

Projeto para o Programa PIBIC/CNPem

NANOCOMPÓSITOS DE PBAT E NANOCRISTAIS DE CELULOSE: EXPLORAÇÃO MORFOLÓGICA, MECÂNICA E BIODEGRADAÇÃO

Pesquisadora Responsável: Dra. Rubia Figueredo Gouveia

Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano)

INTRODUÇÃO E ESTADO DA ARTE

Nanocompósitos poliméricos são materiais formados pela combinação e mistura íntima de uma fase contínua polimérica (plástico ou borracha) e uma fase dispersa (nanocarga), na forma de partículas que tenham pelo menos uma de suas dimensões na ordem de grandeza de nanômetros [1,2]. A introdução de nanocargas em uma matriz polimérica promove melhorias nas propriedades dos nanocompósitos, possibilitando uma diversidade de aplicações, que vão desde a plásticos de engenharia até materiais estruturados, recobrimentos, embalagens, produtos para área automotiva, biomédica e dispositivos fotônicos e eletrônicos [3-8].

O desenvolvimento de materiais nanocompósitos biodegradáveis tem uma importante contribuição econômica e de sustentabilidade ambiental. Grandes quantidades de materiais são descartadas diretamente no meio ambiente ou em aterros sanitários, causando elevado impacto ambiental sobre solos e lençóis freáticos, demandando custos para sua mitigação e controle e ocupando grandes áreas nas periferias de cidades, que poderiam ser destinadas a ocupações mais nobres. Desta forma, o uso de fontes renováveis, especialmente derivados de biomassa e polímeros biodegradáveis, como material alternativo para a produção de novos materiais traz a oportunidade de minimizar este impacto ambiental, além de promover a criação de novos produtos.

Uma nanocarga bastante interessante é a nanocelulose, pois possui elevado módulo de Young, que está relacionado a sua cristalinidade. Esse material pode ser produzido quebrando a sua estrutura, conseqüentemente reduzindo a quantidade de

material amorfo presente na biomassa, gerando estruturas nanométricas [9,10]. Esses reforços trazem melhorias às propriedades mecânicas dos nanocompósitos poliméricos, além de ser reciclados, atóxicos, renováveis e apresentar baixas densidades [11-13].

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo produzir nanocompósitos biodegradáveis de poli (butileno adipato-co-tereftalato) – PBAT e nanocelulose com boas propriedades mecânicas.

Objetivos Específicos:

Investigar a influência da adição de nanocristais de celulose na biodegradação do poli (butileno adipato-co-tereftalato);

Avaliar a morfologia da superfície dos nanocompósitos durante o processo de incubação;

Obter dados morfológicos e morfométricos no interior dos nanocompósitos durante o processo de degradação;

Verificar se a modificação do nanocristal influencia na velocidade de degradação do PBAT;

Determinar as propriedades mecânicas dos compósitos e avaliar a influência da modificação química do reforço nestas propriedades.

METODOLOGIA

Na preparação dos nanocompósitos será utilizado como matriz, o poli (butileno adipato-co-tereftalato), um polímero biodegradável, que será reforçado com celulose e nanocristais de celulose.

Os compósitos serão preparados por mistura utilizando um misturador interno de alto cisalhamento e para a obtenção dos corpos de prova as amostras serão injetadas.

Os nanocristais de celulose serão modificados quimicamente e caracterizados por termogravimetria (TG), espectroscopia de infravermelho (FT-IR), microscopias de força atômica (AFM) e Espectroscopia de Fotoelétrons Excitados por Raios -X (XPS).

Caracterizações morfológicas dos nanocompósitos serão feitas por microscopias eletrônica de varredura (MEV) e de força atômica (AFM). Imagens 3D de amostras representativas serão obtidas por microtomografia de raios-X.

O comportamento térmico e mecânico dos nanocompósitos será avaliado por calorimetria exploratória diferencial (DSC) e ensaios mecânicos (EMIC), respectivamente. Os ensaios de biodegradação em solo serão realizados de acordo com o método da respirometria, segundo a norma ASTM D5988 -12.

REFERÊNCIAS

- [1] Balazs, A. C., Emrick, T.; Russell, T. P. Nanoparticle polymer composites: Where two small worlds meet. *Science* 314, **2006**, 1107.
- [2] Paul, D. R.; Robeson, L. M. Polymer nanotechnology: Nanocomposites. *Polymer* 49, **2008**, 3187.
- [3] Lin, Y. et al. Self-directed self-assembly of nanoparticle/copolymer mixtures. *Nature* 434, **2005**, 55.
- [4] Wang, J.; Dai, J.; Yarlalagadda, T. Carbon nanotube conducting polymer composite nanowires. *Langmuir* 21, **2005**, 9.
- [5] Naskar, A. K.; Keum, J. K.; Boeman, R. G. Polymer matrix nanocomposites for automotive structural components. *Nature Nanotechnology*, 11, **2016**, 1026.
- [6] Sorrentino, A.; Gorrasi, G.; Vittoria, V. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. *Trends in Food Science and Technology* 18, **2007**, 84.
- [7] Dvir, T.; Timko, B. P.; Kohane, D. S.; Langer, R. Nanotechnological strategies for engineering complex tissues. *Nature Nanotechnology*, 6, **2011**, 13.
- [8] Darder, M.; Matos, C. R. S.; Aranda, P.; Gouveia, R. F.; Hitzky, E. R. Bionanocomposite foams based on the assembly of starch and alginate with sepiolite fibrous clay. *Carbohydrate Polymers* 157, **2017**, 1933.
- [9] Ferreira, F. V.; Mariano, M.; Rabelo, S. C.; Gouveia, R. F.; Lona, L. M. F. Isolation and surface modification of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse waste: From a micro- to a nano-scale view. *Applied Surface Science*, 436, **2018**, 1113.
- [10] Klemm, D.; Kramer, F.; Moritz, S.; Lindström, T.; Ankerfors, M.; Gray, D.; Dorris, A. Nanocelluloses: A New Family of Nature-Based Materials. *Angewandte Chemie International Edition*, 50, **2011**, 5438.
- [11] Eichhorn, S.J. et al. Review: Current international research in cellulose nanofibres and nanocomposites. *The Journal of Materials Science*, 45, **2010**, 1.
- [12] Ferreira, F. V.; Pinheiro, I. F.; Gouveia, R. F.; Thim, G. P.; Lona, L. M. F. Functionalized cellulose nanocrystals as reinforcement in biodegradable polymer nanocomposites. *Polymer Composites*, **2017**, in press.
- [13] Pinheiro, I.; Ferreira, F. V.; Lona, L. M. F.; Gouveia, R. F.; Morales, A. R.; Mei, L.; Souza, D. Mechanical, rheological and degradation properties of PBAT nanocomposites reinforced by functionalized cellulose nanocrystals. *European Polymer Journal* 97, **2017**, 356.