

## FILMES COMPÓSITOS DE QUITOSANA / POLI(ÁLCOOL VINÍLICO) / RESÍDUOS DE CAFÉ PÓS-CONSUMO PARA REMOÇÃO CONTAMINANTES FARMACÊUTICOS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Emanuele Ferreira Lessa<sup>1</sup>; Matheus Longen<sup>2</sup>; André Ricardo Fajardo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPel – emanuelef.lessa@gmail.com

<sup>2</sup>UFPel – matheusbrsc@gmail.com

<sup>3</sup>UFPel – drefajardo@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A poluição dos corpos d'água tem sido um dos principais desafios para a ciência, devido ao descarte inadequado de contaminantes no meio ambiente, que consequentemente restringem o uso da água pela população. Dentre os principais contaminantes químicos encontrados estão as substâncias potencialmente tóxicas, como por exemplo, alguns metais e também resíduos orgânicos (ANNADURAI, 2002). A introdução destas substâncias no ambiente é resultado da administração de compostos farmacêuticos sem prescrição médica (KARAMESOUTI, 2016). Muitas vezes, o agente ativo do medicamento não é totalmente metabolizado pelo organismo e acaba sendo eliminado em ambientes aquáticos. Desta forma, o tratamento e a remediação dos corpos hídricos é, relevante para a preservação do meio ambiente (IMRAN, 2012).

Além dos métodos convencionais utilizados na remoção dos compostos farmacêuticos da água, como por exemplo, os processos de oxidação, há o método de adsorção que tem merecido destaque (TOKIMOTO, 2005). A adsorção é um fenômeno de transferência de massa, uma técnica muito efetiva no tratamento de águas residuais. Embora, o uso de carvão ativado e/ou de zeólitas para remover compostos farmacêuticos seja muito empregado ainda são métodos relativamente caros (NOWICKI, 2014). Assim, há uma demanda crescente para o desenvolvimento de adsorventes de baixo custo e de fácil disponibilidade para atuarem na remoção deste tipo de composto orgânico do meio aquoso.

O pó de café pós-consumo (PCPC) é um resíduo produzido em grande quantidade que apresenta uma alta relação dos elementos C e N e, ainda, contém vários grupos funcionais em sua estrutura, os quais podem atuar como sítios de ligação para contaminantes farmacêuticos. Dessa forma, PCPC pode ser utilizado como um adsorvente potencialmente eficaz (LAKSACI, 2017). Assim, neste trabalho relatamos um procedimento simples para o preparo de materiais compósitos a partir de misturas de quitosana (QT) e PCPC para serem utilizados como adsorventes de contaminantes farmacêuticos em meio aquoso.

### 2. METODOLOGIA

*Obtenção do Pó de café pós-consumo (PCPC):* Os resíduos de café (PCPC) foram coletados após uso e secos a 100 °C. O PCPC seco foi lavado com porções (~50 mL) de hexano, etanol e água destilada para remover os resíduos orgânicos. Novamente, o PCPC foi seco no forno (100 °C) e peneirado (80 mesh) para posterior utilização.

*Preparo de compósitos QT/PCPC:* QT (750 mg) foi completamente solubilizada em solução de ácido acético (25 mL, 1,5% v/v) e depois misturada

com solução de PVA (750 mg em 30 mL de água destilada). A solução resultante foi homogeneizada. Em seguida, adicionou-se 0, 5 ou 10% em peso de PCPC (em relação à massa seca dos polímeros QT/PVA), o sistema foi submetido à sonicação (15 min). Finalmente, adicionou-se o agente reticulante glutaraldeído (52  $\mu$ L), a solução foi vertida em placas de Petri (85 x 10 mm). Após a evaporação do solvente (estufa a vácuo, 40 °C por 24 h). Os filmes compósitos de QT/PCPC foram então removidos das placas de Petri e purificados em água destilada. Os compósitos purificados foram secos na estufa (40 °C) e armazenados em um dessecador. As amostras compostas foram denotadas como QT/PCPC0, QT/PCPC5 e QT/PCPC10.

