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

Hidrogéis sustentáveis funcionalizados com organossilanos: síntese, caracterização e adsorção do herbicida bipiridílio paraquate

Bibiana Bitelo, Cesar Liberato Petzhold e Tales da Silva Daitx
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), PPGCIMAT, Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

Atualmente, o aumento da demanda por alimentos intensificou o uso de pesticidas, cuja persistência e mobilidade contaminam corpos hídricos, causando riscos ambientais e para a saúde humana. Além disso, os sistemas de tratamento convencionais não removem esses contaminantes de forma eficaz. Nesse contexto, hidrogéis poliméricos surgem como adsorventes promissores, devido à alta capacidade de absorção de água, favorecendo a difusão dos contaminantes na matriz, e à possibilidade de funcionalização química, aumentando a interação com os pesticidas.

Objetivos

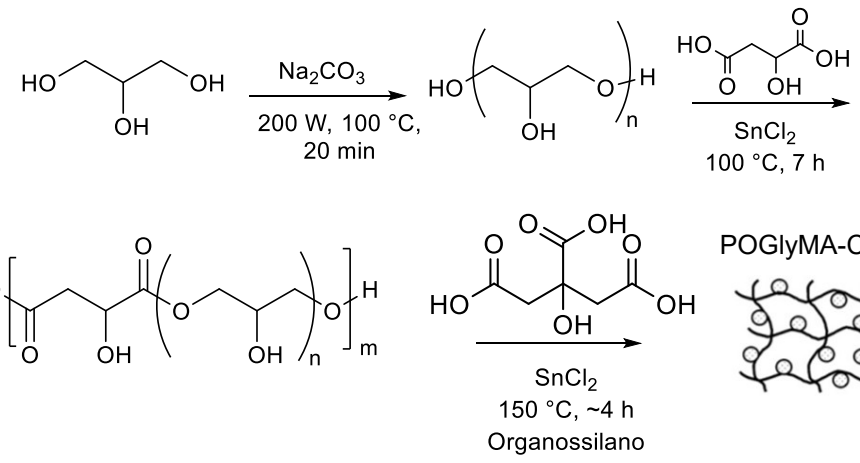
• Sintetizar e caracterizar os hidrogéis à base de monômeros sustentáveis funcionalizados com organossilanos (n-octiltrietoxisilano, TEOS ou (3-aminopropil)trietoxisilano, APTES);

• Avaliar sua eficácia na adsorção do herbicida paraquate;

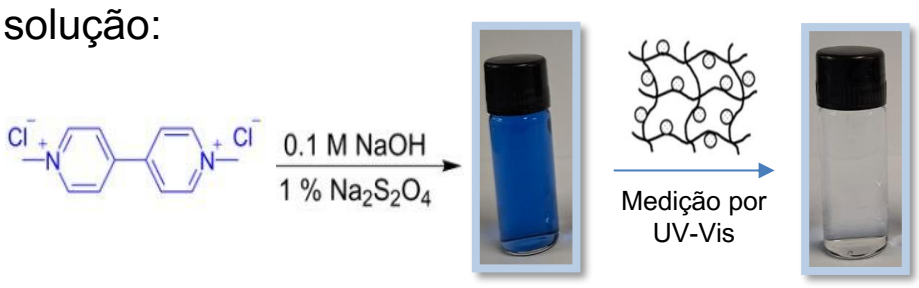
• Determinar a cinética, isotermas e mecanismo de adsorção.

Metodologia

Síntese dos precursores e hidrogéis:



Adsorção e determinação do paraquate em solução:



Resultados e Discussão

Na análise de FTIR-ATR foi possível confirmar a síntese do hidrogel, com os sinais esperados para a estrutura do mesmo.

Os hidrogéis foram capazes de adsorver até 97% de uma solução inicial de 80 mg/L, seguindo um modelo cinético de pseudo-segunda ordem e uma isoterma de Freundlich. O mecanismo de adsorção majoritário é a interação eletrostática, seguido do preenchimento de poros e complexação.

Tabela 1. Capacidade de absorção de água, teor solúvel e resultados de TGA e DSC obtidos para os hidrogéis.

