IJAS INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRARIAN SCIENCES - PDVAgro
ISSN: 2764-3425

DESENVOLVIMENTO DE CASCA E ENTRECASCA CRISTALIZADA DE MELÃO *(Cucumis melo L.)* INCORPORADA COM POLPA DE ACEROLA *(Malpighia emarginata)*

DEVELOPMENT OF CRYSTALLIZED MELON *(Cucumis melo L.)* PEEL AND RIND INCORPORATED WITH ACEROLA *(Malpighia emarginata)* PULP

DOI: https://doi.org/10.31692/2764-3425/v5i2.181

[1]ANNA SANTOS COSTA
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, annasantos616@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1195-6354

[2]MARIA SZA AMARAL SANTOS FERREIRA
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, mszaamaral@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0009-3835-9784

[3]ANGELISE DURIGON
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, angelise@academico.ufs.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8736-2033

[4]PATRÍCIA BELTRÃO LESSA CONSTANT
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, pblconstant@academico.ufs.br, ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7095-940X

[5]MARCELO AUGUSTO GUTIERREZ CARNELOSSI
Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, carnelossi@academico.ufs.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2961-5557

RESUMO

O aproveitamento de cascas e entrecascas de frutas permite a produção de novos produtos ricos em compostos nutricionais e tem se tornado uma alternativa viável para redução de resíduos. Assim, esse estudo objetivou desenvolver um produto cristalizado a partir da casca e da entrecasca de melão *(Cucumis melo L.)*, incorporada com polpa de acerola *(Malpighia emarginata)*, com uso da desidratação osmótica seguida da secagem convectiva. Para isso, a casca e entrecasca de melão foram cortadas em cubos de 5±2 mm e colocadas em contato por 8 h com a polpa de acerola diluída (1:1) com correção de sólidos solúveis para 30 °Brix após 6 h de processo, seguido da secagem convectiva a 45 °C por 18 h. Umidade, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e o teor de compostos antioxidantes pelo método ABTS e FRAP foram determinados na matéria-prima e no produto desidratado. A casca e entrecasca cristalizada apresentou 11,37% de umidade, 28,23 °Brix de sólidos solúveis, acidez de 0,51 g ác. cítrico.100 g-1 e pH de 3,35. A atividade antioxidante para o produto foi de 137,50 µM de Trolox.100g-1 (base seca) para o método ABTS e 278,50 µM de Sulfato Ferroso.100g-1 (base seca) para o método FRAP. Dessa forma, a desidratação osmótica seguida da secagem convectiva possibilitou a incorporação de compostos antioxidantes de acerola à casca e entrecasca de melão, bem como a produção de um novo produto cristalizado que obedece a legislação vigente e tem potencial para a inclusão em formulações de produtos da panificação como bolos, biscoitos e panetones.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos vegetais; Casca de melão; Compostos antioxidantes; Desidratação osmótica; Fruta cristalizada

ABSTRACT

The use of fruit peels and rinds enables the production of new products rich in nutritional compounds and has become a viable alternative for waste reduction. Thus, this study aimed to develop a crystallized product from melon *(Cucumis melo L.)* peel and rind incorporated with acerola *(Malpighia emarginata)* pulp, using osmotic dehydration followed by convective drying. For this purpose, melon peel and rind were cut into 5±2 mm cubes and placed in contact for 8 h with diluted acerola pulp (1:1), with soluble solids adjusted to 30 °Brix after 6 h of process, followed by convective drying at 45 °C for 18 h. Moisture, soluble solids, titratable acidity, pH, and antioxidant compounds content by the ABTS and FRAP methods were determined in the raw material and in the dehydrated product. The crystallized peel and rind presented 11.37% moisture, 28.23 °Brix soluble solids, acidity of 0.51 g citric acid.100 g^{-1}, and pH of 3.35. The antioxidant activity of the product was 137.50 µM Trolox.100 g^{-1} (dry basis) for the ABTS method and 278.50 µM Ferrous Sulfate.100 g^{-1} (dry basis) for the FRAP method. Therefore, osmotic dehydration followed by convective drying enabled the incorporation of antioxidant compounds from acerola into melon peel and rind, as well as the production of a new crystallized product that complies with current legislation and has potential for inclusion in bakery product formulations such as cakes, cookies, and panettones.

