

ARTIGO DE REVISÃO

Amido de sementes de manga: Obtenção, propriedades e aplicações

Starch of mango seeds: Obtaining, properties and applications

Shirlyanne Ferreira da Silva Oliveira^{1*} , Ana Paula Trindade Rocha²,
Thais Jaciane Araújo¹

¹Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campina Grande/PB - Brasil

²Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Campina Grande/PB - Brasil

***Corresponding Author:** Shirlyanne Ferreira da Silva Oliveira, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, R. Aprígio Veloso, 882, Universitário, CEP: 58429-900, Campina Grande/PB - Brasil, e-mail: shirlyanneferreira@gmail.com

Cite as: Oliveira, S. F. S., Rocha, A. P. T., & Araújo, T. J. (2023). Starch of mango seeds: Obtaining, properties and applications. *Brazilian Journal of Food Technology*, 26, e2019297. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.29719a>

Resumo

Este estudo tem como objetivo realizar a revisão de literatura sobre a importante utilização de resíduos de manga na indústria alimentícia como nova fonte de amido, a extração de amido de manga da parte das sementes dos resíduos, ressaltando as propriedades, a reologia e suas diferentes aplicações na indústria. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados SciELO, GOOGLE ACADÊMICO, PubMed, LILACS, PERIÓDICOS CAPES, com as palavras-chave: preparação do amido a partir de sementes de manga (preparation of starch from mango seeds), propriedades dos amidos (properties of starches), aplicação de resíduos de manga em alimentos (application of mango waste in food) e reologia (rheology). Os artigos usados neste trabalho foram publicações do tipo artigos científicos, todos na íntegra, disponíveis e com livre acesso eletrônico; utilizaram-se também artigos nacionais e internacionais, delimitando um período de tempo de 2014 a 2019. Conclui-se que diversos estudos têm demonstrado que o amido utilizado como fonte renovável pode influenciar de forma expressiva em vários processos tecnológicos da indústria alimentícia, tanto e, principalmente no metabolismo vital da alimentação humana, como na textura dos produtos. Assim, os diversos pontos comentados nesta revisão demonstram que o amido é considerado mais que um componente energético e pode ser bastante estudado nas suas caracterizações químicas e também no seu aproveitamento tecnológico e nutricional.

Palavras-chave: Fontes renováveis, *Mangifera indica* L., sementes, resíduos de alimentos, reologia, processos tecnológicos.

Abstract

This study aims to carry out a literature review on the important use of mango residues in the food industry as a new source of starch, the extraction of mango starch from the seeds of the residues, highlighting the properties, the rheology and its different applications in industry. A bibliographic search was carried out in the SciELO, GOOGLE Scholar, PubMed, LILACS, CAPES Journal Portal databases, with the keywords: starch preparation from mango seeds, starch properties, application of mango waste in food and rheology. The articles used in this work were scientific articles in full, available and with free electronic access; national and international articles were also used, delimiting



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado

a period of time from 2014 to 2019. It is concluded that several studies have shown that starch used as a renewable source can significantly influence various technological processes in the food industry, both and, mainly in the vital metabolism of human food, as in the texture of products. Thus, the various points commented in this review demonstrate that starch is considered more than an energy component and can be extensively studied in its chemical characterizations and also in its technological and nutritional use.

Keywords: Renewable sources, *Mangifera indica* L., seeds, food waste, rheology, technological processes.

Highlights

- Amidos de fontes renováveis são produtos de qualidade
- Aplicação de tratamentos térmicos é de fundamental importância para garantir alimentos com elevada diferenciação tecnológica
- Amidos podem ser considerado um componente energético no mercado

1 Introdução

Mundialmente, cerca de 40% da produção de manga (*Mangifera indica* L.) é cultivada na Índia, sendo sua produção direcionada para a indústria alimentícia. O Brasil responde a 4,5% da produção mundial, ficando em sétima posição no *ranking* (Oliveira et al., 2017a). Além disso, a manga lidera a lista de frutas frescas ou secas mais exportadas pelo Brasil, totalizando uma produção 154,211 mil toneladas e um valor médio de US\$ 179,932 milhões (Beling, 2017).

