

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE BANANA USANDO SACAROSE E AÇÚCAR DE COCO COMO AGENTES OSMÓTICOS

Cintia da Silva Araújo¹, Leandro Levate Macedo², Sérgio Henriques Saraiva¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário - 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, araujo.s.cintia@gmail.com, sergiohsaraiva@gmail.com

²Instituto Federal do Espírito Santo, Avenida Elisabeth Minete, 500– 29375-000 – Venda Nova do Imigrante-ES, Brasil, leandrolevate@hotmail.com.

Resumo

Açúcares alternativos à sacarose tem sido estudados em diversos processos nas agroindústrias, visando a produção de alimentos mais saudáveis. No entanto, a substituição de um soluto por outro pode afetar diversas propriedades do processo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o açúcar de coco como um soluto alternativo a sacarose para a condução da desidratação osmótica (DO) de fatias de banana prata. Para isso, soluções osmóticas de sacarose e de açúcar de coco foram elaboradas com concentração de 40%. Fatias de banana foram imersas nas soluções, na proporção de 1:20 (m:v), a 30°C, por 0,5h; 1h; 2h; 3h; 4h; 5h; 6h; e 7h. O cálculo do ganho de sólidos (GS), perda de água (PA) e redução de peso (RP) ao longo dos processos de DO foi realizado. Ao longo da DO, foi observado um aumento de GS, PA e RP, para ambos os agentes osmóticos. As respostas avaliadas apresentaram mínimas diferenças quanto ao uso do açúcar de coco em relação ao uso da sacarose. Portanto, o açúcar de coco mostrou-se uma boa alternativa à sacarose para DO de fatias de banana.

Palavras-chave: Desidratação osmótica. Solute alternativo. Banana.

Área do Conhecimento: Ciências da saúde/Ciência e tecnologia de alimentos.

Introdução

Banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais produzidas no mundo, especialmente nas regiões tropicais, pois trata-se de um alimento de baixo custo de aquisição, que possui agradáveis características sensoriais e uma variada riqueza nutricional, como carboidratos, fibras alimentares, diversas vitaminas, minerais e compostos bioativos e antioxidantes (MACEDO et al., 2019, 2020). No entanto, a banana é altamente perecível, podendo perder sua qualidade para o consumo em poucos dias quando madura (AHMED; PALTA, 2016). Portanto, o processamento desta fruta é fundamental para minimizar os altos valores de desperdícios, além de permitir a oferta de outros produtos e também aumentar o valor agregado da banana (AMINI KHOOZANI; BIRCH; BEKHIT, 2019; MACEDO et al., 2019, 2020).

A desidratação osmótica (DO) é uma interessante estratégia para o processamento de frutas, devido a dispensar o uso de equipamentos caros e sofisticados, por envolver tecnologias simples e poder ser realizada a temperatura ambiente. Trata-se uma operação unitária em que a fruta, cortada em pequenos pedaços, é imersa em uma solução hipertônica durante algumas horas. O gradiente de pressão osmótica entre a solução osmótica e a fruta provoca, basicamente, três fluxos de massa. A perda de água e o ganho de sólidos são os dois fluxos principais que ocorrem durante a DO. O primeiro refere-se a saída de água do alimento para a solução osmótica, caracterizando o processo como uma desidratação. O segundo diz respeito a impregnação do soluto na fruta. Um terceiro fluxo também ocorre durante a DO, que é a lixiviação de compostos solúveis em água que saem do material para a solução. Em termos quantitativos, este fluxo é desprezível, porém, pode possuir grande relevância qualitativa (GONZÁLEZ-PÉREZ; RAMÍREZ-CORONA; LÓPEZ-MALO, 2021).

A sacarose é o soluto mais usado para a elaboração da solução osmótica de frutas (MACEDO et al., 2022b). No entanto, o uso de outros açúcares tem sido estudado como uma alternativa a sacarose, como os polióis, entre eles, xilitol, maltitol e eritritol, isomaltulose e açúcar de coco. Isso tem ocorrido

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

devido ao aumento da preocupação com a saúde, pois o consumo excessivo de sacarose pode resultar em, por exemplo, altos índices glicêmico e cariogênico (SAWALE et al., 2017).