Keywords: Utilization of plant residues; Osmotic dehydration; Crystallized product; Antioxidant compounds; Melon peel.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na exportação de diversas frutas, sendo um dos principais *players* o melão (*Cucumis melo L.*), em que os cultivos dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que produziram juntos mais de 570 mil toneladas em 2024 (IBGE, 2024), são os responsáveis por

inserir o país como segundo maior exportador de melão no cenário internacional (Penha e Alves, 2018). Uma forma de comercialização dessa fruta é como produto minimamente processado, no entanto, os resíduos advindos do seu processamento mínimo que são essencialmente cascas, entrecascas, sementes e sobras dos cortes, representam aproximadamente 60% da fruta (Paiva *et al.*, 2015). Esses resíduos podem ser utilizados para a elaboração de diferentes produtos nutricionalmente ricos. Uma das alternativas viáveis para utilização dos resíduos do melão é a produção de um produto cristalizado a partir da sua casca e entrecasca, como a desenvolvida por Santos *et al.* (2020), que incorporou antocianinas em entrecasca de melancia a partir da desidratação osmótica em suco de uva integral.

A acerola *(Malpighia emarginata)* é conhecida pelos seus altos teores de compostos bioativos como o ácido ascórbico e carotenoides (Belwal *et al.*, 2018), sendo favorável para a produção de alimentos enriquecidos, especialmente com compostos bioativos. Esses compostos promovem benefícios a saúde associados a captura de radicais livres, além de efeito antiglicemiante e potencial anticarginogênico (Laurindo *et al.* 2024; Belwal *et al.* 2018). A desidratação osmótica é uma opção para incorporar esses compostos à casca e entrecasca de melão, pois permite a transferência de substâncias de interesse, como os componentes bioativos presentes na polpa de acerola, para alimentos como os subprodutos do melão (Ordóñez *et al.*, 2015). A secagem convectiva complementa o processo de produção dos cristalizados, pois reduz o teor de água, uma vez que a legislação brasileira exige umidade inferior a 25% para frutas secas (BRASIL, 2005) e frutas cristalizadas (BRASIL, 1977).

A incorporação de compostos antioxidantes da acerola à casca e entrecasca de melão, com uso da desidratação osmótica, representa uma alternativa viável para o enriquecimento nutricional desses subprodutos, que geralmente são descartados. Além disso, está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 12, que visa à redução das perdas ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo o período pós-colheita (Nações Unidas, 2015). Sendo assim, o estudo investiga, a partir da caracterização físico-química e quantificação de compostos antioxidantes, a produção de um alimento cristalizado com potencial benefício para a saúde e que agrega valor à casca e entrecasca do melão, promovendo a diminuição da geração de resíduos.

METODOLOGIA

Polpa de acerola

As acerolas totalmente maduras foram adquiridas no CEASA em Aracaju/SE. As frutas foram sanitizadas com o desinfetante para hortifrutícolas *Startclor* da Qualifood seguindo as recomendações de uso do produto, em que 50 g do pó foram dissolvidos em 10 L de água e as frutas foram deixadas nessa solução por 10 min. Após, foram despolpadas em despolpadeira e a polpa diluída com água filtrada na proporção de 1:1 e congeladas em freezer (Consul, CVU20GB) a -18 °C até o dia do processamento.

Casca e entrecasca de melão

Os melões amarelos foram adquiridos no CEASA em Aracaju/SE. Os mais firmes e de casca mais lisa foram selecionados e sanitizados com o desinfetante para hortifrutícolas *Startclor* da Qualifood seguindo as recomendações de uso do produto, em que 50 g do pó foram dissolvidos em 10 L de água e as frutas foram deixadas nessa solução por 10 min. Após, as sementes e a polpa foram retiradas e as cascas e entrecascas cortadas manualmente em cubos de aproximadamente 5±2 mm. Os cubos foram branqueados em vapor de água por 5 min, e posterior resfriamento com gelo, a fim de evitar seu escurecimento enzimático.

