

GELATINIZAÇÃO E TRATAMENTO ULTRASSÔNICO NA FORMAÇÃO DE COMPLEXOS DE INCLUSÃO ENTRE AMIDO E ÓLEO: EFEITOS NA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

RAPHAELLY ALMEIDA FERNANDES¹; SABRINA FEKSA FRASSON¹; ADAN JOSÉ MOLINA LEMES SILVEIRA¹; LARISSA RIBERAS SILVEIRA¹; CARLA ROSANE BARBOZA MENDONÇA¹; ROSANA COLUSSI¹

¹*Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos:
Laboratório de Análise Instrumental de Matérias Primas e Produtos Alimentícios-
raphaa266@gmail.com, rosana_colussi@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

O amido é um dos polissacarídeos mais utilizados na indústria de alimentos devido à disponibilidade, baixo custo e não toxicidade. Entretanto, sua estrutura possui diversas limitações, como insolubilidade em água fria e tendência à retrogradação, que podem ser melhoradas pelo uso de técnicas de modificação, ampliando a aplicabilidade (Wu et al., 2022). Um dos métodos de modificação é a utilização de ultrassom, considerada uma tecnologia promissora pelo rendimento do produto, tempo de processamento reduzido, custos operacionais e respeito ao meio ambiente (Xiao et al., 2021). Ultrassom são ondas sonoras cuja frequência excede o limite superior da audição humana (20 kHz). Essas ondas afetam a estrutura dos polímeros por desestruturação física das moléculas, alterando assim suas propriedades físico-químicas (Khurshida et al., 2021).

A modificação por formação de complexos entre amido e lipídeos tem atraído interesse como forma de aumentar o conteúdo de amido resistente em alimentos. O amido resistente não é digerido até chegar no intestino grosso, onde é fermentado e pode proporcionar diversos benefícios à saúde como redução na glicemia pós-prandial, redução da inflamação do cólon e do risco de câncer de cólon (Chumsri et al. 2022).

Os complexos de inclusão são formados pela inserção de ácidos graxos nas hélices das moléculas de amilose, favorecida pelas ligações de hidrogênio e hidrofobicidade. Diversos fatores influenciam nesse processo e nas propriedades adquiridas, como grau de ramificação, comprimento da cadeia de amilose, bem como a estrutura lipídica (Chumsri et al., 2022). Ainda segundo o autor, a ultrassonicação pode auxiliar no processo de complexação entre lipídeo e amido, interferindo assim nas propriedades físicas, químicas, tecnológicas e nutricionais dos amidos modificados.

O amido de mandioca é bastante utilizado na indústria alimentícia e possui características como pasta de baixa viscosidade, menor tendência à retrogradação que os amidos de cereais e sabor e aroma suaves (Oliveira et al., 2023). Entretanto, estudos indicam que o amido de mandioca possui um alto índice glicêmico após ingestão (Shang et al., 2024), o que contribui para desenvolvimento de pesquisas que buscam melhorar os aspectos nutricionais do amido nativo além das propriedades tecnológicas.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar complexos de inclusão entre amido e ácido butírico via gelatinização e tratamento ultrassônico e avaliar a capacidade de absorção de água e de óleo dos amidos.

2. METODOLOGIA

2.1 Material

O amido de mandioca foi adquirido no comércio local da cidade de Pelotas. O ácido butírico foi adquirido da Sigma-Aldrich e todos os reagentes utilizados eram padrão analítico. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Instrumental de Matérias-Primas e Produtos Alimentícios, localizado no Campus Capão da Universidade Federal de Pelotas.

2.2 Modificação do amido

Os complexos de inclusão foram elaborados a partir da gelatinização do amido de mandioca na presença de ácido butírico, seguida pelo tratamento de ultrassom, de acordo com a metodologia proposta por Chumsri *et al.* (2022). Brevemente o amido nativo foi disperso em água destilada na proporção 1:10 (m/v), adicionou-se o ácido butírico (7,5% v/m) dissolvido em etanol e a mistura foi gelatinizada. O gel de amido foi resfriado e colocado em banho ultrassônico (Solid Steel SSBuc-6 L) à temperatura ambiente por 30 minutos. Para o amido apenas tratado por ultrassom fez-se o mesmo procedimento, porém sem utilizar o ácido graxo. As amostras foram lavadas com etanol 50% (m/v) e centrifugadas (K14 4000, Kasvi, Brasil). Os amidos foram secos a 40 °C por 24 horas em estufa com circulação de ar (Quimis Q314M242) e moídos.

2.3 Capacidade de absorção de água e óleo

A capacidade de absorção de água e óleo foram determinados de acordo com Frasson *et al.*, (2023). Para capacidade de absorção de água foram pesadas 0,2 g de amido em tubos Falcon de 15 mL (previamente pesados) e adicionou-se 5 mL de água, homogeneizou-se em vórtex por 1 minuto e deixou-se em repouso à temperatura ambiente por 30 minutos. Os tubos foram centrifugados a 4000 rpm por 15 minutos, retirou-se o sobrenadante e pesou-se os tubos com amostra sedimentada. Para capacidade de absorção de óleo foram pesadas 0,2 g de amostra em tubos Falcon de 15 mL (previamente pesados), adicionou-se 3 mL de óleo, homogeneizou-se em vórtex por 1 minuto e deixou-se em repouso à temperatura ambiente por 30 minutos. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 4000 rpm por 20 minutos e o sobrenadante foi drenado por 20 minutos em um ângulo de 45°. Pesou-se os tubos com amostra sedimentada. Ambas as análises foram calculadas utilizando Equação 1.

$$\text{Capacidade de absorção (g.g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso de sedimento}}{\text{Peso de amostra seca}} \times 100$$

Equação 1: Cálculo de absorção de água e óleo dos amidos.