Hidrogel	Absorção de água (%)	Teor solúvel (%)	$T_{10\%}$ (°C)	T_P (°C)	T_g (°C)
POGlyMA-CA10	187 ± 58	18,0 ± 0,3	193	288/322-430	72
POGlyMA-CA10-TEOS	191 ± 42	12,8 ± 1,8	229	285/314-457	83
POGlyMA-CA10-APTES	413 ± 7	43,5 ± 0,5	239	307/335-480	66

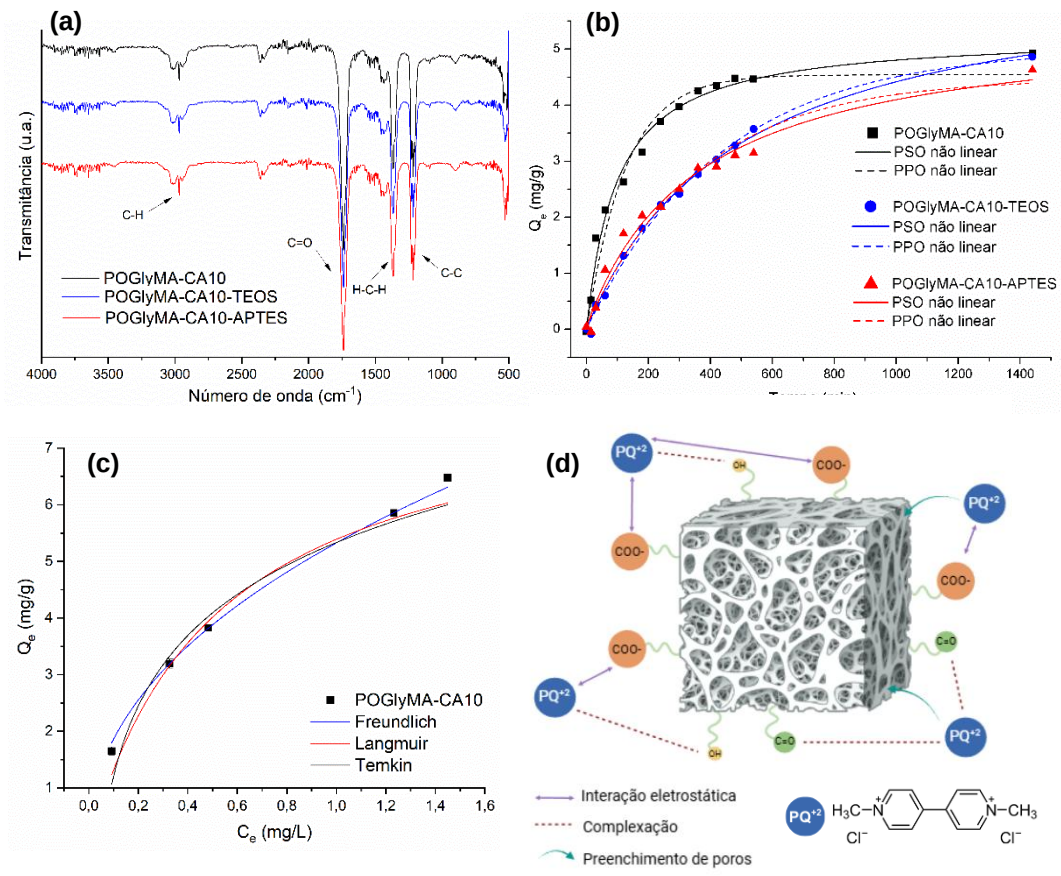


Figura 1. Espectros de FTIR-ATR dos hidrogéis (a), curvas de cinética para a adsorção do paraquate (b), curvas de isoterma (c) e mecanismo proposto para interação entre hidrogel e pesticida (d).

Conclusões

• Hidrogéis sustentáveis foram desenvolvidos para remoção do pesticida bipiridílio paraquate;

• O hidrogel funcionalizado com APTES apresentou maior capacidade de absorção de água;

• O hidrogel não funcionalizado demonstrou eficácia superior na adsorção de paraquate;

• A adsorção seguiu um mecanismo cinético de pseudo-segunda ordem e isoterma de Freundlich.

Referências e Agradecimentos

1. Bitelo, B. et al. J. Mol. Liq. 425, 127228 (2025).
2. Liu, Y. et al. Sci. Total Environ. 846, 157303 (2022).
3. Naboulsi, A. et al. Environ. Sci. Pollut. Res. 31, 32320 (2024).

UFRGS Instituto de Química UFRGS CAPES FAPERGS CNPq PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS MATERIAIS UFRGS | PPGCIMAT LAPIS