Produção da casca e entrecasca cristalizada

O produto foi obtido de acordo com o proposto por Santos *et al.* (2020), com adaptações. A primeira etapa do processo de desidratação osmótica foi iniciada sob as seguintes condições: 500 g de cubos de casca e entrecasca de melão para 1500 g de polpa de acerola (diluída 1:1) e agitação de 400 rpm em temperatura ambiente (25 °C) por 6 h. Após isso, o teor de sólidos solúveis da polpa diluída foi corrigido com sacarose para 30 °Brix e a segunda etapa da desidratação sob essa condição ocorreu por mais 2 h, totalizando 8 h para o processo de desidratação osmótica em temperatura ambiente (25 °C). Por último, após esse processo, as cascas e entrecascas foram secas em desidratador de alimentos do tipo cabine (Meloni, Pratic Dryer) a 45 °C por 18 h. Após finalizado, o produto foi armazenado em sacos plásticos a vácuo envolvidos com papel alumínio e mantidos em dessecador até a realização das análises. A Figura 1 ilustra o processo aplicado para a obtenção do produto e a Figura 2 mostra as cascas e entrecascas antes e depois do processamento.

Figura 1 – Esquema ilustrativo do processo aplicado



Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2020)

Figura 2 – Casca e entrecasca de melão antes e depois do processamento



Fonte: Própria (2024)

Determinação da umidade

A umidade das amostras foi determinada em triplicata pelo método gravimétrico em estufa sob temperatura de 105 °C (Marconi, MA 035) até massa constante, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Determinação do teor de sólidos solúveis

A análise foi realizada em refratômetro de bancada (BrasEq, DSA E-SCAN), sendo os resultados expressos em ºBrix, de acordo com o descrito no método 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata. A amostra foi reidratada na proporção de 1:10 e o resultado multiplicado por 10.

Determinação do teor de acidez titulável

A determinação da acidez foi realizada conforme descrito no método 016/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em que o hidróxido de sódio (NaOH), na concentração de 0,1M foi usado para neutralizar o ácido e uma substância indicadora (fenolftaleína). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico.100^{-1}, e a análise realizada em triplicata.

Determinação do pH

As amostras foram homogeneizadas e postas em contato com o bulbo do pHmetro (HANNAH, HI2221) previamente calibrado com soluções tampão 4 e 7 seguindo a metodologia 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e a análise realizada em triplicata.

Determinação do teor de compostos antioxidantes pelo método ABTS

A determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre ABTS foi realizada de acordo com método adaptado de Rufino *et al.* (2007). Inicialmente, foram produzidos extratos metanol acetônicos, em duplicatas, para cada amostra. Foram pesadas aproximadamente 12,5 g de cada amostra que foram colocadas em contato com 20 mL de metanol 50% por sessenta minutos a temperatura de 25 °C. Depois, o conteúdo foi centrifugado, em centrífuga (Eppendorf, 5810 R), a 12000 rpm por quinze minutos. O sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL e ao resíduo da primeira extração foi adicionado 20 mL de acetona 70%. Após 60 min, o conteúdo foi centrifugado sob as mesmas condições anteriores e o sobrenadante transferido para o mesmo balão volumétrico de 50 mL e o menisco ajustado com água. A curva padrão de Trolox foi determinada seguindo o proposto

por Rufino *et al.* (2007). A partir dos extratos obtidos foram realizadas as diluições necessárias e, em ambiente escuro, foram transferidas em triplicatas, alíquotas de 30 µL das diluições a 3 mL de reagente ABTS previamente diluído e com absorbância de 0,702, que após homogeneizados e deixados em repouso por 6 min, foram lidas em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 734 nm. Os resultados foram expressos em µM Trolox.100 g^{-1} (base seca).

Determinação do teor de compostos antioxidantes pelo método FRAP

A determinação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre FRAP foi realizada de acordo com método adaptado de Rufino et al. (2007). Foram elaborados extratos metanol acetônicos, em duplicatas, para cada amostra da mesma maneira que se realizou para o método ABTS. A curva padrão de Sulfato Ferroso foi determinada seguindo o proposto por Rufino et al. (2007). A partir dos extratos obtidos foram realizadas as diluições necessárias e, em ambiente escuro, foram transferidas, em triplicatas, alíquotas de 30 µL das diluições e 270 µL de água a 2,7 mL de reagente FRAP, que após homogeneizadas e deixadas em repouso por 30 min em banho maria a 37 °C, foram lidas em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 595 nm. Os resultados foram expressos em µM Sulfato Ferroso.100 g^{-1} (base seca).

