

ARTIGO TÉCNICO

A QUÍMICA POR TRÁS DOS ALIMENTOS DE NOVA GERAÇÃO: IMPRESSÃO 3D DE ALIMENTOS

Autores: Ângela Quinelato Oliveira¹, Eliane Maurício Furtado Martins¹, Flora Liz Doumith Oliveira Sobrinho¹, Pilar Barbosa de Meireles¹, Juliana Ribeiro Travassos¹, Kesia Pâmela da Silva Evencio¹, Isabela Campelo de Queiroz¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/DCTA), IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba
angela.quinelato.o@gmail.com



DESTAQUE

A impressão 3D é uma tecnologia promissora na indústria de alimentos, de modo que a composição, as interações químicas e as propriedades reológicas determinam o processamento e a estrutura final.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias, uma das inovações promissoras consiste na impressão 3D, uma manufatura aditiva, em que há a impressão de camadas que, ao serem sobrepostas, permitem a formação da estrutura final de um determinado produto. Nesse contexto, com sua popularização, esta passou a ser inserida também na indústria alimentícia, permitindo a impressão tridimensional de alimentos primordialmente utilizados com interesse lúdico e decorativo.

Contudo, esse processo tem sido constantemente aprimorado, destacando-se também por permitir a elaboração de produtos alimentícios com nutrientes, texturas e sabores específicos. Nesse sentido, tem se mostrado uma tecnologia potencial em razão da sustentabilidade, mas também pela geração de alimentos adequados ao estilo de vida, às preferências alimentares e às individualidades dietéticas específicas, como alergias e intolerâncias (Ehsan *et al.*, 2025).

Embora seja uma tecnologia promissora, nem todos os materiais apresentam, em sua forma original, características adequadas à impressão 3D por extrusão. Assim, destacam-se como matrizes mais facilmente imprimíveis chocolates, massas à base de trigo e hidrogéis. Por outro lado, frutas, legumes e verduras intactos geralmente não apresentam características apropriadas para extrusão direta, mas podem ser utilizados após operações como trituração e homogeneização, originando purês e pastas com potencial para impressão (Mudau; Adebo, 2024). Desse modo, as características físico-químicas e reológicas das matrizes processadas são fundamentais para determinar a extrusabilidade, a estabilidade e a qualidade do produto impresso.

Nesse contexto, as tintas e géis comestíveis, os quais são a base para impressão 3D de alimentos, devem permitir personalização, integração entre formas e texturas de maneira adequada, carregamento de compostos bioativos e adequação às expectativas sensoriais dos consumidores por meio da composição da matriz e da interação entre seus constituintes (Qin *et al.*, 2025). Assim, compreender o papel exercido entre componentes das matrizes na indústria de alimentos 3D é fundamental para determinação de viscosidade e características que impactam tanto durante, quanto após a impressão.

2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Dentre as técnicas utilizadas, tem-se a extrusão, em que a tinta alimentar passa pelo bico da impressora e é depositada em camadas até a formação da estrutura 3D. Assim, a formulação deve apresentar facilidade de escoamento durante a extrusão e resistência suficiente à deformação após a deposição, permitindo a manutenção da estrutura impressa (Mudau; Adebo, 2024).

2.1 Principais componentes utilizados nas tintas alimentares

As tintas alimentares são formuladas a partir de diferentes matrizes, cuja combinação influencia o processamento e estabilidade da estrutura impressa. Assim, carboidratos, proteínas e

lipídeos exercem funções tecnológicas distintas na formulação e na impressão final, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Componentes usados nas tintas alimentares para a impressão 3D.

Componentes alimentares e sua importância na impressão 3D		
Componentes	Exemplos	Importância na impressão 3D
 Proteínas	Whey protein, proteínas de insetos e albumina	Firmeza e sustentação da matriz
 Hidrocoloides	Pectina, xantana, gelana e metilcelulose	Espessamento, gelificação e ajuste do comportamento reológico
 Emulsificantes	Lecitina	Emulsificação e interação entre constituintes hidrofílicos e hidrofóbicos
 Lipídeos	Manteiga de cacau	Fusão durante o processamento e solidificação após deposição

Fonte: Imagens geradas por IA (Chat GPT 5.5) com base *prompt* autoral e com base em Mudau; Adebo (2024); Li *et al.* (2024); Qin *et al.* (2025); Molimi, Egan, Adebo (2025).

Os hidrocoloides alimentares são macromoléculas hidrofílicas, constituídas principalmente por polissacarídeos e proteínas, capazes de interagir com a água e modificar as propriedades reológicas dos alimentos. Dentre eles, destacam-se a goma xantana, utilizada por sua ação espessante, a pectina e a goma gelana, que podem formar géis sob condições específicas de formulação. A metilcelulose também apresenta propriedades espessantes e pode formar géis em resposta ao aquecimento. Dessa forma, esses ingredientes contribuem de diferentes maneiras para o ajuste da viscosidade e da estabilidade das tintas alimentares (Qin *et al.*, 2025).

