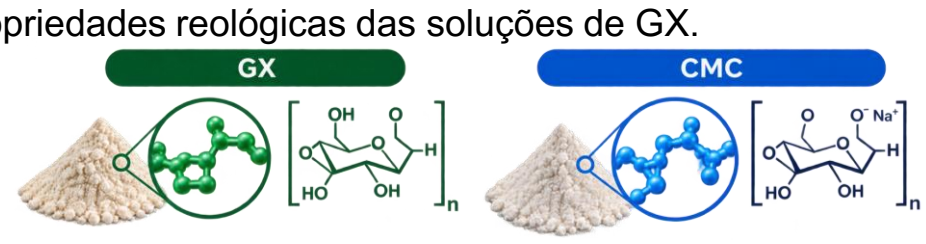
cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Influência da liberação da CMC encapsulada nas propriedades reológicas de soluções de goma xantana

Julieth Carolina Botina-Ortega[1], Raquel Stavale Schimicoscki[1], Eduardo Matos Germer[1]
[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) / Centro de Pesquisa em Reologia e Fluidos Não Newtonianos (CERNN) / Soft Matter Research Center (SOFMAT), Curitiba, PR, Brasil

Introdução

A goma xantana (GX) e a carboximetilcelulose (CMC) são polímeros hidrossolúveis utilizados como modificadores reológicos em sistemas aquosos [1]. A combinação desses polímeros pode alterar a viscosidade e o comportamento de escoamento das soluções [2]. Nesse contexto, a encapsulação da CMC em matrizes de alginato reticuladas com Ca^{2+} pode favorecer sua retenção e permitir a liberação gradual no meio [3]. Essa estratégia permite avaliar como a liberação da CMC pode modificar progressivamente as propriedades reológicas das soluções de GX.



Objetivos

Investigar o efeito da liberação da **carboximetilcelulose (CMC)** encapsulada sobre o comportamento reológico de soluções aquosas de **goma xantana (GX)**, visando avaliar o potencial do encapsulamento como estratégia de modulação das propriedades reológicas do fluido.

Metodologia

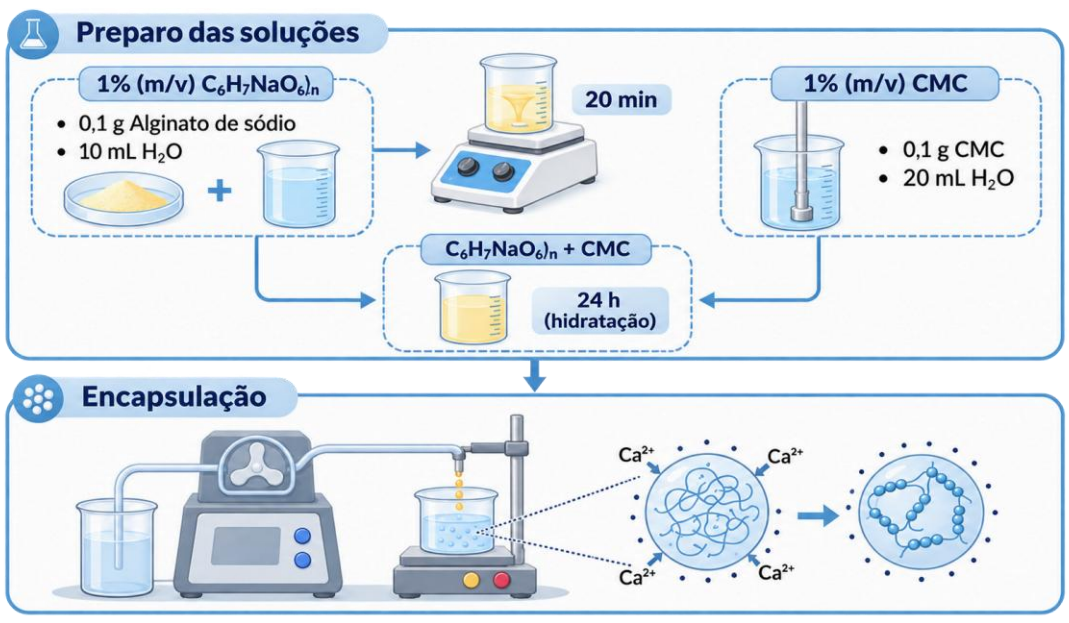


Figura 1. Formulação do encapsulamento da CMC.