Um dos problemas que vêm afetando o meio produtivo há vários anos é o crescente desperdício dos alimentos. Por isso, o processamento desses produtos tem cada vez mais em destaque nas pesquisas, visando minimizar os desperdícios e agregar valor aos alimentos, facilitando assim a comercialização dos produtos. Em uma pesquisa realizada por Padilha et al. (2016), 60,1% dos resíduos alimentares são frutas e, desta classe, as partes mais consumidas são casca (86,1%), bagaço da polpa (9,9%) e caroço (4,0%).

A indústria de processamento realiza o descarte de resíduo de forma distinta, de acordo com o seu valor nutritivo e seu aproveitamento na dieta humana. Esse direcionamento ocorre para o consumo *in natura* e/ou processado, na forma de compotas, geleias, sorvetes, néctares, polpas congeladas e sucos. Durante o processamento, aproximadamente 40 a 60% são considerados resíduos, sendo de 12 a 15% casca e de 15 a 20%, caroços (André et al., 2015).

De acordo com Jahurul et al. (2015), com valor nutricional bastante elevado, os resíduos de manga podem ser considerados fonte de energia, fibra dietética, carboidratos, proteínas, gorduras e compostos fenólicos, estando esses nutrientes contidos nas suas folhas, flores, casca, fruta, polpa e sementes, tornando-se assim uma matéria-prima capaz de originar outros subprodutos que agreguem os mesmos valores nutricionais, como o amido natural, por exemplo.

A modificação nas fontes de amido, na composição, nas diferentes propriedades e na estrutura do amido o tornam apropriado a diversos tipos de aproveitamento, por ser considerado um carboidrato essencial ao consumo humano e de grande aplicação na indústria alimentícia. Contudo, sua utilização é restrita na indústria alimentícia pela deficiência do equilíbrio térmico e pela acidez do amido nativo, podendo essas restrições serem minimizadas buscando alterações na maior permanência de refrigeração, no enriquecimento nas características reológicas das pastas, nas texturas dos géis e na absorção da água (Santos, 2016).

Segundo Madruga et al. (2014), as novas fontes de amido inovadoras utilizadas pela indústria são extraídas de raízes, tubérculos, sementes e cereais. Muitas dessas partes dos alimentos são rejeitadas durante o beneficiamento/processamento dos frutos e, sabendo disso, a indústria tem visado bastante ao reaproveitamento desses resíduos, utilizando-os como uma nova fonte alternativa de amido, já que esse produto inovador,

conforme os estudos comprovaram, manteve as características físicas, bioquímicas e microbiológicas de ótima qualidade, podendo também ser introduzido na fabricação dos alimentos com segurança.

Buscando manter a integridade nutricional, física e bioquímica dos alimentos, os processos de secagens são utilizados através do ar quente. Ocorre a troca de calor e é enviado por contato direto entre o ar e a pressão atmosférica, sendo o vapor de água retirado pelo mesmo ar. Assim, é enviado calor e extraído vapor de água dos produtos.

O método de secagem adequado é de grande importância no momento da escolha da desidratação, visto que alguns secadores podem causar danos às propriedades dos produtos, podendo até deteriorar alguns nutrientes. Por isso, inúmeros são os métodos de secagens de pastas, principalmente para adquirir produtos de boa qualidade, com grandes vantagens por poder manter os produtos com baixos custos de investimentos, facilitando a montagem e a manutenção dos equipamentos (Evangelista Neto et al., 2015)

Dos métodos de secagem bastante utilizados no mercado, a desidratação em leito de jorro é um deles. Esse processo funciona com um leito de partículas inertes, essas partículas são envolvidas com o produto alimentado, através da pressão de atomização e do ar quente na parte interna do leito de jorro, em que se produz um pó de característica fina e umidade baixa, coletado pelo ciclone. Esse método possibilita também a desidratação de produtos termicamente sensíveis, como os amidos líquidos, e, por utilizar as partículas inertes, proporciona as temperaturas médias amenas se comparado com as temperaturas médias do ar de secagem, quando em contato com o produto desejado na secagem (Costa, 2015).

Este estudo tem como objetivo realizar a revisão de literatura sobre a importante utilização de resíduos de manga na indústria alimentícia como nova fonte de amido, especialmente a extração de amido de manga da parte das sementes dos resíduos, ressaltando as propriedades, a reologia e suas diferentes aplicações na indústria.

