakis (Ed.). *Anthocyanins as Food Colors* (pp. 181-207). New York, NY: Academic Press.
- Garske, R. P. (2018). Determinação rápida e direta de acidez de alimentos semi-sólidos através de entalpiometria no infravermelho.
- Germani, R. (1997). Métodos de avaliação de grão e farinha de trigo. EMBRAPA-CTAA.
- Gheflati, A., Bashiri, R., Ghadiri-Anari, A., Reza, J. Z., Kord, M. T., & Nadjarzadeh, A. (2019). O efeito do consumo de vinagre de maçã nos índices glicêmicos, pressão arterial, estresse oxidativo e homocisteína em pacientes com diabetes tipo 2 e dislipidemia: Um ensaio clínico controlado randomizado. *Clinical Nutrition ESPEN*, 33, 132-8.
- Girelli, A. (2021). Obtenção do pó da polpa de *Butia* spp. pelo método de secagem por camada de espuma. UERGS. <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2024>.
- Glevitzky, I., Dumitrel, G. A., Glevitzky, M., Pasca, B., Otrisal, P., Bungau, S., ... & Popa, M. J. R. C. (2019). Análise estatística da relação entre atividade antioxidante e a estrutura de compostos flavonoides. *Revista de Química*, 70(9), 3103-7.
- Gomes, S. F., Silva, F. C., Volp, A. C., & Pinheiro, [nome incompleto] (2016). Efeito do consumo de frutas ricas em flavonóides sobre mediadores inflamatórios, bioquímicos e antropométricos relacionados ao metabolismo energético. *Nutrição Clínica e Dietética Hospitalar*, 36(3), 170-80.
- Hanna Instruments. (2020). Medindo o pH em alimentos acidificados. <https://hannainst.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Medindo-o-pH-em-alimentos-acidificados.pdf>.
- Hardy, Z., & Jideani, V. A. (2017). Tecnologia de secagem em espuma: uma revisão. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2560-72.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. (3ª ed., Vol. 1). São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz.
- Jafari, S. M., Assadpoor, E., He, Y., & Bhandari, B. (2008). Eficiência de encapsulamento de sabores e óleos alimentares durante a secagem por pulverização. *Drying Technology*, 26(7), 816-35.
- Khalid, M., Bilal, M., & Huang, D. F. (2019). Papel dos flavonóides nas interações das plantas com o meio ambiente e contra patógenos humanos – uma revisão. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1), 211-230.
- Lees, D. H., & Francis, F. J. (1972). Padronização de análises de pigmentos em Cranberries. *HortScience*, 7(1), 83-4.
- Leite, J. F., Feitosa, A. C., Zuniga, A. D. G., Guida, L. M., & da Silva, D. X. (2020). Qualidade do fruto do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) armazenado sob vácuo em diferentes temperaturas. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 21951-8.
- Lestario, L. N., Howard, L. R., Brownmiller, C., Stebbins, N. B., Liyanage, R., & Lay, J. O. (2017). Alterações em polifenóis durante a maturação da ameixa de Java (*Syzygium cumini* Lam.). *Food Research International*, 100, 385-91.
- Li, D., Wang, P., Luo, Y., Zhao, M., & Chen, F. (2017). Benefícios para a saúde das antocianinas e mecanismos moleculares: atualização da última década. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1729-41.
- Lima, C. A. D., Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Cohen, K. D. O., & Guimarães, T. G. (2013). Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaitas comerciais e nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35, 565-70.
- Lima, L. A., Siani, A. C., Brito, F. A., Sampaio, A. L. F., Henriques, M. D. G. M. O., & Riehl, C. A. D. S. (2007). Correlação da atividade antiinflamatória com o conteúdo fenólico nas folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae). *Química Nova*, 30, 860-64.
- Macêdo, L. F. (2022). Farinha do fruto do *Ziziphus Joazeiro* Mart. obtida por secagem em camada de espuma. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande
- Maki-Díaz, G., Peña-Valdivia, C. B., García-Nava, R., Arévalo-Galarza, M. L., Calderón-Zavala, G., & Anaya-Rosales, S. (2015). Características físicas e químicas da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) para exportação e consumo nacional. *Agrociências*, 49(1), 31-51.