Análise Estatística

Foram produzidos dois lotes independentes do produto cristalizado e as análises foram realizadas em triplicata para cada lote. A entrecasca *in natura* foi obtida em um único lote e analisada em triplicata. Os resultados do produto cristalizado foram expressos como a média dos dois lotes ± desvio-padrão entre lotes, enquanto os resultados da entrecasca *in natura* foram obtidos a partir das três determinações analíticas. Todos os resultados foram submetidos à Análise da Variância (ANOVA) e posteriormente foi aplicado o teste de Tukey ($p<0,05$) para as comparações das médias da casca e entrecasca de melão *in natura* e da casca e entrecasca cristalizada. O software utilizado para a estatística foi o SAS *On Demand for academics*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas da casca e entrecasca *in natura* e cristalizada.

A umidade (Tabela 1) da casca e entrecasca cristalizada foi de 11,37%. Assim, o produto obtido obedeceu ao estabelecido pela legislação de frutas cristalizadas, em que o valor máximo de umidade é de 25% (Brasil, 1977). Santos *et al*. (2019) desenvolveram uma fruta

cristalizada a partir de entrecasca de melancia e suco de uva e obtiveram valor de 13,84% para a umidade, valor próximo ao obtido no presente estudo, uma vez que os métodos utilizados para a remoção de água foram os mesmos.

Tabela 1 – Umidade, sólidos solúveis, acidez e pH da casca e entrecasca de melão *in natura*, cristalizada e da polpa de acerola

Análises	Casca e entrecasca *in natura*	Casca e entrecasca cristalizada	Polpa de acerola (Sousa *et al*, 2020)
Umidade (%)	$91,08^{a} \pm 0,55$	$11,37^{b} \pm 0,87$	-
Umidade (g.g^{-1} bs)	$10,29^{a} \pm 0,71$	$0,13^{b} \pm 0,02$	-
Sólidos Solúveis (ºBrix)	$3,93^{b} \pm 0,25$	$28,23^{a} \pm 8,39$	$5,24 \pm 0,01$
Acidez titulável (g ácido cítrico.100 g^{-1})	$0,02^{b} \pm 0,01$	$0,51^{a} \pm 0,08$	-
Acidez titulável (%)	$0,28^{b} \pm 0,10$	$7,96^{a} \pm 1,30$	$22,00 \pm 0,00$
pH	$5,29^{a} \pm 0,14$	$3,35^{b} \pm 0,01$	$3,60 \pm 0,05$

Legenda: média ± desvio padrão. As médias com letras minúsculas distintas na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$) entre os diferentes grupos.

Fonte: Própria (2024)

O teor de sólidos solúveis foi de 28,23 °Brix (Tabela 1) no produto cristalizado, resultante principalmente do processo de desidratação osmótica. Brasil (1977) define a fruta cristalizada como o produto preparado com frutas ou suas partes comestíveis, nas quais se substitui parte da água da sua constituição por açúcares, por meio de tecnologia adequada. Ordóñez *et al*. (2015) explica que durante esse método de desidratação há a transferência simultânea de massa em contracorrente entre o produto e a solução, em que uma grande proporção de água do produto passa a solução ao mesmo tempo em que há a transferência dos sólidos desta para o produto. Silva *et al*. (2022b) concluíram que o aumento da concentração de sacarose para 60 °Brix promoveu maiores perdas de água e de massa, e maior ganho de

sólidos durante o processo de desidratação osmótica de bagas de jaca *(Artocarpus heterophyllus)*, assim como Barros (2020), que determinou maior ganho de sólidos para as fatias de kiwi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) que foram desidratadas osmoticamente em soluções de 60 °Brix.

O produto cristalizado apresentou acidez titulável de 0,51 g de ácido cítrico por 100 g de amostra e pH de 3,35, enquanto a casca e entrecasca *in natura* apresentaram acidez significativamente menor e pH mais elevado (Tabela 1). Esses resultados se devem ao uso da polpa de acerola durante o processo de desidratação osmótica, que possui acidez alta e pH baixo devido à presença de ácidos orgânicos como o ácido ascórbico e málico (Carneiro *et al.* 2021). Sousa *et al.* (2020) determinaram valor de 22% para acidez e 3,60 para o pH da polpa de acerola, valores esses que explicam o aumento desses parâmetros na casca e entrecasca cristalizada.