2 Revisão

2.1 Extração do amido de amêndoas de manga

Arbos et al. (2013), ao estudarem resíduos, como as cascas e as amêndoas da manga da variedade Tommy Atkins, observam que os extratos derivados desses resíduos podem ser fonte de bioativos, promovendo, além dos melhoramentos nutricionais, a diminuição dos impactos ambientais através da aplicação desses resíduos na elaboração de novos alimentos.

Para que o amido provindo de novas fontes consiga as características de nutrientes desejáveis, depende muito da sua origem botânica. Por isso, pesquisas vêm sendo realizadas para descoberta dessas novas fontes não convencionais (sementes e frutos) de amidos e também o aperfeiçoamento de modernas técnicas de extração está sendo estimulado (Abegunde et al., 2013).

A extração do amido é geralmente realizada a partir da trituração aquosa e, em seguida, ocorrem o isolamento das fibras e a suspensão de amido em água, a decantação do amido firme, a lavagem e a desidratação. Existem inúmeros métodos descritos na literatura para extração de amido. Vários estudos mostram que a utilização do metabissulfito de sódio, em pequena quantidade na água da extração do amido, inibe o escurecimento enzimático da amilose, pois, durante a desintegração, o metabissulfito é descartado da pasta do amido nativo (Santos et al., 2013; Silva, 2017; Nascimento, 2017).

Os amidos nativos de manga, geralmente, devem obter valores entre 18% e 30% de amilose, e cerca de 70% a 82% de amilopectina, além de teores inferiores de outros componentes, como lipídeos, proteínas e minerais. Para melhor qualidade e rentabilidade da pasta do amido, quanto menor o teor desses constituintes maior será o rendimento da amilose (Nakamura, 2015).

Fatores bastante importantes foram observados em estudo para obtenção do extrato de amido das amêndoas de manga Tommy Atkins, como a concentração da solução de extração e o tempo trituração das amêndoas para extração do amido, durante a pesquisa. Pode-se concluir que esses fatores influenciam

diretamente no bom rendimento do amido, além de preservar suas características nutricionais e propriedades funcionais (Onias & Cavalcanti, 2014).

Nawab et al. (2016) utilizaram a própria metodologia para extrair o amido das amêndoas de manga da variedade Chaunsa, cultivada no Paquistão. Os mesmos retiraram as amêndoas dos caroços, cortaram em cubos e as colocaram imersas em solução de metabissulfito de sódio a 0,16%, sendo essa solução sido previamente aquecida a 50 °C durante 12 horas. Em seguida, houve a eliminação da água e as amêndoas foram desintegradas em um liquidificador. Por seguinte, a suspensão foi filtrada com auxílio de uma peneira de 100 mesh e, logo em seguida, por outra de 300 mesh. Após a decantação, o sobrenadante do amido foi retirado e lavado com água destilada, e depois centrifugado a 8.000 rpm por 5 min. Realizado todo processo, a parte superior da amostra que não atingiu a cor esbranquiçada foi removida e outra lavagem e centrifugação do amido foram realizadas até o amido obter aspectos livres de qualquer tipo de resíduos, tornando-o totalmente seguro e de boa qualidade para utilização em experimentos alimentícios.

Bet et al. (2015), ao estudarem as características térmicas de amido de amêndoas de manga modificado por hidrólise ácida, prepararam duas soluções de amido extraído das amêndoas de manga da variedade Palmer: uma, com extração de metabissulfito de sódio a 1%, com trituração, decante e lavagens com água destilada, e uma outra solução modificada com solução de HCl (0,1M e 0,3M), com agitação constante por cerca de 1 h, utilizando temperaturas de 25 e 30 °C. As duas amostras mostraram resultados satisfatórios, principalmente quando realizadas as análises térmicas nas duas amostras, mantendo suas propriedades desejadas.

Mendes et al. (2015), ao estudarem a pasta do amido extraído dos caroços de manga da variedade Tommy Atkins, obtiveram a pasta de amido extraído das amêndoas de manga pelo método de Loos et al. (1981), quebrando os caroços de manga para retirar as amêndoas manualmente. Em seguida, deu-se início a extração e desintegração do amido. Esse amido foi mantido em embalagem hermeticamente fechada e mantido em refrigeração, até ser utilizado para as análises, por um período de seis meses, aproximadamente. O extrato da pasta obtido nesse estudo foi considerado bastante significativo por apresentar um excelente percentual, uma boa quantidade de amido e um baixo percentual de lipídios, nas suas propriedades. A pasta de amido nativo, por apresentar um teor relevante de lipídios e proteínas, em suas propriedades, e um maior rendimento de amido, torna essas características importantes nas propriedades funcionais.