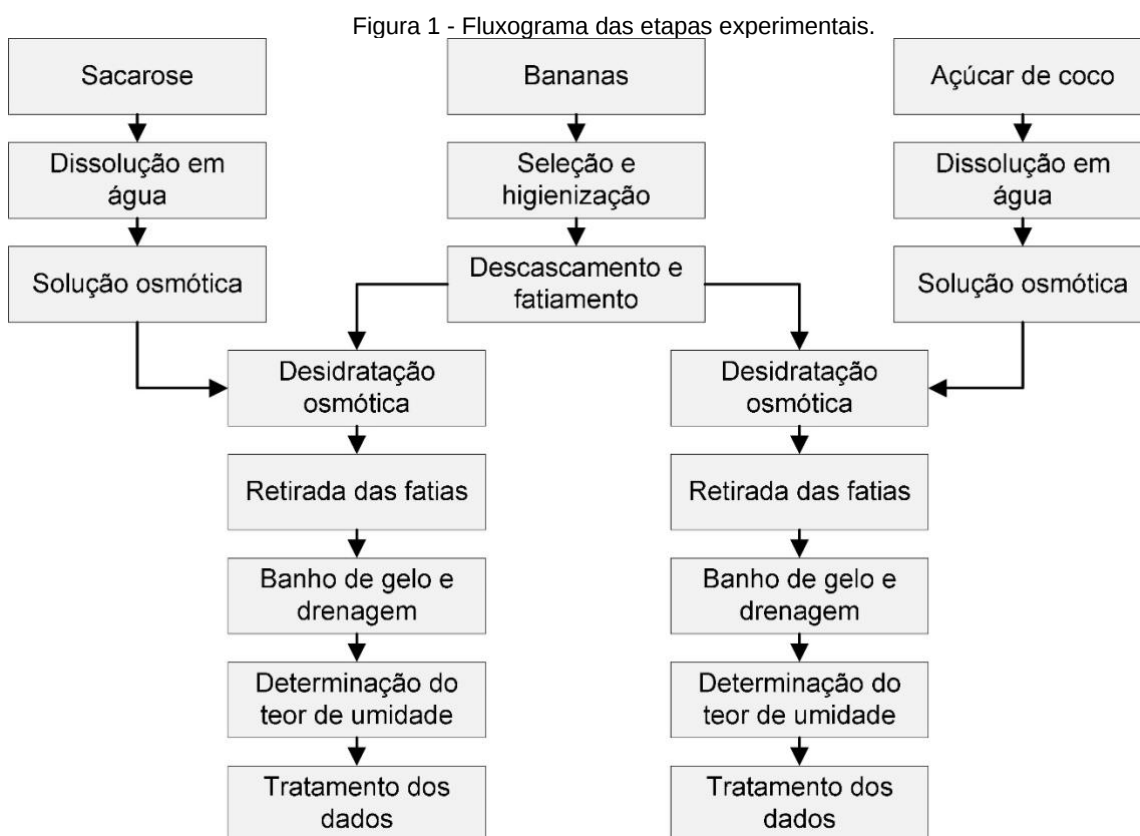
O açúcar de coco, ainda pouco conhecido, é produzido a partir da seiva da flor do coqueiro. Em relação ao açúcar mascavo, o açúcar de coco possui cerca de dez vezes mais zinco, dezoito vezes mais potássio e trinta vezes mais fósforo, e duas vezes mais ferro, quatro vezes mais magnésio e dez vezes mais zinco que o açúcar da cana-de-açúcar não refinado. Além disso, o açúcar de coco resulta em um menor índice glicêmico que o açúcar tradicional, podendo contribuir com a redução de número de diabéticos, que, atualmente, atinge cerca de 422 milhões de pessoas no mundo, sendo a diabetes a causa de 43% das mortes até 70 anos e 3% do total de mortes (ASGHAR et al., 2020; HEBBAR et al., 2015; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

O objetivo deste trabalho foi avaliar como o uso do açúcar de coco como um soluto alternativo à sacarose influencia na cinética das transferências de massa durante a desidratação osmótica de fatias de banana.

Metodologia

As bananas (cultivar Prata) e o açúcar refinado foram adquiridos no comércio local. O açúcar de coco foi adquirido da Cerealista Castelo®.

Um fluxograma das etapas experimentais é apresentado na Figura 1.



Fonte: o autor.

As bananas foram selecionadas quanto a integridade e grau de maturação, e higienizadas. A casca das frutas foi retirada e a polpa cortada em fatias no formato cilíndrico, com 5 mm de espessura e 28 mm de diâmetro. Um fatiador e um molde, ambos de aço inoxidável, auxiliaram no preparo das amostras.