**Caracterização:** Todos os filmes desenvolvidos foram caracterizados por meio das técnicas de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), Difração de Raios-X (DRX), Análises Termogravimétricas (TGA) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectro FTIR de QT/PCPC0 (Fig. 1a) mostrou as bandas típicas da QT e do PVA, embora observadas algumas discrepâncias em relação aos espectros obtidos para os polímeros puros. A banda tipo-ombro em 1626  $\text{cm}^{-1}$  observada para QT/PCPC0 relacionada ao estiramento vibracional das ligações C=N, dos grupos imina formada devido a reticulação da QT pelo glutaraldeído. A banda larga na região de 3700-3000  $\text{cm}^{-1}$  no espectro QT/PCPC0 é característica das ligações O-H e N-H diminui de intensidade quando comparada com as bandas observadas para QT e o PVA. Já quando comparada com os espectros QT/PCPC5 e QT/PCPC10 esta banda sofre deslocamento para uma região de número de onda inferior, sugerindo que as ligações de hidrogênio entre os dois polímeros reduzem devido à presença de PCPC. Além disso, as bandas relacionadas às ligações C-H em 2800-3000  $\text{cm}^{-1}$  aumentaram de intensidade quando comparadas aos espectros QT/PCPC0, provavelmente devido aos grupos  $\text{CH}_2$  e  $\text{CH}_3$  oriundos dos componentes do PCPC (hemicelulose, cafeína, entre outras.).

A estrutura dos compósitos QT/PCPC foi investigada pela análise DRX (Fig. 1b). O padrão de difração do PCPC exibiu um pico de difração largo centrado em  $2\theta \approx 15,6^\circ$  que pode ser associado aos materiais celulósicos presentes no PCPC. O padrão DRX de QT/PCPC0 exibiu dois picos de difração em  $2\theta \approx 19,5^\circ$  e  $40,7^\circ$  sugerindo que essas amostras são semicristalinas. Já os padrões DRX obtidos para os filmes compósitos QT/PCPC5 e QT/PCPC10 revelaram picos de difração típicos do PCPC ( $2\theta \approx 15,6^\circ$ ). É possível observar que a intensidade desses picos aumenta à medida que aumenta o conteúdo de PCPC nos compósitos. Além disso, a ausência de outros picos de difração no padrão DRX de QT/PCPC5 e QT/PCPC10 implica que quaisquer estruturas ordenadas resultam das interações dos polímeros-PCPC.

A análise TGA foi utilizada para investigar o efeito da PCPC sobre a estabilidade térmica da matriz QT/ PVA (Fig. 1c). A curva TGA da PCPC mostrou três estágios de perda de peso definidos. O primeiro ocorre na faixa de temperatura de 25-90 °C e corresponde à evaporação da água e à liberação de compostos voláteis leves. Uma perda de peso de cerca de 7,7% para PCPC foi observada nesta fase. A segunda etapa (200-400 °C) corresponde à maior perda de peso (~ 56,2%) devido à despolimerização e decomposição de polissacarídeos e algumas gorduras presentes em PCPC. O terceiro e último estágio (para mais de 450 °C) apresentou perda de peso (~14,1%) e pode ser atribuído à formação de materiais