Resultados e Discussão

- Caracterização das cápsulas.

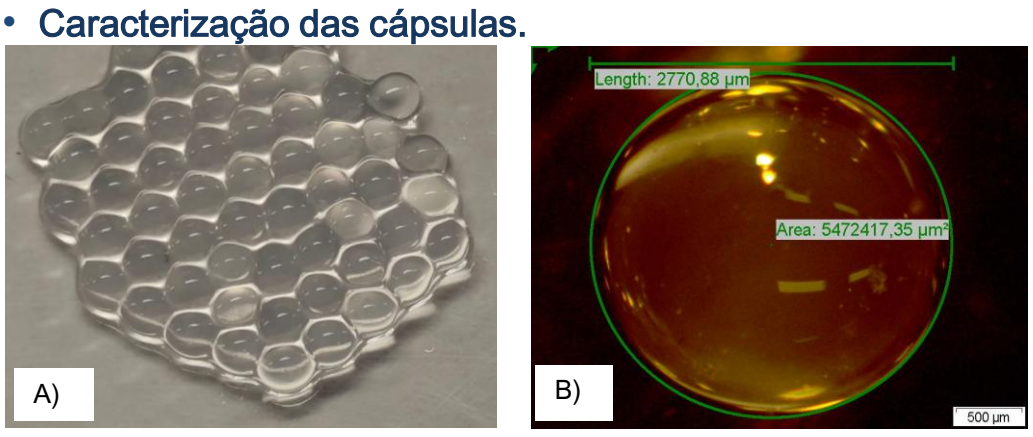


Figura 2. Caracterização morfológica das cápsulas: (A) aspecto visual e (B) análise microscópica.

Tabela 1. Caracterização dimensional das cápsulas.

Vazão (mL/min)	Área média (µm²)	Diâmetro equivalente (µm)
0,380	5382813,05 ±115858,93	2617,82 ± 28,30

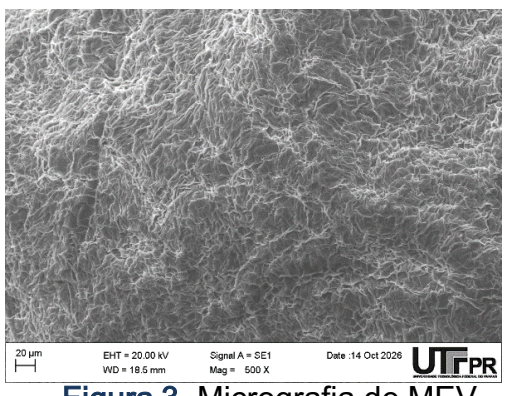
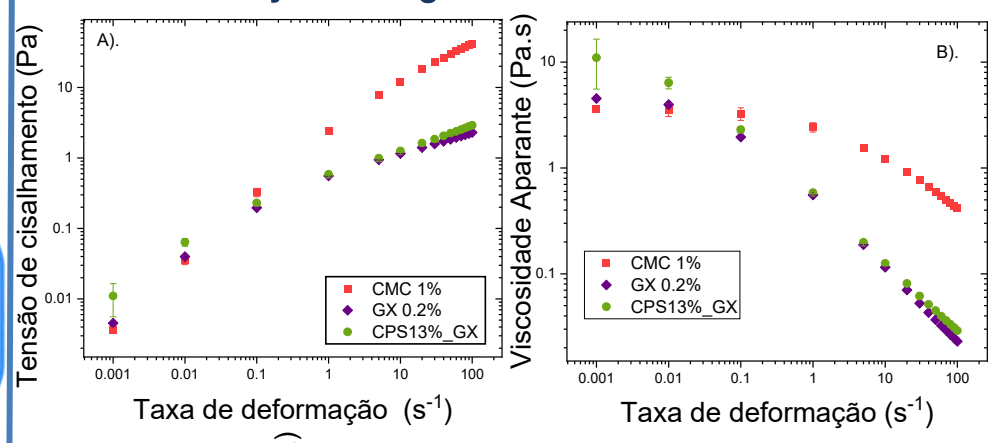


