

## Projeto de Pesquisa de Iniciação Científica

# Desenvolvimento de espumas aquosas de nanoceluloses com alta estabilidade

Pesquisadora Responsável: Dra. Elisa Silva Ferreira  
Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), CNPEM

## Introdução

A instabilidade termodinâmica de espumas aquosas é consequência da alta energia da interface líquido-gás. A coalescência das bolhas acontece devido à tendência de redução da área interfacial minimizando a energia livre do sistema. Embora as espumas aquosas sejam instáveis, a durabilidade pode ser prolongada com o reforço da interface líquido-gás. Este efeito é alcançado através da adsorção de coloides anfifílicos na interface das bolhas, formando uma membrana elástica resistente.<sup>1</sup>

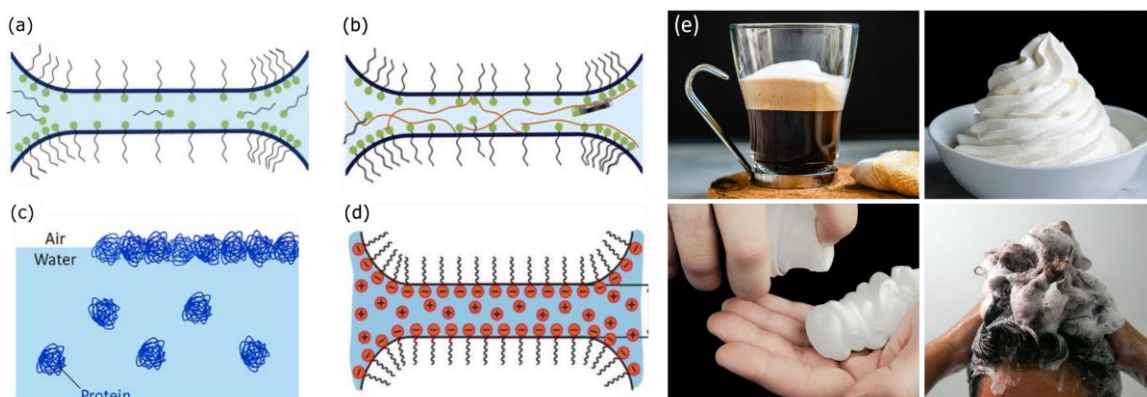
Os mecanismos clássicos de reforço de espumas aquosas são a interação lateral entre surfactantes, entrelaçamento polimérico e repulsão eletrostática (**Figura 1**). Além das forças de interação, a migração de moléculas para a interface por gradiente de tensão interfacial também pode prolongar o tempo de vida da espuma, transportando líquido para filmes entre as bolhas (efeito Gibbs-Marangoni).<sup>2</sup>

## Estado da Arte

A estabilização de espumas aquosas tem sido muito estudada nos últimos anos com o objetivo de prolongar a vida dessas dispersões em horas ou até mesmo dias.<sup>3</sup> As espumas com alta estabilidade são desejáveis para a valorização de produtos de diferentes indústrias, como cosméticos, produtos alimentícios, agentes de limpeza e extintores de chama. A aplicação de espumas nestes produtos está relacionada a características tais como textura e aspecto visual desejáveis, baixa condutividade térmica, aumento do rendimento do produto e alta capacidade de carrear partículas e compostos para a limpeza de superfícies.

Em busca de alta estabilidade, a literatura recente tem explorado o uso de partículas coloidais que formam as chamadas espumas de Pickering. Para que as partículas permaneçam na interface líquido-gás, a molhabilidade destas pode ser controlada por modificações químicas ou pela presença de coloides anfifílicos.<sup>4</sup> Dentre as partículas coloidais que podem proporcionar alta estabilidade a espumas, destacam-se as nanoceluloses que, além de apresentarem afinidade por interfaces, são renováveis e biodegradáveis.<sup>5,6</sup>

Neste projeto, o efeito de biocoloides na estabilização cinética de espumas será avaliado visando ao desenvolvimento de espumas com alta estabilidade para aplicações em alimentos e cosméticos (**Figura 1e**). Duas estratégias de reforço de interfaces líquido-gás serão exploradas: (1) adsorção de biopolímeros hidrossolúveis; (2) adsorção de nanoceluloses. As espumas serão desenvolvidas com componentes renováveis e biodegradáveis buscando desenvolver produtos mais verdes e seguros ao meio ambiente e à saúde humana.



**Figura 1.** Mecanismos de estabilização cinética de espumas: (a) interação lateral de surfactantes; (b) entrelaçamento polimérico em solução; (c) entrelaçamento polimérico na interface; (d) repulsão eletrostática entre duas interfaces; (e) exemplos de aplicações de espumas com alta estabilidade em bebidas, produtos alimentícios, cosméticos e agentes de limpeza. Imagens adaptadas de <sup>7,8</sup>.

## Objetivos

Nesta iniciação científica, serão desenvolvidas espumas aquosas com alta estabilidade para aplicações em alimentos e cosméticos. A estabilidade das espumas

será controlada pela presença de nanoceluloses e biopolímeros hidrossolúveis, com os seguintes objetivos específicos:

- Elucidar a estrutura de dispersões de nanoceluloses e biopolímeros hidrossolúveis;
- Propor mecanismos de prevenção de colapso em espumas aquosas;
- Correlacionar estrutura e viscosidade do filme líquido com a estabilidade da espuma;
- Maximizar a estabilidade cinética de espumas aquosas combinando nanoceluloses, biopolímeros hidrossolúveis e surfactantes.

## Metodologia

As espumas aquosas serão preparadas a partir de dispersões de nanoceluloses, biopolímeros hidrossolúveis e surfactantes. As dispersões precursoras serão caracterizadas por determinação do potencial zeta e viscosimetria. As espumas serão preparadas através da incorporação de ar com agitação mecânica. Por fim, a estrutura e estabilidade das espumas aquosas serão analisadas por medidas de tamanho de bolha (microscopia óptica), espumabilidade e tempo de meia vida. Os resultados serão interpretados combinando modelos da Físico-Química de energia interfacial, soluções poliméricas, dispersões líquido-gás e espumas de Pickering.

## Referências

- 1 V. Bergeron and P. Walstra, in *Fundamentals of Interface and Colloid Science*, Elsevier, 2005, vol. 5, p. 7.1-7.38.
- 2 A. J. Wilson, *Foams: Physics, Chemistry and Structure*, Springer Science & Business Media, 2013.
- 3 D. Langevin, *Langmuir*, 2023, **39**, 3821–3828.
- 4 P. Amani, R. Miller, A. Javadi and M. Firouzi, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2022, **301**, 102606.
- 5 Z. Hu, H. S. Marway, H. Kasem, R. Pelton and E. D. Cranston, *ACS Macro Lett.*, 2016, **5**, 185–189.
- 6 N. T. Cervin, E. Johansson, J.-W. Benjamins and L. Wågberg, *Biomacromolecules*, 2015, **16**, 822–831.
- 7 J. Yang, S. P. Lamochi Roozalipour, C. C. Berton-Carabin, C. V. Nikiforidis, E. van der Linden and L. M. C. Sagis, *Food Hydrocolloids*, 2021, **112**, 106467.
- 8 J. Zhou, P. G. Ranjith and W. A. M. Wanniarachchi, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2020, **276**, 102104.