carbonáceos e à consolidação de estruturas de carbono. O resíduo a 600 °C para PCPC foi de aproximadamente 22%. A curva TGA registrada em QT/PCPC0 exibiu quatro estágios de perda de peso. O primeiro estágio de perda de peso a 109 °C (~ 6,8%) é devido à evaporação da água (ou seja, a desidratação), enquanto as perdas de peso segundo e terceiro a 282 e 363 °C estão relacionadas à decomposição térmica de porções lineares e reticuladas de QT e PVA. O quarto estágio de perda de peso a 434 °C está associado à degradação da coluna vertebral de polieno de PVA. Os compósitos, QT/PCPC 5 e QT/PCPC 10, exibiram curvas TGA comparáveis às registradas em QT/PCPC0, embora algumas discrepâncias possam ser notadas. A presença de PCPC na matriz de polímero reduz a perda de peso creditada ao processo de desidratação, o que sugere que a PCPC afeta as interações entre a matriz de polímero e as moléculas de água. Além disso, observou-se que a temperatura do primeiro estágio de perda de peso aumenta para valores mais elevados à medida que o conteúdo de PCPC no composto aumenta. Provavelmente, PCPC reduz a quantidade de água fosforescente, que é eliminada em temperaturas mais baixas.

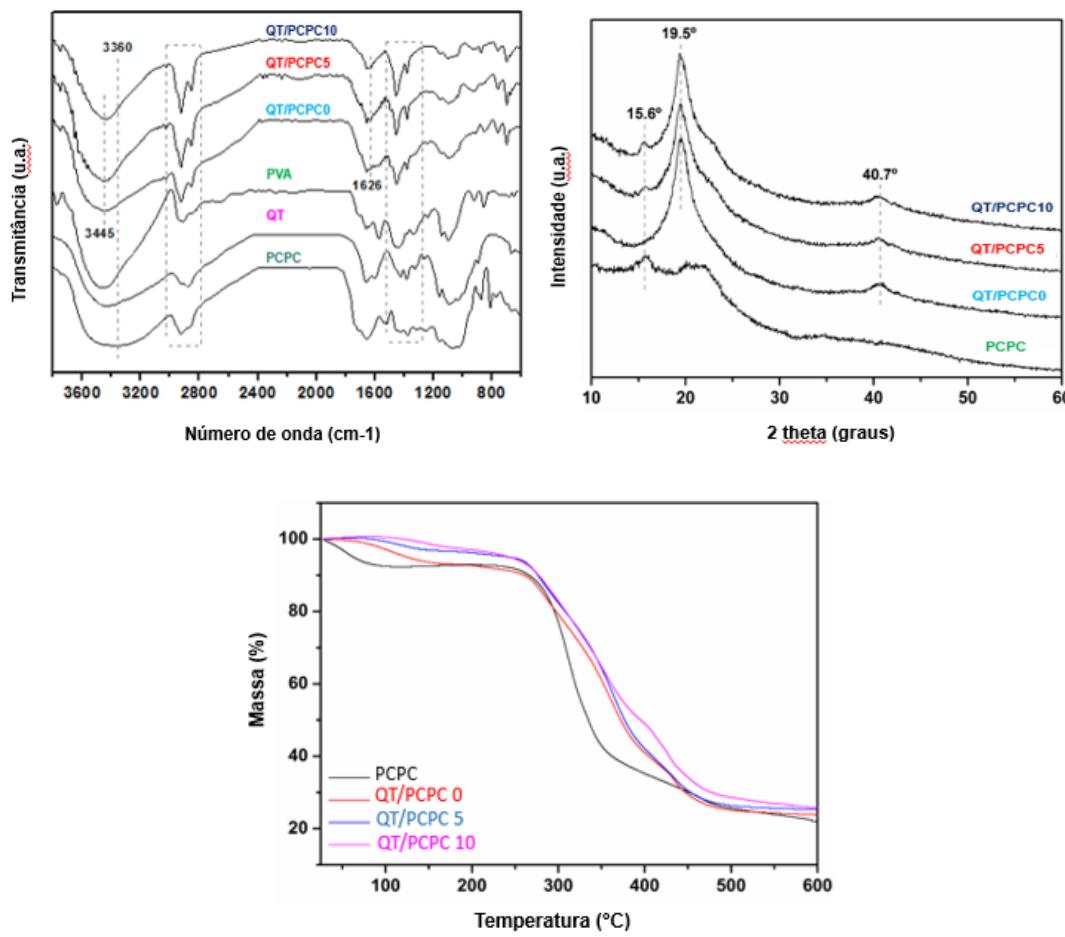


Fig. 1 - Análises de FTIR (a), DRX (b) e TGA (c) dos filmes compósitos obtidos.