Figura 3. Micrografia de MEV da superfície das cápsulas.

Tabela 2. Caracterização molar dos polímeros.

Parâmetro	Alginato de sódio	CMC
Massa molar ponderal, M_w (g/mol)	322.100 (±2,67%)	995,200 (±5,94%)
Massa molar numérica ponderal, M_n (g/mol)	294.200 (±4,70%)	775,500 (±10,14%)
Dispersidade, $^{M_w}/_{M_n}$	1,095 (±5,40%)	1,283 (±11,75%)
Raio hidrodinâmico médio, r_h	13,727 (±0,90%)	27,301 (±0,46%)

- Caracterização reológica dos fluidos.



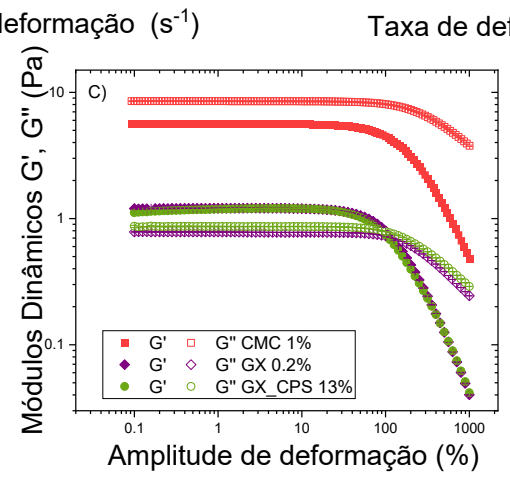


Figura 4. Caracterização reológica: (a) curva de escoamento; (b) curva de viscosidade; (c) varredura de amplitude de deformação.

Conclusões

- As cápsulas apresentaram morfologia predominantemente **esférica**, diâmetro médio de 2,62 mm e superfície irregular.
- A reticulação do alginato com Ca^{2+} **permite formar cápsulas** para encapsular a CMC, cuja elevada massa molar pode favorecer sua retenção na matriz.
- Os sistemas apresentaram comportamento pseudoplástico, com maior viscosidade em baixas taxas de cisalhamento, devido às interações entre as cadeias poliméricas.
- A incorporação da CMC após a ruptura das cápsulas promoveu um **aumento discreto da viscosidade** da GX, possivelmente associado à baixa concentração de CMC incorporada.
- A incorporação das cápsulas contendo CMC provocou **pequenas alterações nos módulos G′ e G″″**, mantendo a resposta viscoelástica próxima à da GX original.

Agradecimentos

UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná
SOFMAT Soft Matter Research Center
CERNN Rheology
anp Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
prh anp 21/UTFPR
FAPESP

Referências

[1] BAK, J.; YOO, B. Rheological characteristics of concentrated ternary gum mixtures with xanthan gum, guar gum, and carboxymethyl cellulose: effect of NaCl, sucrose, pH, and temperature. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 253, art. 126559, 2023. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.126559.
[2] ZHENG, J.; ZENG, R.; ZHANG, F.; KAN, J. Effects of sodium carboxymethyl cellulose on rheological properties and gelation behaviors of sodium alginate induced by calcium ions. **LWT**, v. 103, p. 131–138, 2019. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.12.081.
[3] PARREIDT, T. S.; MÜLLER, K.; SCHMID, M. Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. **Foods**, v. 7, n. 10, art. 170, 2018. DOI: 10.3390/foods7100170.