Quanto as diferenças estatisticamente significativas para sólidos solúveis, acidez e pH entre a casca e entrecasca *in natura* e cristalizada, Abrahão e Corrêa (2023) explicam que o potencial químico entre a solução (polpa de acerola saturada de sacarose) e o líquido contido na matriz alimentar (casca e entrecasca de melão) durante o processo resulta num gradiente de pressão osmótica. Este gradiente é a força motriz para a difusão da água do tecido celular para a solução extracelular. Consequentemente, o mecanismo de transporte de massa ao longo do processo de desidratação osmótica resulta da interação de dois fluxos concomitantes: a transferência de água do substrato alimentar para a solução osmótica e a difusão de soluto da solução osmótica para o substrato alimentar (Ramya e Jain, 2017). Sendo assim, por meio dos fluxos existentes durante o processo de desidratação osmótica, a sacarose presente na solução desidratante de polpa de acerola foi transferida para a casca e entrecasca de melão, o que causou o aumento de sólidos solúveis, ao mesmo tempo em que os ácidos presentes nessa solução também foram transferidos e causaram o aumento da acidez e diminuição do pH, o que confirma o aumento da presença de ácidos na casca e entrecasca cristalizada.

Compostos antioxidantes

O teor de compostos antioxidantes da casca e entrecasca cristalizada (Tabela 2) foi maior e diferiu significativamente quando comparada ao teor desses compostos na casca e entrecasca *in natura*, o que mostra que foi possível incorporar compostos antioxidantes da polpa de acerola à casca e entrecasca do melão. Durante o processo, os compostos bioativos contidos na solução de polpa saturada penetraram no tecido da matéria-prima (Kowalska *et al.*, 2023), nesse caso, a casca e entrecasca de melão.

Tabela 2 – Compostos antioxidantes da casca e entrecasca de melão *in natura*, cristalizada e da polpa de acerola

Métodos	Casca e entrecasca *in natura*	Casca e entrecasca cristalizada	Polpa de acerola
ABTS (µM Trolox.100 g^{-1} bs)	$8,28^{b} \pm 0,04$	$137,50^{a} \pm 0,22$	14158,42* ± 0,29
FRAP (µM Sulfato Ferroso.100 g^{-1} bs)	$9,19^{b} \pm 0,03^{b}$	$278,50^{a} \pm 26,71$	5989,66* ± 709,10

Legenda: média ± desvio padrão. bs: base seca. resultados acompanhados de asterisco estão expresos em base úmida. As médias com letras minúsculas distintas diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$) entre os diferentes grupos.

Fonte: Própria (2024)

Os autores Lima *et al.* (2022) e Batista (2018) verificaram que a capacidade de eliminação de radicais ABTS•+ e a redução do íon férrico FRAP pelos extratos da acerola são associadas à presença dos antioxidantes ácido ascórbico e carotenoides, além de compostos fenólicos como catequina, quercetina, procianidinas, ácido 2-hidroxibenzóico e outros ácidos fenólicos. Dessa forma, esses compostos podem ter sido incorporados ao produto cristalizado desenvolvido.

Com relação aos resultados para os extratos da casca e entrecasca de melão (Tabela 2), Lecholocholo *et al.* (2022) encontraram teores entre 1,13 e 2,76 µM Sulfato Ferroso g^{-1} para diferentes tipos de melões e tais valores são próximos ao estimado nesse estudo. Quanto ao teor de antioxidantes para os extratos da casca e entrecasca cristalizada, o estudo mais próximo ao realizado encontrado foi o desenvolvido por Borges (2019), que encontrou valores entre 1,16 e 10,49 mM\TEAC L^{-1} para o método ABTS em suas amostras de uvas *Crimson seedleess* cristalizadas. Por fim, para os extratos de polpa de acerola, Batista *et al.* (2018) encontraram

valores entre 7827 a 14400 µM Trolox.100 g^{-1} para os teores de compostos antioxidantes de diferentes cultivos de acerola, valores esses próximos ao estimado nesse estudo**.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desidratação osmótica seguida da secagem convectiva demonstrou-se eficaz na incorporação de compostos antioxidantes da polpa de acerola à casca e entrecasca de melão, com teores médios de 137,50 µM Trolox.100 g^{-1} bs (ABTS) e 278,50 µM Sulfato Ferroso.100 g^{-1} bs (FRAP). A umidade de 11,37% do produto final atende à legislação vigente para frutas cristalizadas. Além disso, os sólidos solúveis (28,23 °Brix), acidez titulável (0,51 g ácido cítrico·100 g^{-1}) e o pH (3,35) diferiram significativamente dos valores da matéria-prima *in natura*, o que evidencia a incorporação de sólidos e ácidos da acerola ao produto final.

