

PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS PARA A LIBERAÇÃO CONTROLADA DO HERBICIDA IMAZETAPIR

ANDRESSA BAPTISTA NÖRNBERG¹; HENRIQUE PERES DA MOTA²; ANDRÉ RICARDO FAJARDO³

¹ Universidade Federal de Pelotas – andressanornberg@outlook.com.br

² Universidade Federal de Pelotas – henriquecomprs@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – drefajardo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para o setor agrícola é a produção de alimentos sem o uso excessivo de defensivos agrícolas. A procura por esses alimentos cresce exponencialmente, ocasionando o desafio deste setor para atender a atual demanda, visto que, o uso de grandes quantidades de defensivos agrícolas tem como justificativa o aumento da quantidade e da qualidade dos produtos de forma geral. Apesar de possuírem um papel importante na produção agrícola, alguns defensivos podem gerar sérios impactos ambientais, como a contaminação de corpos hídricos superficiais e subterrâneos, entre outros.

Dentre os defensivos mais utilizados, os herbicidas, pertencentes a uma classe de defensivos agrícolas são utilizados na agricultura para o controle de ervas classificadas como daninhas. Por consequência do seu uso exagerado e inadequado, esses são responsáveis pela maior quantidade de resíduos em recursos hídricos superficiais e subterrâneos (BROWN, 2011). Além de estar vinculado com diversos problemas relacionados à estabilidade química (solubilidade, fotodegradação e a sorção no solo) (LAINE, 2012).

Nesse contexto, existe a necessidade do desenvolvimento de sistemas que permitem a alteração de propriedades físico-químicas e a liberação controlada de herbicidas, permitindo assim a diminuição das excessivas aplicações dos mesmos. Os derivados de polímeros naturais obtidos através de modificações apropriadas podem ser usados como veículos de transporte para a liberação controlada de herbicidas. A principal vantagem deste tipo de sistema reside no fato de que este irá manter o nível efetivo de ingredientes ativos durante um período prolongado de tempo com um consumo muito menor de herbicida, reduzindo a contaminação dos recursos hídricos (FRACETO, 2014).

Na literatura são encontrados alguns trabalhos que relatam processos de preparação de micropartículas a fim de realizar a liberação controlada, a partir de polímeros naturais, como os polissacarídeos. Devido à sua biodegradabilidade, biocompatibilidade, baixa toxicidade e renovabilidade são considerados materiais de partida promissores para a produção de compósitos. O alginato sódio (AS) é um polímero natural extraído a partir de alga marrons, além disso, bastante utilizado em sistemas de liberação controlada de herbicidas (SLCH) devido a sua atoxicidade, biocompatibilidade, etc. Todavia, o alginato pode apresentar uma baixa estabilidade mecânica e durabilidade ao ser usado nos sistemas de liberação. Para melhorar essas limitações se fez necessário interligar ao alginato a celulose (CL) que é um polímero natural muito abundante na natureza, derivado da madeira extraída de árvores, casca de arroz e aveia (SIRVIÖ, 2014).

Vale ressaltar aqui que a obtenção de micropartículas poliméricas contendo alginato e CL para atuarem na encapsulação do [5-etil-2- (4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-imidazolin-2-il) nicotínico], também conhecido como Imazetapir (IMZ), ainda é desconhecida. O IMZ (Figura 1), do grupo químico imidazolina é um herbicida

seletivo, recomendado para o controle de plantas daninhas de folhas largas, gramíneas infestantes na cultura do arroz e da soja. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo utilizar as micropartículas de alginato e celulose na liberação controlada do herbicida IMZ.

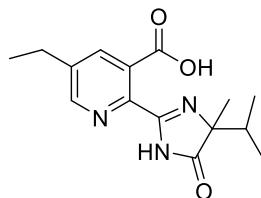


Figura 1: Estrutura química do herbicida Imazetapir.