- Maoka, T. (2020). Carotenóides como pigmentos funcionais naturais. *Jornal de Medicamentos Naturais*, 74(1), 1-16. doi: 10.1007/s11418-019-01364-x. Epub 2019 Oct 1.
- Martin, J. G. P. (2011). Atividade antimicrobiana de produtos naturais: erva-mate e resíduos agroindustriais. (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).
- Martins, D. R. D. S., Sanjinez-Argandoña, E. J., Ortega, N. D. F., Garcia, V. A. D. S., de Oliveira, V. S., & Cardoso, C. A. L. (2020). Produção e caracterização de Hibiscus sabdariffa por atomização utilizando diferentes bicos aspersores e agentes carreadores. *Jornal de Processamento e Preservação de Alimentos*, 44(7), e14493.
- Matos, J., de Figueirêdo, R. M., Queiroz, A. J. D. M., Moraes, M. S. D., Silva, S. D. N., & da Silva, L. P. (2022). Cinética de secagem em camada de espuma da polpa mista de jambolão e acerola. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26, 502-512.
- Melo, P. S., Bergamaschi, K. B., Tiveron, A. P., Massarioli, A. P., Oldoni, T. L. C., Zanús, M. C., ... & Alencar, S. M. D. (2011). Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural*, 41, 1088-1093.
- Migliato, K. F., Moreira, R. R., Mello, J. C., Sacramento, L. V., Correa, M. A., & Salgado, H. R. N. (2007). Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 94-101.
- Motta, A. P. da. (2018). Aplicação de modelos empíricos para a cinética de secagem em camada de espuma da cagaita e do morango (Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Neves-Brito, B. S., et al. (2022). Physical-chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant activity of pulp and peel of the Jambolão. *Revista Ceres*, 69, 173-9.
- Oliveira, B. F., da Silva Negreiros, J. K., do Bonfim, K. S., de Assis Cavalcante, J., Pinto, M. F., & Costa, N. A. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem em camada de espuma da folha da graviroleira (*Annona muricata* Linn) e caracterização do pó obtido. *Research, Society and Development*, 9(4), e10942811-e10942811.
- Oliveira, F. M. N., de Figueirêdo, R. M. F., & de Melo Queiroz, A. J. (2006). Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 8 (1):25-33. DOI: 10.15871/1517-8595/rbpa.v8n1p25-33 .
- Pei, R., Liu, X., & Bolling, B. (2020). Flavonoids and gut health. *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 153-159.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Pinto, M. S., KWON, Y. I., Apostolidis, E., Lajolo, F. M., Genovese, M. I., & Shetty, K. (2010). Avaliação de groselhas vermelhas (*Ribes rubrum* L.), groselhas pretas (*Ribes nigrum* L.), groselhas vermelhas e verdes (*Ribes uva-crispa*) para potencial manejo de diabetes tipo 2 e hipertensão usando modelos in vitro. *Journal of Food Biochemistry*, 34(3), 639-660.
- Proma, N. M., Naima, J., Islam, M. R., Papel, J. A., Rahman, M. M., & Hossain, M. K. (2018). Phytochemical constituents and antidiabetic properties of *Syzygium cumini* Linn. seed. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(5), 1806.
- Rauf, A., Khan, I. A., Muhammad, N., Al-Awthan, Y. S., Bahattab, O., Israr, M., & Mubarak, M. S. (2021). Phytochemical composition, in vitro urease, α -glucosidase, and phosphodiesterase inhibitory potency of *Syzygium cumini* (Jamun) fruits. *South African Journal of Botany*, 143, 418-21. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.005>.
- Resende, K. K. O., Sousa, S., Guedes, S. F., & Loss, R. A. (2019). Cinética de secagem e avaliação físico-química de fruta-pão (*Artocarpus altilis*) variedade seminífera. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6 (1), 74-81.