A morfologia da superfície dos compósitos QT/PCPC foi investigada por imagens MEV. A partir da Fig. 2a, é possível observar que QT/PCPC0 mostrou uma superfície homogênea e contínua indicando a ausência de separação de fases e a boa compatibilidade entre QT-PVA. Esta superfície lisa é ligeiramente afetada pela adição de 5% em peso de PCPC como demonstrado claramente na Fig. 2b. A ausência de agregados sugere boa compatibilidade entre os polímeros e o enchimento nesta concentração. O aumento do conteúdo de PCPC no

composto promove alterações visíveis na morfologia do compósito. O compósito QT/PCPC10 mostrou maior rugosidade em comparação com as demais amostras e verifica-se que alguns agregados são distribuídos de forma heterogênea na superfície compósita (Fig. 2c). Provavelmente, o alto conteúdo PCPC prejudica a compatibilidade entre a matriz polimérica e o enchimento e, por esta razão, o teor máximo de PCPC utilizado na formulação composta foi fixado em 10% em peso.

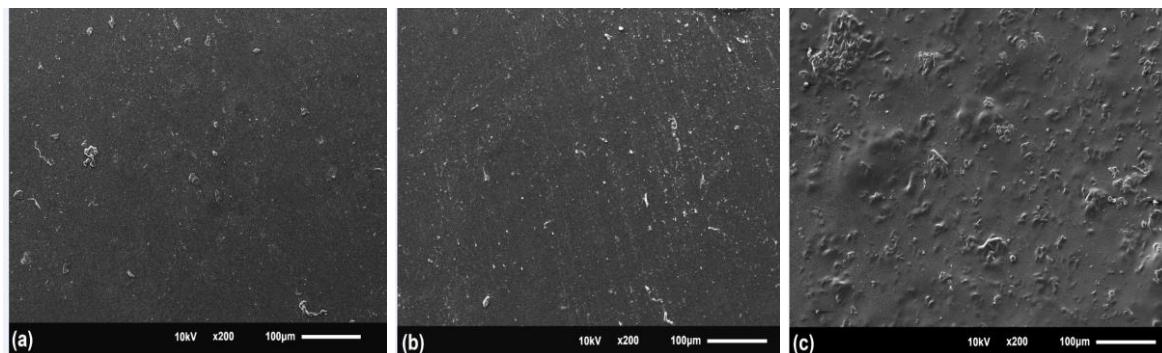


Fig. 2 - Imagens de MEV dos filmes Compósitos (a) PCPC0%, (b) PCPC5% e (c) PCPC10 %.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos até o presente momento pode-se confirmar a formação dos filmes compósitos. Além disso, é possível observar uma certa compatibilidade entre a matriz polimérica (QT-PVA) e o PCPC. A capacidade destes filmes para atuarem com adsorventes na remoção fármacos de soluções aquosas está sendo investigada no presente momento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANNADURAI, G.; JUANG, R. S.; LEE, D. J.; Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions, **Journal of Hazardous Materials**, v. B92, p. 263–274, 2002.
- IMRAN, A.; MOHD, A.; TABREZ A. K.; Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 113, p. 170-183, 2012;
- KARAMESOUTI, M.; ATHANASIOS, C. M.; KYZAS, G.Z.; A review for coffee adsorbents. **Journal of Molecular Liquids**, 2016;
- LAKSACI, H.; KHELIFI, A.; TRARI, M.; ADDOUN, A.; Synthesis and characterization of microporous activated carbon from coffee grounds using potassium hydroxides, **Journal of Cleaner Production**, 2017;
- TOKIMOTO, T.; KAWASAKI, N.; NAKAMURA, T.; AKUTAGAWA, J.; TANADA, S.; Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 281, p. 56–61, 2005.