2. METODOLOGIA

Obtenção de micropartículas de alginato de cálcio (AC): Primeiramente, 600 mg de AS foram solubilizados em água destilada (30 mL) a 50 °C durante 4 h, sob agitação magnética. A solução resultante foi resfriada à temperatura ambiente e, então, esta foi introduzida em uma seringa de plástico com ponteira de diâmetro conhecido. A solução de alginato foi cuidadosamente gotejada em uma solução de cloreto de cálcio (CaCl_2), sob agitação magnética lenta a temperatura ambiente para a formação das micropartículas. Logo após, as micropartículas foram recuperadas por filtração simples, e lavadas com água destilada para remoção do excesso de cálcio. As micropartículas foram secas em estufa a 37 °C durante 24 h.

Obtenção de micropartículas de AC/CL: Primeiramente, 600 mg de AS foram solubilizados em água destilada (30 mL) a 50 °C durante 4 h, sob agitação magnética. Após, foi adicionado a solução 30 mg de CL permanecendo sob agitação magnética até a sua total solubilização. Em seguida, a solução foi resfriada, e posteriormente, gotejada como descrito anteriormente.

Obtenção de micropartículas contendo AC/IMZ: Foi preparado uma solução contendo AS, no entanto, foi adicionado a solução 10 % (m/v) de herbicida, antes do gotejamento.

Obtenção de micropartículas contendo AC/CL/IMZ: Num primeiro momento foi preparado a solução contendo AS e CL, no entanto, foi adicionado a solução 15 % (m/v) de herbicida, antes do gotejamento.

Caracterização: A estrutura química e morfológica das micropartículas de AC e AC/CL carregadas com herbicida foram caracterizadas por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As micropartículas obtidas foram caracterizadas por meio de técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Essas análises foram realizadas para a verificação das propriedades estruturais das micropartículas obtidas e para avaliar a morfologia das mesmas. Nas Figuras 2a e 2b são as imagens de MEV obtidas para as micropartículas de AC e das micropartículas carregadas com 10% de IMZ (AC/IMZ). Já nas Figuras 2c e 2d são imagens de MEV obtidas para micropartículas de AC/CL e de micropartículas carregadas com 15% de IMZ (AC/CL/IMZ). De maneira geral, a incorporação do IMZ, tanto na matriz AC e

AC/CL, altera a morfologia da superfície das micropartículas. Nota-se que a superfície das micropartículas apresenta maior rugosidade em comparação com as micropartículas sem o IMZ.

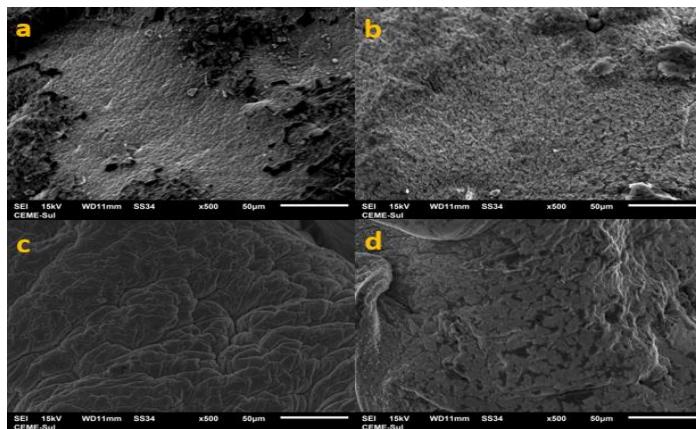


Figura 2: Imagens de MEV obtidas para (a) AC; (b) AC/IMZ; (c) AC/CL e (d) AC/CL/IMZ (Magnificação de x500)

A técnica de espectroscopia de infravermelho (FTIR) foi utilizada para a identificação da natureza química dos materiais preparados e dos seus materiais precursores, como pode ser observado na Figura 3. O espectro referente ao AS apresenta as bandas em 3411 cm^{-1} , 1608 cm^{-1} e 1427 cm^{-1} associadas, respectivamente, ao estiramento axial da ligação OH do grupo hidroxila e ao estiramento assimétrico e simétrico dos grupos $-\text{COO}^-$ do alginato. No espectro da CL bandas em 3423 cm^{-1} é atribuída ao alongamento dos grupos OH, em 2927 cm^{-1} ao estiramento C-H e em 1739 cm^{-1} faz referência a ligação C=O do éster (LESSA, 2017). No espectro do herbicida IMZ as bandas características são observadas em 3248 cm^{-1} (estiramento OH do grupo carboxílico NH), 2972 cm^{-1} (estiramento NH do grupo amida), 1745 cm^{-1} (estiramento C=O do grupo carboxílico). Já nos espectros das figuras 3a e 3b, as micropartículas contendo IMZ observou-se que esses apresentam as bandas características da matriz AS e CL e novas bandas em 1755 cm^{-1} e 1739 cm^{-1} banda, atribuídas ao IMZ, também foram observadas. De acordo com a literatura, o aparecimento dessas bandas sugere a incorporação do herbicida na matriz polimérica. (KUMAR, 2017).