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a nível de significância $p < 0,05$ utilizando o suplemento do Excel (versão 2016) Real Statistics.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os resultados da capacidade de absorção de água e óleo dos amidos nativo e modificados.

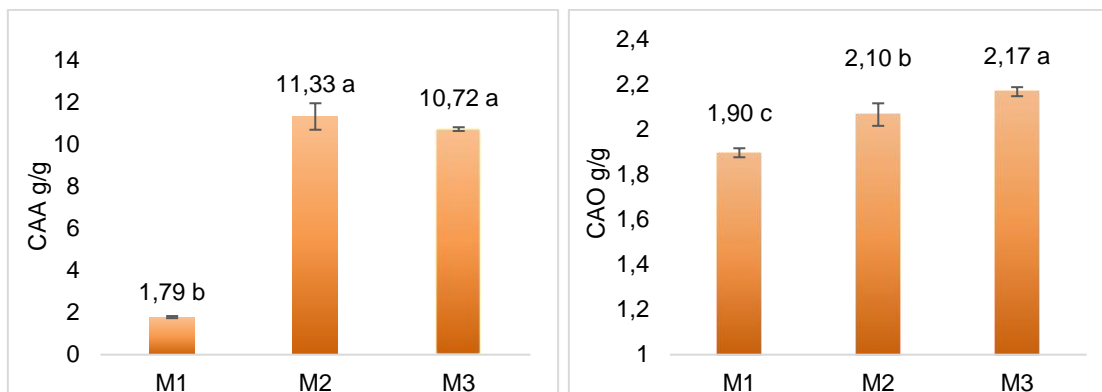


Figura 1: Capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) dos amidos.

M1- amido nativo; M2- amido modificado por ultrassom; M3- amido complexado via ultrassom.

Tanto a capacidade de absorção de água quanto a capacidade de absorção de óleo do amido de mandioca modificado aumentaram significativamente ($p < 0,05$). Segundo Chumsri *et al.* (2022), a gelatinização e o tratamento ultrassônico promovem a quebra das ligações intermoleculares resultando na exposição dos grupos hidroxilas, os quais se associam às moléculas de água. A reorganização da amilose e da amilopectina pode ter contribuído para o aumento na capacidade de absorção de óleo.

O amido nativo possui caráter hidrofílico, o que justifica a capacidade de absorção de água ser maior que a de óleo. A capacidade de absorção de óleo do amido complexado com ácido butírico foi significativamente maior ($p < 0,05$) em comparação com os amidos nativo e modificado por ultrassom. Esse resultado era esperado, visto que os ácidos graxos presentes na estrutura do amido modificado possuem afinidade com componentes lipídicos.

Chumsri *et al.* (2022), em seu estudo sobre formação de complexo intermediário de amido de arroz-lipídeo assistida por ultrassom obteve resultados semelhantes para capacidade de absorção de óleo do amido complexado com ácido butírico, sendo o valor obtido de 1,85 g/g. Já a capacidade de absorção de água obtida pelos autores diferiu deste estudo, sendo de 4,35 g/g, provavelmente devido aos amidos serem de fontes diferentes.

Possíveis aplicações do amido de mandioca modificado por formação de complexo de inclusão via gelatinização e ultrassom seriam na indústria alimentícia, como espessante ou estabilizante devido às alterações nas características físico-químicas. Além disso, o amido modificado por ultrassom poderia ser utilizado em outras indústrias, como cosmética e farmacêutica.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível elaborar complexos de inclusão entre amido e ácido butírico via gelatinização e tratamento ultrassônico. O tratamento por ultrassom aumentou a capacidade de absorção de água do amido nativo, enquanto a complexação com ácido graxo aumentou a capacidade de absorção de óleo. Com

isso, conclui-se que os amidos de mandioca modificados podem ser estudados quanto ao potencial para aplicação na indústria alimentícia e estudos futuros são necessários para verificar se a modificação alterou propriedades térmicas, de pasta e digestibilidade dos amidos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHUMSRI, P. et al. Formation of Intermediate Amylose Rice Starch–Lipid Complex Assisted by Ultrasonication. **Foods**, v. 11, n. 16, 1 ago. 2022.

FRASSON, S. F. et al. Extraction and characterization of avocado seed starch (*Persea americana* Miller) and application in aerogels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 10, p. 5388–5397, 1 out. 2023.

KHURSHIDA, S. et al. Effect of dual modification sequence on physicochemical, pasting, rheological and digestibility properties of cassava starch modified by acetic acid and ultrasound. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 188, p. 649–656, 1 out. 2021.

OLIVEIRA, L. A., et al. **Teor e Caracterização do Amido de Genótipos de Mandioca em Diferentes Idades de Colheita**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2023. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa, 148).

SHANG, W. et al. Study on multiscale structures and digestibility of cassava starch and medium-chain fatty acids complexes using molecular simulation techniques. **Food Research International**, v. 187, 1 jul. 2024.

WU, Z. et al. Nonthermal physical modification of starch: An overview of recent research into structure and property alterations. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 203, p. 153–175, 1 abr. 2022.

XIAO, Y. et al. Understanding the aggregation structure, digestive and rheological properties of corn, potato, and pea starches modified by ultrasonic frequency. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 189, p. 1008–1019, 31 out. 2021.