Para a função de amido, as modificações físico-químicas são relevantes e influenciadas pela estrutura molecular, pela fonte de amido da qual as sementes foram extraídas e pela viscosidade da pasta (Correia et al., 2012; Barbi et al., 2018).

2.2 Propriedades da pasta de amido de manga

O amido é um produto bastante rico em suas propriedades funcionais, químicas e físico-químicas. Durante este estudo, foram encontrados vários percentuais na caracterização dessa nova fonte de amido extraído a partir das sementes de manga e de frutos semelhantes.

Mendes et al. (2015) afirmam que podemos encontrar cerca de 6% de proteínas, 8% de lipídeos, 72% de amidos, 0% de fibras e 1% de cinzas na composição centesimal dos caroços/sementes de manga, baseado no seu peso seco, dependendo da variedade escolhida.

Mendes et al. (2015), ao estudarem o amido extraído das amêndoas de manga Tommy Atkins, encontraram um bom resultado para constituição dos carboidratos, em que os valores das três principais substâncias, como amido, lipídeos, proteínas e cinzas, se destacam pelos valores elevados, deixando assim o produto bastante rico e seguro para o consumo no mercado. Os mesmos ainda ressaltam que esses valores podem ser justificados através dos métodos de extração e purificação.

Sá (2014), quando avaliaram as propriedades funcionais do amido extraído de feijão andu (*Cajanus cajan* L), apresentaram que o poder de intumescimento do amido obteve melhor comportamento quando submetido à temperatura de 95 °C, ou seja, o melhor ponto de capacitação de água do produto, no qual a

maioria das partículas de amidos serão gelatinizadas. Diante dos resultados para a solubilidade, ocorreram mudanças consideráveis, visto que, somente na temperatura de 75 °C, aconteceu um aumento bem elevado do teor de solubilidade, atribuindo essa mudança a cadeias hidrofílicas e às transferências das moléculas que obtêm ligação de hidrogênio.

Colman et al. (2015) utilizaram o sistema de análise térmica TGA 50 (Shimadzu, Japão) para obter as curvas de termogravimetria/termogravimetria derivada (TG/DTG), aquecendo as amostras de 35 °C até 600 °C, em que as curvas mostraram que alteração térmica está relacionada à secagem do amido, alcançando sua estabilidade térmica nesta condição. Note-se que as curvas de TG/DTG estão associadas a degeneração e oxidação da matéria orgânica.

Santos (2015), analisando as funções térmicas do amido extraído das sementes de manga Tommy Atkins, observou que, quando o material é submetido ao aquecimento, ocorrem diversas mudanças irreversíveis, tanto nas estruturas como na formação de produtos solúveis em água, apresentando ainda perdas de massas correspondentes em torno de 80% e 17%.

As propriedades funcionais também são de grande importância constitucional dos amidos. Figueroa et al. (2015) afirmam que as características funcionais advindas de lipídios, proteínas e amido dependem muito da origem de sua extração, principalmente na modificação dos grânulos. Além disso, a modificação do amido poderia ser através da seleção de componentes, já que esse produto pode ser facilmente modificado por meios químicos, físicos e enzimáticos, obtendo-se um amido com propriedades funcionais e físico-químicas de boa qualidade e dentro dos padrões de exigência.

Silva (2016), ao avaliar a farinha do caroço de manga Tommy Atkins utilizada na fabricação de biscoitos, observou um alto teor nas concentrações de fenólicos totais e nos antioxidantes, além do teor expressivo de fibras, lipídios e cinzas. A constatação mais importante, dentre esses resultados, foi o fato de todos esses aumentos das principais propriedades do amido não interferirem no valor energético das formulações, deixando-as ricas em nutrientes sem deterioração dos mesmos.