O produto cristalizado desenvolvido tem forte potencial de aplicação em produtos da panificação, como bolos, pães, panetones e biscoitos e requerem estudos para ajuste de formulação para o melhor entendimento do seu comportamento em cada produto.

Portanto, o produto elaborado é uma estratégia que contribui não apenas para a redução do desperdício, mas também para a valorização de partes pouco aproveitadas do melão. Esse estudo estimula o uso integral dos alimentos e está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 12, que tem como meta a redução das perdas ao longo da cadeia produtiva e do desperdício de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, F. R.; CORRÊA, J. L. G. Osmotic dehydration: More than water loss and solid gain. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 17, p. 2970-2989, 2023.

BARROS, S. L. Modelagem e Simulação do Processo de Secagem Convectiva de Fatias de Kiwi Pré-Tratadas Osmoticamente Utilizando Geometria de Parede Infinita. 108 f. 2020. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2020.

BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; ALVES, R. E.; FAÇANHA, R. V. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Tropical Fruits Grown in The Lower-Middle São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 616-623, 2018.

BELWAL, T.; DEVKOTA, H. P.; HASSAN, H. A.; AHLUWALIA, S.; RAMADAN, M. F.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Phytopharmacology of Acerola *(Malpighia spp.)* and its potential as functional food. **Trends in Food Science & Technology**,v. 74, p. 99-106, 2018.

BORGES, Y. W. B. Uvas Crimsom Seedlees Cristalizadas: Elaboração, Características Físico-Químicas, Sensorial e Compostos Bioativos. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC Nº 15, de 15 de julho de 1977. Regulamento técnico de identidade e qualidade de frutas cristalizadas e glaceadas.** Brasília, DF, 1977.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC Nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Brasília, DF, 2005.

CARNEIRO FERREIRA, I., PEREIRA DA SILVA, V., VILVERT, J. C., DE FRANÇA SOUZA, F., DE FREITAS, S. T., & DOS SANTOS LIMA, M. Brazilian varieties of acerola *(Malpighia emarginata DC.)* produced under tropical semi-arid conditions: bioactive phenolic compounds, sugars, organic acids, and antioxidant capacity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 8, p. e13829, 2021.

FELLOWS, P. J. **Food processing technology: principles and practice**. 3. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. 913 p

GEANKOPLIS, C. J**. Transport processes and unit operations**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 1993.

GÓMEZ-GARCÍA, R., CAMPOS, D. A., AGUILAR, C. N., MADUREIRA, A. R., & PINTADO, M. Valorization of melon fruit *(Cucumis melo L.)* by-products: Phytochemical and Biofunctional properties with Emphasis on Recent Trends and Advances. **Trends in Food Science & Technology**, v. 99, p. 507-519, 2020.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Melão: Rio Grande do Norte. IBGE Explica: Produção Agropecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/rn. Acesso em: 14 set. 2026.

KOWALSKA, H.; TRUSINSKA, M.; RYBAK, K.; WIKTOR, A.; WITROWA-RAJCHERT, D.; NOWACKA, M. Shaping the Properties of Osmo-Dehydrated Strawberries in Fruit Juice Concentrates. **Applied Sciences**, v. 13, n. 4, p. 2728, 2023.

LAURINDO, L. F.; TAKEDA, L. N.; MACHADO, N. M.; OTOBONI, A. M. M. B.; GOULART, R. A.; CATHARIN, V. C. S.; SILVA, L. R.; BARBALHO, S. M.; DIREITO, R**.** Health Benefits of Acerola (*Malpighia spp*) and its By-Products: A Comprehensive Review of Nutrient-Rich Composition, Pharmacological Potential, and Industrial Applications. **Food Bioscience**, p. 105422, 2024.