- Resende, L. G. M. (2016). Formulação e caracterização de aditivos antocianínicos extraídos do fruto tropical jambolão (*Syzygium cumini*). Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
- Reynertson, K. A., Wallace, A. M., Adachi, S., Gil, R. R., Yang, H., Basile, M. J., & Kennelly, E. J. (2006). Bioactive depsides and anthocyanins from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Journal of Natural Products*, 69(8), 1228-30. <https://doi.org/10.1021/np0601299>.
- Ribeiro, J. S., & Veloso, C. M. (2021). Microencapsulação de corantes naturais com biopolímeros para aplicação em alimentos: Uma revisão. *Food Hydrocolloids*, 112, 106374. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106374>
- Rigueto, C. V. T., Evaristo, L. M., Geraldi, C. A. Q., & Covre, L. (2018). Influência da temperatura de secagem de uvaia (*Eugenia pyriformis*) em camada de espuma. *Engevista*, 20(4), 537-547.
- Rodrigues, D. J., Geraldi, C. A. Q., & Loss, R. A. (2020). Secagem em camada de espuma e caracterização físico-química da polpa de Guavira (*Campomanesia adamantium*). In Congresso Internacional da Agroindústria, Recife (pp. 0321-1).
- Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M., & Amaya-Farfán, J. (2008). Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos: Fontes brasileiras de carotenoides. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Floresta.
- Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., de Moraes, S. M., Sampaio, C. D. G., Pérez-Jimenez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. *Embrapa Agroindústria Tropical*. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/426954/metodologia-cientifica-determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pela-captura-do-radical-livre-abts>.
- Sabino, L. B. S., de Brito, E. S., & da Silva Júnior, I. J. (2018). Jambolan—*Syzygium jambolanum*. In *Frutas Exóticas* (pp. 251-256). Academic Press.

- Santana, P. K. B., Alves, P. S., Castro, N. F. de, Sousa, L. P. de, Lima, M. dos S., Cruz-Filho, J. F. da, Cardoso, F. S., Morais, K. de A., Sousa, H. G., & Torres, J. R. de O. (2014). Determinação do teor de vitamina C em suco de laranja com iodato de potássio. In Congresso Brasileiro de Química, 54., Natal. Anais. Natal: CBQ.
- Santos, E., Andrade, R., & Gouveia, E. (2017). Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. *Food Bioscience*, 20, 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2017.09.002>
- Santos, J. T. S., Costa, F. S. C., Soares, D. S. C., Campos, A. F. P., Carmelossi, M. A. G., Nunes, T. P., & Júnior, A. M. O. (2012). Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. *Scientia Plena*, 8(3(a)).
- Santos, N. C., de Farias Leite, D. D., Câmara, G. B., Barros, S. L., dos Santos, F. S., da Cunha Soares, T., ... & de Melo Queiroz, A. J. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem de cascas da toranja (*Citrus paradisi* Macf.). *Research, Society and Development*, 9(1), 9. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1261>
- Schoenfelder, T., Warmlin, C. Z., Manfredini, M. S., Pavei, L. L., Réus, J. V., Tristão, T. C., ... & Costa-Campos, L. (2010). Efeito hipoglicêmico e hipolipidêmico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels, Myrtaceae em ratos diabéticos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20, 222-7. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000200013>
- Sharma, R. J., Gupta, R. C., Bansal, A. K., & Singh, I. P. (2015). Metabolite fingerprinting of *Eugenia jambolana* fruit pulp extracts using NMR, HPLC-PDA-MS, GC-MS, MALDI-TOF-MS, and ESI-MS/MS spectrometry. *Natural Product Communications*, 10(6), 969-976. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501000644>
- Shin, S. J., Kim, D., Kim, J. S., Kim, I., Lee, J. R., Kim, S. C., & Kim, B. J. (1962). Efeitos da Decocção de Gamisoyo-San, uma medicina tradicional chinesa, na motilidade gastrointestinal. *Digestão*, 98(4), 231-237.
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed.). Editora Erica.