Guo et al. (2018), ao compararem as propriedades estruturais de amidos de cinco frutos distintos, dentre os quais o amido de manga, utilizando microscópio eletrônico de varredura ambiental, perceberam que todas as amostras apresentaram diferentes morfologias. Assim, embora todos os grânulos dos amidos possuíssem cor central típica, todos os formatos verificados encontram-se esféricos e os grânulos apresentaram tamanhos unimodais. De todas as amostras analisadas, o amido de manga foi o único que obteve diâmetro mais elevado, apresentando grânulos esféricos e orifícios na sua superfície. Esses formatos encontrados pelos autores mostram que as amostras estudadas são bem características de amido, tornando, assim, o produto bem confiável.

Oliveira (2015), ao analisar a microscopia eletrônica de varredura, percebeu que os amidos têm uma resistência ao tratamento térmico. Esse tratamento, quando feito com amido, envolve várias reações químicas e físicas, podendo-se citar: expansão dos grânulos, gelatinização, decomposição e cristalização. Os grânulos provenientes de amido nativo possuem características hidrofílicas, o que prejudica seu processamento, por possuírem a temperatura de fusão mais elevada que a temperatura de degradação. As estruturas dos grânulos dos amidos apresentam formatos e dimensões diferentes que podem ser encontrados de 2 a 100 µm.

2.3 Reologia para amido

As alterações e o escoamento dos fluidos de amido é de muita importância para a utilização de amido na indústria alimentícia. A reologia é a ciência que estuda as deformações e os fluxos da matéria, e, ao observar a reologia do amido, pode-se afirmar que a mesma está totalmente ligada ao tratamento térmico, às condições físicas e ao conteúdo de água. Dessa forma, no que tange às características e propriedades dos grânulos, sabe-se que a alteração de um desses fatores pode causar influência e deformação na viscosidade, na elasticidade e no escoamento do material (Gomes, 2014).

Luciano (2016), na análise do comportamento reológico e das dispersões de amido extraído das sementes de jaca e da farinha obtida das sementes de jaca, observou, em temperaturas de 10, 20 30 e 40 °C, que as duas amostras apresentaram comportamento pseudoplásticos e que, à medida em que as concentrações foram aumentando, a viscosidade aparente também aumentou, gradativamente. Tanto nos géis mais concentrados como nas diferentes temperaturas, as propriedades reológicas sofreram pouca influência das temperaturas nos intervalos térmicos estudados.

Moura (2017) apontou que a melhor maneira de se aplicar o amido pode ser definida a partir do estudo reológico dos géis do amido, o que é de grande relevância para a indústria. Nos amidos, os fluidos podem ser newtonianos e não newtonianos, sendo que os não newtonianos se classificam em grupos distintos, dos tipos: viscoelásticos, os fluidos independentes do tempo e os fluidos que dependem do tempo (tixotrópicos e reopéticos).

2.4 Aplicação de amidos nos alimentos

Segundo Alves et al. (2015), o amido de mandioca é considerado um excelente ingrediente na fabricação de inúmeros produtos alimentícios, sendo empregado, sobretudo como espessantes e/ou estabilizantes, sem alterar características de cor e sabor dos alimentos, por ter coloração clara e sabor neutro.

Oliveira et al. (2017b) afirmam que, ao adicionar amido de mandioca aos ingredientes na fabricação de biscoitos cookies, constataram que o amido interferiu negativamente na textura dos produtos, mas foi considerado altamente favorável na substituição da farinha de trigo para a fabricação desses biscoitos, beneficiando as pessoas intolerantes ao glúten e aumentando a oferta desses alimentos em sua dieta.

Feitosa et al. (2017), ao utilizarem amêndoas de jaca cozidas, avaliaram suas propriedades nutritivas. As amêndoas destacaram-se pela grande quantidade de amido encontrada, podendo ser aproveitadas na fabricação de diversos tipos de alimentos por ser substituída da farinha de trigo, além de se obterem quantidades consideráveis de proteínas, potássio e fósforo.

Algumas bactérias liberam vitaminas e ácidos graxos, que são importantíssimos para bloquear a atuação de outros microrganismos patogênicos. Um fator relevante na utilização do amido produzido a partir da biomassa da banana verde foi a quantidade de amido encontrado, o que auxilia na fermentação da bifidobactérias colônicas. Essas bactérias ajudam na prevenção de diversas doenças, como câncer intestinal, doenças inflamatórias do cólon e infecções intestinais, além de proporcionarem imunidade ao intestino, provando que amido da biomassa da banana verde é bastante recomendável para se adicionar em diversos tipos de alimentos, podendo até se inventarem novas receitas. (Ranieri & Delani, 2014).