As soluções osmóticas foram elaboradas pela dissolução de sacarose e de açúcar de coco em água destilada, de modo a apresentarem concentração de 40% (m:m). As fatias de banana foram imersas

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

nas soluções osmóticas na proporção de 1:20 (m:v). A desidratação osmótica foi realizada a temperatura de 30°C, a pressão atmosférica, por 0,5h; 1h; 2h; 3h; 4h; 5h; 6h; e 7h. Em seguida, as fatias foram retiradas das soluções e imersas em água gelada. O banho de gelo foi realizado por 10 segundos, seguido de retirada das fatias. Este processo foi realizado para cessar as trocas de massa entre as fatias e as soluções osmóticas. Posteriormente, as fatias foram drenadas com auxílio de papel absorvente (MACEDO et al., 2022a, 2023a).

As amostras foram submetidas à análise de umidade. A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método gravimétrico, em que as amostras foram dispostas em estufa a 105°C até atingirem peso constante (IAL, 2008).

O ganho de sólidos (SG), perda de água (PA) e redução de peso (RP) serão determinados ao longo dos processos osmóticos, conforme os cálculos apresentados nas Equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$GS(\%) = \frac{M_t(1-U_t) - M_0(1-U_0)}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

$$PA(\%) = \frac{M_0 U_0 - M_t U_t}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

$$RP(\%) = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \times 100 \quad (3)$$

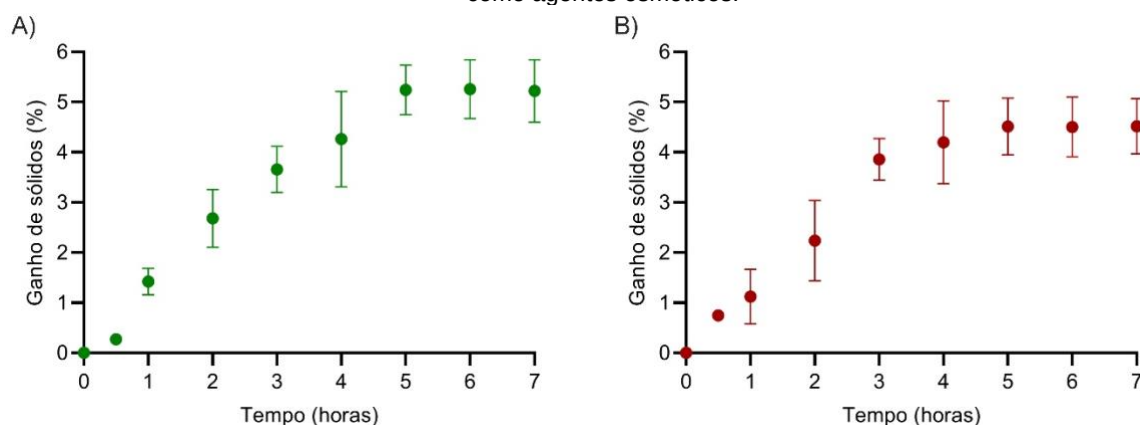
Em que, M é a massa da amostra (kg); U é o teor de umidade da amostra (kg de água/kg de amostra), os subíndices “0” e “t” indicam os tempos inicial e t, respectivamente.

O experimento foi conduzido em cinco repetições. Os resultados são expressos pela média ± desvio padrão.

Resultados

A dispersão dos dados de ganhos de sólidos, perda de água e redução de peso ao longo dos processos de desidratação osmótica das fatias de banana usando sacarose e açúcar de coco como agentes osmóticos é apresentada nas Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

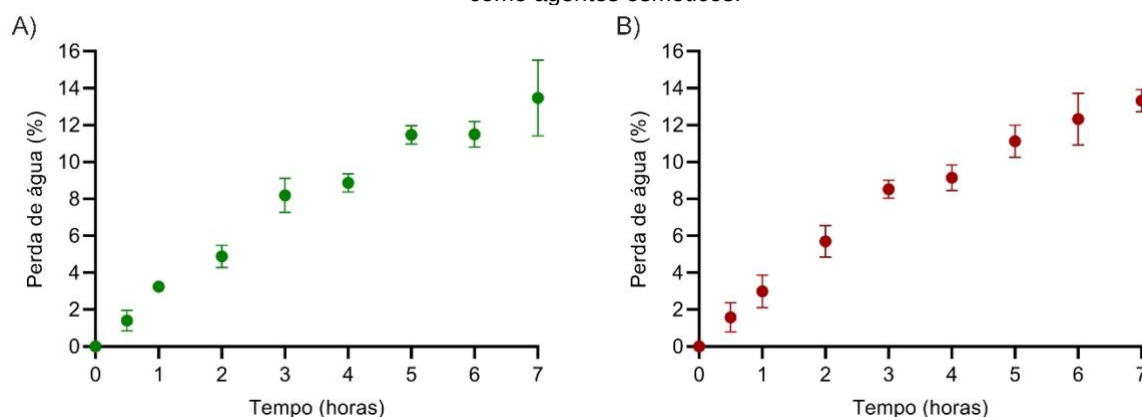
Figura 2 - Ganho de sólidos (%) ao longo da desidratação osmótica usando sacarose (a) e açúcar de coco (b) como agentes osmóticos.