- Silva, M. M. M., da Silva, E. P., da Silva, F. A., Ogando, F. I. B., de Aguiar, C. L., & Damiani, C. (2017). Physiological development of cagaita (*Eugenia dysenterica*). *Food Chemistry*, 217, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.056>
- Silva, S. G., Borges, G. D. S. C., da Costa Castro, C. D. P., de Tarso Aidar, S., Marques, A. T. B., de Freitas, S. T., ... & Cardarelli, H. R. (2020). Physicochemical quality, bioactive compounds, and in vitro antioxidant activity of a new variety of passion fruit cv. BRS Sertão Forte (*Passiflora cincinnata* Mast.) from the Brazilian Semiarid region. *Scientia Horticulturae*, 272, 109595. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109595>
- Soares, A. C., & Pereira, N. R. (2020). Secagem da polpa de jambolão (*Syzygium cumini*) em secador de leito de jorro: Efeito da clara de ovo como agente carreador de secagem na qualidade do produto. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019075. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07519>
- Sousa, F. D. C. (2023). Avaliação físico-química da polpa de manga (Tommy atkins) em pó obtida por meio da secagem em camada de espuma. *Revista Semiárido De Visu*, 11(1), 1-19.
- Souza, J. B. P. de. (2021). Secagem em camada de espuma das folhas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Streit, N. M., Canterle, L. P., Canto, M. W. D., & Hecktheuer, L. H. H. (2005). As clorofilas. *Ciência Rural*, 35, 748-55. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>
- Tadini, C. C. (2015). *Operações Unitárias na Indústria de Alimentos* (E-book). Grupo GEN.
- Tan, S. L., & Sulaiman, R. (2020). Color and rehydration characteristics of natural red colorant of foam mat dried *Hibiscus sabdariffa* L. powder. *International Journal of Fruit Science*, 20 (1), 89-105. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1678352>.
- Tavares, I. M. C., Lago-Vanzela, E. S., Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Gomez-Alonso, S., Garcia-Romero, E., ... & Hermosin-Gutierrez, I. (2016). Estudo abrangente da composição fenólica das partes comestíveis do fruto de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). *Food Research International*, 82, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.013>.
- Teles, A. S. C., Chávez, D. W. H., Gomes, F. D. S., Cabral, L. M. C., & Tonon, R. V. (2018). Efeito da temperatura na degradação de compostos bioativos do bagaço de uva Pinot Noir durante a secagem. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, 21, e2017059. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.05917>.
- Tonin, L. T., Teixeira, B. S., & Suzuki, R. M. (2020). Antioxidant capacity and bioactive compounds of the fruits of *Pouteria glomerata* (laranjinha-de-pacu). *Revista Tecnológica*, 29(2), 291-308.
- Tonon, R. V. (2009). Secagem por atomização do suco de açaí: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
- Upadhyay, R., & Dass J. F. P. (2021). Análise físico-química, sobrevivência microbiana e estudo de vida útil de pó de suco de goiaba simbiótico seco por pulverização. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (2), e15103. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15103>.
- Vital, A. R., Lima, D. A., Furtado, M. M., & Ramos, A. S. (2020). Caracterização química e compostos bioativos do sorvete de polpa de jambolão. *Research, Society and Development*, 11 (6), e23011628900. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28900>.
- Vieira, S. (2021). *Introdução à bioestatística*. Ed. GEN/Guanabara Koogan.
- Vizzotto, M., & Pereira, M. C. (2008). Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(4), 985-991. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400001>
- Wang, C., Zhang, S., Wu, S., Sun, M., & Lyu, J. (2020). Produção multipropósito com valorização de vinagre de madeira e combustíveis de briquete de serragem de madeira por processo hidrotérmico. *Fuel*, 282, 118775. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118775>.

Wang, E., Braun, M. S., & Wink, M. (2019). A clorofila e os derivados da clorofila interferem nas células cancerígenas e bactérias multirresistentes. *Molecules*, 24 (16), 2968. <https://doi.org/10.3390/molecules24162968>.

Zambiasi, R. C. (2010). *Análise Físico Química de Alimentos*. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL.

Zhang, M., Chen, H., Mujumdar, A. S., Tang, J., Miao, S., & Wang, Y. (2017). Recent developments in high-quality drying of vegetables, fruits, and aquatic products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1239-55. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.977434>.