Em relação às proteínas, destacam-se as de origem vegetal e animal, tais como *whey protein*, proteína de inseto e albumina, podendo contribuir para a firmeza e consistência do material

impresso. Dentre os lipídeos, a lecitina atua como emulsificante, favorecendo a dispersão dos componentes da formulação (Mudau; Adebo, 2024).

2.2 Interações químicas e comportamento durante a impressão

A interação entre os componentes contribui para a qualidade do produto final. Em composições proteicas submetidas ao aquecimento, por exemplo, há a desnaturação, com exposição de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos que favorecem a formação de estruturas tridimensionais (Li *et al.*, 2024). Por outro lado, os hidrocoloides podem modificar a viscosidade e contribuir para a estruturação da matriz alimentar, dependendo das condições da formulação (Molimi, Egan, Adebo; 2025).

Em relação ao chocolate, um dos principais ingredientes utilizados na indústria 3D, suas características químicas também despertam grande interesse. Por apresentar manteiga de cacau em sua composição, o chocolate pode apresentar diferentes formas cristalinas, o que interfere na sua capacidade de fusão e solidificação, que são fundamentais na indústria de alimentos tridimensionais. Além disso, a ação emulsificante da lecitina de soja presente em formulações do chocolate favorece o recobrimento das partículas hidrofílicas do açúcar e das partículas hidrofóbicas dos lipídeos, o que contribui para o processamento a quente e para a solidificação, favorecendo sua aplicação na impressão 3D de alimentos (Mudau; Adebo, 2024).

A organização dos componentes das tintas alimentares interfere no seu comportamento durante a impressão. Em matrizes pseudoplásticas, a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de cisalhamento, facilitando a extrusão. Entretanto, esse comportamento não garante, isoladamente, a estabilidade após a deposição, que depende da recuperação estrutural após a redução do cisalhamento ou da formação de uma estrutura resistente (Qin *et al.*, 2025). Portanto, a formação e a recuperação da estrutura da matriz são fundamentais para garantir a continuidade da impressão e a estabilidade do produto final (Qin *et al.*, 2025).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impressão 3D de alimentos mostra-se uma tecnologia promissora, cuja aplicação depende diretamente das características químicas e físico-químicas dos compostos utilizados. Nesse contexto, além da escolha dos ingredientes, a interação entre seus constituintes determina a formação e a organização de estruturas capazes de favorecer a extrusão, textura e, posteriormente, a manutenção do formato do alimento impresso, influenciando diretamente na palatabilidade e na aceitação do consumidor.

Assim, compreender processos como desnaturação proteica, gelificação, emulsificação, fusão e solidificação é fundamental para direcionar a combinação entre os compostos e favorecer o

desenvolvimento de alimentos tridimensionais com características favoráveis à impressão e estabilidade após o processamento. Na prática, isso envolve ajustar o teor de água, a concentração dos ingredientes e as condições de processamento, buscando equilibrar a facilidade de extrusão e a estabilidade da estrutura após a deposição.

REFERÊNCIAS

- EHSAN, M.; SHANKAR, A.; CHOLAN, J. S.; RASHEED, B.; IMRAN, A.; USMAN, I.; RASHEED, M.; SAEED, F.; AFZAAL, M.; ISLAM, F.; NDAGIRE, C. T. Three-Dimensional (3D) Food Printing Applications, Techniques, and Consumer Acceptance. **eFood**, v. 6, n. 6, p. 1-15, 2025. <https://doi.org/10.1002/efd2.70106>.
- LI, Z.; WANG, S.; QIN, Z.; FANG, W.; GUO, Z.; ZOU, X. 3D Printing Properties of Heat-Induced Sodium Alginate–Whey Protein Isolate Edible Gel. **Gels**, v. 10, n. 7, p. 1-15, 2024. <https://doi.org/10.3390/gels10070425>.
- MOLIMI, M. B.; EGAN, P.; ADEBO, O. A. Progress in three-dimensional (3D) printed foods for dysphagia patients: Food sources, processing techniques, printability, nutrition, acceptability, and safety aspects. **Food Research International**, v. 202, n. 115629, p. 1-20, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115629>.
- MUDAU, M.; ADEBO, O. A. Three dimensional (3D)-printed foods: A review of recent advances in their ingredients, printing techniques, food printers, post-processing methods, consumer acceptance and safety. **Journal of Food Process Engineering**, v. 47, n. 5, p. 1-22, 2024. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpe.14621>.
- QIN, Z.; YANG, Y.; ZHANG, Z.; LI, F.; HOU, Z.; LI, Z.; SHI, J.; SHEN, T. A Critical Review: Gel-Based Edible Inks for 3D Food Printing: Materials, Rheology–Geometry Mapping, and Control. **Gels**, v. 11, n. 10, p. 1-31, 2025. <https://doi.org/10.3390/gels11100780>.