Fonte: o autor.

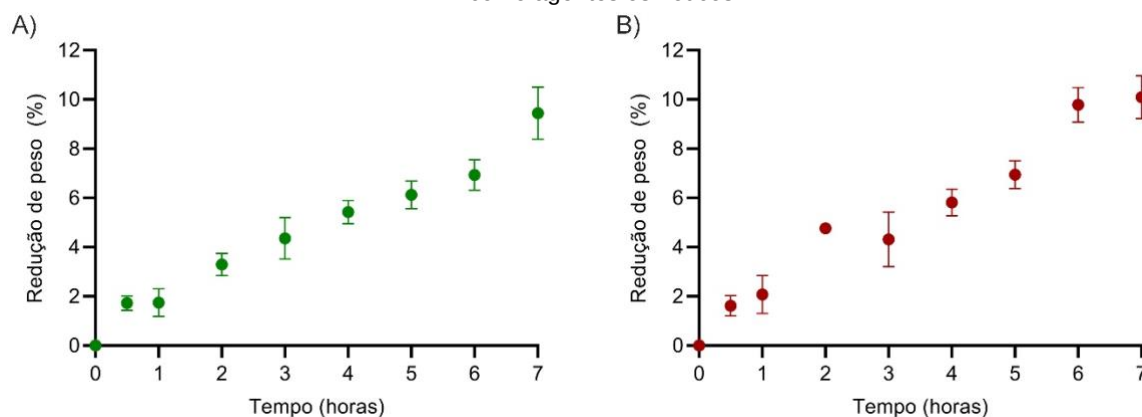
A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 3 – Perda de água (%) ao longo da desidratação osmótica usando sacarose (a) e açúcar de coco (b) como agentes osmóticos.



Fonte: o autor.

Figura 4 - Redução de peso (%) ao longo da desidratação osmótica usando sacarose (a) e açúcar de coco (b) como agentes osmóticos.



Fonte: o autor.

Discussão

Ao longo dos processos osmóticos, foi observado que o ganho de sólidos (GS), a perda de água (PA) e a redução de peso (RP) aumentaram, apresentando comportamento próximo ao exponencial, tanto usando sacarose quanto açúcar de coco, conforme mostrado nas Figuras 2, 3, e 4, respectivamente. Este comportamento ocorreu conforme o esperado, visto que, no início da desidratação osmótica (DO), o gradiente de pressão osmótica entre a banana e a solução osmótica é maior, culminando em maiores taxas de trocas de massa entre ambos os sistemas. A medida que as trocas ocorrem, o gradiente diminui, reduzindo o gradiente e, conseqüentemente, as taxas de trocas de massa, até que o equilíbrio seja alcançado (GONZÁLEZ-PÉREZ; RAMÍREZ-CORONA; LÓPEZ-MALO, 2021).

Conforme a Figura 2, pode-se observar que a partir de 5 horas de DO, o GS apresentou variação mínima para ambos os agentes osmóticos, o que sugere que a condição de equilíbrio estivesse próxima. No entanto, a PA apresentou uma tendência de aumento ao longo de todo o processo (Figura 3). Por esta razão, houve também a tendência da RP continuar aumentando durante todo o intervalo de tempo estudado (Figura 4). De todo modo, as maiores variações ocorrem nas primeiras horas de DO. Por isso, a DO é comumente realizada por 3 a 5 horas (YADAV; SINGH, 2014).

Ao final das DOs, foram alcançados valores de GS, PA e RP 5,22%; 13,48% e 9,45%, respectivamente, para o processo usando sacarose como agente osmótico. Já usando o açúcar de

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

coco, foram observados 4,52%; 13,32% e 10,10% de GS, PA e RP, respectivamente. Os valores de GS, PA e RP obtidos dependem de uma série de fatores envolvendo tanto o processo quanto as características da matéria-prima. A concentração da solução osmótica, temperatura, duração e o tipo de agente osmótico são exemplos dos principais parâmetros do processo que influenciam nas transferências de massa durante a DO. Além disso, a porosidade, tamanho, formato, atividade de água estão entre os fatores relacionados a matéria-prima que influenciam nas trocas de massa durante a DO (GONZÁLEZ-PÉREZ; RAMÍREZ-CORONA; LÓPEZ-MALO, 2021; MACEDO et al., 2023b).