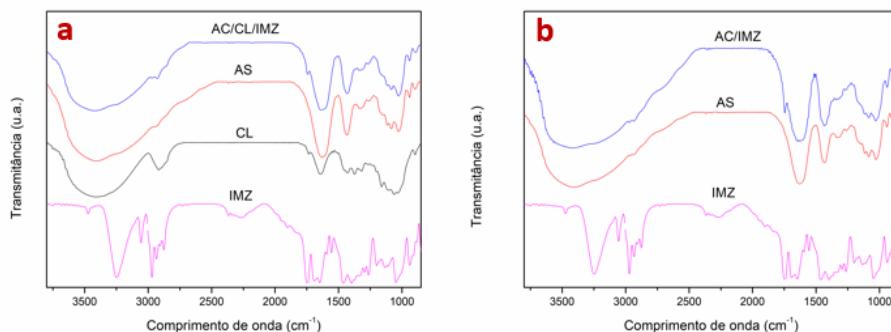


Figura 3: Espectros de FTIR obtidos para as micropartículas de (a) IMZ; CL; AS; AC/CL/IMZ e de (b) IMZ; AS; AC/IMZ.

4. CONCLUSÃO

No presente trabalho foram preparadas micropartículas de AC e CL reticuladas ionicamente com íons Ca^{2+} . Essas matrizes poliméricas foram

utilizadas para encapsulação do herbicida IMZ em diferentes concentrações. Análises preliminares confirmam a presença do herbicida na matriz polimérica. Estudos adicionais que tem por objetivo caracterizar melhor o sistema formado estão em andamento. Ainda, a fim de testar a utilização das micropartículas preparadas como alternativa de eliminação ou controle das ervas daninhas em plantações, testes de liberação controlada estão em andamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, J.; BACH L.; ALDOUS, A.; WYERS A.; DEGAGNÉ J. Groundwater-dependent ecosystems in Oregon: an assessment of their distribution and associated threats. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, p. 97-102, 2011.
- FACETO, L.; OLIVEIRA, J.; CAMPOS, E. Applications of Controlled Release Systems for Fungicides, Herbicides, Acaricides, Nutriente and Plant Growth Hormones: A Review. **Advanced Science, Engineering and Medicine**, v. 6, p. 373-387, 2014.
- KUMAR, V.; SINGH A.; DAS T. K.; SARKAR, D. J.; SINGH, S. B.; DHAKA, R.; KUMAR A. Realease Behavior and Bioefficacy of Imazethapyr Formulations Based on Biopolymeric Hydrogels. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 52, n. 6, p. 402-409, 2017.
- LAINI, A.; BARTOLI, M.; LAMASTRA, L.; CAPRI, E.; BALDERACCHI, M.; TREVISAN, M. Herbicide Contamination and Dispersion Pattern in Lowland Springs. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 312-318, 2012.
- LESSA, E. F.; GALARTE, M. S.; GARCIA, E. S.; FAJARDO, A. R. Orange Waste: A Valuable Carbohydrate Source for the Development of Beads with Enhanced Adsorption Properties for Cationic Dyes, **Carbohydrate Polymers**. v. 157, p. 660-668, 2017.
- SIRVIÖ, J. A.; KOLEHMAINEN, A.; LIIMATAINEN, H.; NIINIMÄKI, J.; HORMI, O. E. O. Biocomposite Cellulose-alginate films: promising packaging materials. **Food Chemistry**, v. 151, p. 343-351, 2014.