LECHOLOCHOLO, N.; SHOKO, T.; MANHIVI, V. E.; AKINOLA, S. A.; MABOKO, M. M.; SIVAKUMAR, D. Impact of Different Rootstocks on Antioxidant Properties and Volatile Profile of Honeydew Melons *(Cucumis melo L.)* during Postharvest Storage. **Agronomy**, v. 12, n. 10, p. 2498, 2022.

LIMA, M. da C.; MAGNANI, M.; SANTOS LIMA, M.; SOUSA, C. P.; DUBREUIL, J. D.; SOUZA, E. L. Phenolic-Rich Extracts from Acerola, Cashew Apple and Mango By-Products Cause Diverse Inhibitory Effects and Cell Damages on Enterotoxigenic Escherichia Coli. **Letters in Applied Microbiology**, v. 75, n. 3, p. 565-577, 2022.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo L.* peels. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1691-1697, 2017.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Phytochemical profile, nutraceutical potential and functional properties of *Cucumis melo L.* seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 1294, 2019.

MEDEIROS, R. A. B.; SILVA JÚNIOR, E. V.; BARROS, Z. M. P.; SILVA, J. H. F.; BRANDÃO, S. C. R.; AZOUBEL, P. M. Convective Drying of Mango Enriched with Phenolic Compounds from Grape Residue Flour Under Different Impregnation Methods. **Food Research International**, v. 158, p. 111539, 2022.

MEDEIROS, R. A. B.; SILVA JÚNIOR, E. V.; SILVA, J. H. F.; FERREIRA NETO, O. C.; BRANDÃO, S. C. R.; BARROS, Z. M. P.; ROCHA, O. R. S.; AZOUBEL, P. Effect of different grape residues polyphenols impregnation techniques in mango. **Journal of Food Engineering**, v. 262, p. 1-8, 2019.

NAÇÕES UNIDAS. ODS 12: consumo e produção responsáveis. [S. l.]: Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12. Acesso em: 13 maio 2025.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v. 1. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAIVA, C. A.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A.; ARAÚJO, N. O.; SILVA, P. S. L. Alterações Físicoquímicas de Geleias de Melão e Acerola Durante o Armazenamento. **Revista Verde**, v. 10, n. 3, p. 18-23, 2015.

PENHA, T. A. M.; ALVES, H. C. Desempenho das exportações do melão potiguar e cearense: uma análise de constant market share. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, v. 20, n. 41, p. 233-256, 2018.

RAMYA, V.; JAIN, N. K. A review on osmotic dehydration of fruits and vegetables: An integrated approach. **Journal of Food Process Engineering,** v. 40, n. 3, 2017.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas Pela Captura do Radical Livre ABTS•+.** Fortaleza: Embrapa, 2007.

RUFINO, M. Do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. De; MORAIS, S. M. De; SAMPAIO, C. De G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas Pela Captura do Radical Livre FRAP.** Fortaleza: Embrapa, 2007.

SANTOS, D. E. L.; SANTOS, M. S. V., GOMES, P. C. Dos S.; OLIVEIRA, P. N. de; COSTA, A. S.; CORRÊA, C. B.; ABUD, A. K. de S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M. de. Processo de obtenção de entrecasca de melancia cristalizada enriquecida com antocianinas. Depositante: Universidade Federal de Sergipe. **BR 10 2020 008284 1 A8**, 3 nov. 2021. Depósito em: 27 abr. 2020.

SILVA, E. C. O. D. Desidratação Osmótica e Secagem Convectiva de Fatias de Caju para a Elaboração de Passas. **Tese de Doutorado**. **Dissertação** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. 2022a.

SILVA, V. M. D. A.; SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. L. J. A.; RIBEIRO, V. H. D. A.; FRANCISCO, P. R. M. Desidratação osmótica e secagem convectiva de bagas de jaca. In: **Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia**. 2022b.

SOUSA, Y. A.; BORGES, M. A.; VIANA, A. F. S.; DIAS, A. L.; SOUSA, J. J. V.; SILVA, B. A.; SILVA, S. K. R. S.; AGUIAR, F. S. Avaliação Físico-Química e Microbiológica de Polpas de Frutas Congeladas Comercializadas em Santarém-PA. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2018085, 2020.

Submetido em: 25.05.2026
Aceito em: 15.10.2026
Publicado em: 13.11.2026
Avaliado pelo sistema *double blind review*