3 Conclusões

Conclui-se que diversos estudos têm demonstrado que o amido utilizado como fonte renovável pode influenciar em vários processos tecnológicos da indústria alimentícia, principalmente no consumo, passando a ser inserido na alimentação humana. Os diversos tratamentos térmicos são de grande importância para o beneficiamento dos grânulos dos amidos e estão relacionados com as características estruturais do amido, como a cristalinidade nos grânulos, e com os processos de gelatinização e degradação. Assim, os diversos pontos comentados nesta revisão demonstram que o amido é considerado mais que um componente energético e pode ser bastante estudado nas suas caracterizações químicas e também no seu aproveitamento tecnológico e nutricional.

Referências

- Abegunde, O. K., Mu, T. H., Chen, J. W., & Deng, F. M. (2013). Physicochemical characterization of sweet potato starches popularly used in Chinese starch industry. *Food Hydrocolloids*, 33(2), 169-177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.03.005>
- Alves, T. M., Klososki, S. J., & Montanhini, M. T. M. (2015). Produção e caracterização de amidos de mandioca modificados. *Agropecuária Técnica*, 36(1), 58-64.

- André, A. M. M. C. N., Castro, D. S., Almeida, R. D., & Moreira, I. S. (2015). Análise e comparação dos modelos matemáticos da secagem do resíduo de manga "Tommy Atkins". *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(5), 1-6.
- Arbos, K. A., Stevani, P. C., & Castanha, R. F. (2013). Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista Ceres*, 60(2), 161-165. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200003>
- Barbi, R. C. T., Teixeira, G. L., Hormung, P. S., Ávila, S., & Ribani, R. H. (2018). Eriobotrya japonica seed as a new source of starch: assessment of phenolic compounds, antioxidant activity, thermal, rheological and morphological properties. *Food Hydrocolloids*, 77(1), 646-658. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.11.006>
- Belting, R. R. (Ed.). (2017). *Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz.
- Bet, C. D., Ribeiro, L. S., Cordoba, L. P., & Schnitzler, E. (2015). Características térmicas de amido de amêndoa de manga (*Mangifera indica* L.) modificado por hidrólise ácida. *Brazilian Journal of Thermal Analysis*, 7, 179-182.
- Colman, M. D., Oliveira, C. S., Ramos, E. S., Colman, T. A. D., & Schnitzler, E. (2015). Caracterização de misturas aceclofenaco e amido de Mandioca por análise térmica. *Brazilian Journal of Thermal Analysis*, 7, 369-372.
- Correia, P. R., Nunes, M. C., Beirão-da-Costa, M. L. (2012). The effect of starch isolation method on physical and functional properties of Portuguese nuts starches. I. Chestnuts (*Castanea sativa* Mill. var. Martainha and Longal) fruits. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.05.010>.
- Costa, R. G. (2015). *Secagem de polpa de açaí em leite de jorro: Influência das variáveis operacionais no desempenho do processo e na qualidade do produto* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Evangelista Neto, A. A., Araújo, W. M., Alsina, O. L. S., & Medeiros, M. F. D. (2015). Estudo comparativo entre a secagem de grãos de girassol em leito fixo e em leito de jorro. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*, 1(2), 5735-5742. <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-1082-21167-176729>.
- Feitosa, R. M., Queiroz, A. J. M., & Figueirêdo, R. M. F., & Melo, J. C. S. (2017). Avaliação físico-química e sensorial de amêndoas de jaca cozida. *Revista de Ciências Agroambientais*, 15(1), 84-89. <https://doi.org/10.5327/rcaa.v15i1.2200>.
- Figueroa, A. M., Lacerda, L. G., Schnitzler, E., & Demiate, I. M. (2015). Caracterização das propriedades de pasta e térmicas de amidos de feijão branco, carioca, fradinho e preto. *Brazilian Journal of Thermal Analysis*, 4(3), 12-16. <http://dx.doi.org/10.18362/bjta.v4.i3.197>
- Gomes, A. F. (2014). *Avaliação do efeito do sorbitol e do glicerol nas características físicas, térmicas e mecânicas da película e do hidrogel de amido de milho reticulado com glutaraldeído* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão.
- Guo, K., Lin, L., Fan, X., Zhang, L., & Wei, C. (2018). Comparison of structural and functional properties of starches from five fruit kernels. *Food Chemistry*, 257, 75-82. PMID:29622233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.004>
- Jahurul, M. H. A., Zaidul, I. S., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Nyam, K. L., Norulaini, N. A., Sahena, F., & Mohd Omar, A. K. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*, 183, 173-180. PMID:25863626. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046>
- Loos, P. J., Hood, L. F., & Graham, H. D. (1981). Isolation and characterization of starch from breadfruit. *Journal Cereal Chemistry*, 84(4), 282-286.
- Luciano, C. G. (2016). *Caracterização da farinha e do amido isolado da semente de jaca e comportamento reológico de dispersões de amido* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- Madruça, M. S., de Albuquerque, F. S., Silva, I. R., do Amaral, D. S., Magnani, M., & Queiroga Neto, V. (2014). Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, 143, 440-445. PMID:24054264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003>
- Mendes, M. L. M., Ribeiro, A. P. L., & Almeida, E. C. (2015). Efeito da acidificação nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido de sementes de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. *Revista Ceres*, 62(3), 225-232. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030001>
- Moura, B. A. (2017). *Obtenção, caracterização e aplicação tecnológica da fécula irradiada de açafrão (Curcuma Longa L.) em bolo de cenoura* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- Nakamura, Y. (Ed.). (2015). *Starch metabolism and structure*. Switzerland: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-4-431-55495-0>.
- Nascimento, R. F. (2017). *Redução de metabissulfito de sódio no processamento industrial de batatas* (Dissertação de mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.
- Nawab, A., Alam, F., Haq, M. A., Hasnain, A. (2016). Effect of guar and xanthan gums on functional properties of mango (*Mangifera indica*) kernel starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93(Pt A):630-635. PMID: 27608547. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.09.011>.
- Oliveira, C. F. P. (2015). *Obtenção e caracterização de amido termoplástico e de suas misturas com polipropileno* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira, D. I., Kolakowski, A. P., Simões, D. R. S., Los, P. R., & Demiate, I. M. (2017a). Biscoitos tipo cookie sem glúten formulados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca. *Revista Brasileira Tecnologia Agroindustrial*, 11(2), 2502-2522. <http://dx.doi.org/10.3895/rbta.v11n2.5752>
- Oliveira, M. B., Sales, R. P., & Pererira, I. (2017b, September 15). O cultivo e o mercado da manga. *Revista Campo e Negócios*. Recuperado em 6 de junho de 2018, de <http://www.revistacampoenegocios.com.br/o-cultivo-e-o-mercado-da-manga/>
- Onias, E. A., & Cavalcanti, M. T. (2014). Obtenção e caracterização do amido do endocarpo da manga Tommy Atkins proveniente do resíduo agroindustrial. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(5), 60-63.