Conforme pode ser observado nas Figuras 2 e 3, a PA é maior que o GS ao longo de toda a DO, independente do agente osmótico usado. Este fato pode ser justificado pela parede celular da fruta apresentar maior permeabilidade da água do que de um açúcar.

O uso do açúcar de coco como um agente osmótico alternativo a sacarose para a condução da DO de fatias de banana resultou em mínimas diferenças. Isso pode ser observado pelo comportamento semelhantes das dispersões dos dados de GS, PA e RP apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4.

O açúcar de coco resulta em um menor índice glicêmico que o açúcar tradicional e possui cerca de dez vezes mais zinco, dezoito vezes mais potássio e trinta vezes mais fósforo comparado ao açúcar mascavo. Em relação ao açúcar da cana-de-açúcar não refinado, o açúcar de coco apresenta duas vezes mais ferro, quatro vezes mais magnésio e dez vezes mais zinco. Além dos minerais, o açúcar de coco possui também compostos antioxidantes e vitaminas, tais como, C, B1, B2, B3 e B6 (ASGHAR et al., 2020; HEBBAR et al., 2015).

Portanto, o açúcar de coco representa uma interessante alternativa para produção de banana osmo-desidratadas com características diferentes das produzidas usando sacarose.

Conclusão

O ganho de sólidos, a perda de água e a redução de peso aumentaram durante a desidratação osmótica das fatias de banana, tanto usando a sacarose quanto o açúcar de coco como agentes osmóticos.

A perda de água foi o principal fluxo de massa que ocorreu no processo osmótico.

O açúcar de coco apresentou-se como uma boa alternativa à sacarose, visto que resultou em mínimas influências nos parâmetros avaliados. Além disso, o uso do açúcar de coco possibilita a oferta de um produto com características diferenciadas.

Referências

AHMED, Z. F. R.; PALTA, J. P. Postharvest dip treatment with a natural lysophospholipid plus soy lecithin extended the shelf life of banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 58–65, 2016.

AMINI KHOOZANI, A.; BIRCH, J.; BEKHIT, A. E.-D. A. Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 548–559, 8 fev. 2019.

ASGHAR, M. T. et al. Coconut (Cocos nucifera L.) sap as a potential source of sugar: Antioxidant and nutritional properties. **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 4, p. 1777–1787, 30 abr. 2020.

GONZÁLEZ-PÉREZ, J. E.; RAMÍREZ-CORONA, N.; LÓPEZ-MALO, A. Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables: Process Factors and Non-Thermal Methods. **Food Engineering Reviews**, v. 13, n. 2, p. 344–374, 16 jun. 2021.

HEBBAR, K. B. et al. Coconut inflorescence sap and its value addition as sugar - Collection techniques, yield, properties and market perspective. **Current Science**, v. 109, n. 8, p. 1411–1417, 2015.

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

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

MACEDO, L. L. et al. Influência da desidratação osmótica na umidade e textura de banana-passa. **Revista Agrotecnologia**, v. 10, n. 1, p. 81–87, 2019.

MACEDO, L. L. et al. Effect of drying air temperature on drying kinetics and physicochemical characteristics of dried banana. **Journal of Food Process Engineering**, v. 43, n. April, p. 1–10, 28 maio 2020.

MACEDO, L. L. et al. The impact of using vacuum and isomaltulose as an osmotic agent on mass exchange during osmotic dehydration and their effects on qualitative parameters of strawberries. **Journal of Food Process Engineering**, v. 45, n. March, p. 1–13, 7 abr. 2022a.

MACEDO, L. L. et al. Effect of osmotic agent and vacuum application on mass exchange and qualitative parameters of osmotically dehydrated strawberries. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. November 2021, p. 1–10, 18 abr. 2022b.

MACEDO, L. L. et al. The impact of the use of vacuum and calcium lactate on the osmotic dehydration of papaya with isomaltulose solution O impacto do uso de vácuo e do lactato de cálcio na desidratação osmótica de mamão com solução de isomaltulose. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 8387–8403, 2023a.

MACEDO, L. L. et al. Use of coconut sugar as an alternative agent in osmotic dehydration of strawberries. **Journal of Food Science**, v. 88, n. June, p. 1–21, 26 jul. 2023b.

SAWALE, P. D. et al. Isomaltulose (Palatinose) – An emerging carbohydrate. **Food Bioscience**, v. 18, p. 46–52, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diabetes**. Disponível em: <www.who.int/health-topics/diabetes>. Acesso em: 11 jul. 2023.

YADAV, A. K.; SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1654–1673, 2014.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) – 704/2022.

Os autores agradecem à FAPES pela bolsa de pesquisador capixaba de Sérgio Henriques Saraiva.