-
- Padilha, M. R. F., Shinohara, N. K. S., Oliveira, F. H. P. C., Silva, S. M., & Matsumoto, M. (2016). Alimentos elaborados com partes não convencionais: Avaliação do conhecimento da comunidade a respeito do assunto. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, 11, 216-225.
- Ranieri, L. M., & Delani, T. C. O. (2014). Banana verde (*Musa spp*): obtenção da Biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. *Uningá Review*, 20(3), 43-49.
- Santos, K. O. (2015). *Utilização do amido do caroço de manga (mangifera indica l.) para aplicação como biomaterial* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- Santos, L. S., Bonomo, R. C. F., Fontam, R. C. I., Bonomo, P., Leite, C. X. S., & Santos, D. O. (2013). Efeito dos métodos de extração na composição, rendimento e propriedades da pasta do amido obtido da semente de jaca. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15(3), 255-261. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v15n3p255-261>
- Santos, T. P. R. (2016). *Efeitos de modificações físicas sobre as propriedades de amido de tuberosas* (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.
- Silva, A. P. M. (2017). *Filmes de amido de amêndoa de manga: Influência de nanocristais de amido e celulose* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Silva, C. G. (2016). *Desenvolvimento de biscoitos enriquecidos com farinha de caroço de manga: incorporação de substâncias bioativas e aproveitamento de resíduos agroindustriais* (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Nutrição Emília de Jesus Ferreiro, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Funding: None.

Received: Oct. 29, 2019; **Accepted:** June 23, 2022

Associate Editor: Klégea Maria Cância Ramos Cantinho.