

Emprego de plástico de caixas longa-vida para a produção de filmes poliméricos

Use of plastics from long-life packings to produce polymeric films

RESUMO

O processo de fabricação de filmes poliméricos como suporte para fotocatalisadores é composto pelas seguintes etapas: preparação do material, fabricação de filmes e, futuramente, impregnação do composto catalítico. A obtenção de polietileno é feita a partir de caixas longa-vida, onde o papel é removido e a delaminação do polímero e do alumínio ocorre em imersão de ácido acético. Para produzir os filmes foram utilizados os métodos da solubilização e da fusão, sendo o último o que apresentou resultados mais promissores. Foram avaliados vários substratos em uma estufa com temperatura próxima a de fusão do material, de modo a ocorrer a fusão do polímero e consequente formação do filme. Concluídas essas etapas, os filmes serão impregnados com catalisador, para emprego em processos de fotocatalise.

PALAVRAS-CHAVE: Polietileno. Filmes plásticos. Fusão.

ABSTRACT

The polymeric film manufacturing process consists of the following steps: material preparation, filmmaking and, in the future, the impregnation of the catalytic compound. Polyethylene is obtained from long-life packings, where the paper is scraped, and the delamination of the polymer and aluminum occurs in immersion of acetic acid. To produce the films, the methods of solubilization and fusion were used, the last one showing the most promising results. Various substrates were evaluated in a stove with a temperature close to that of melting the material, to melt the polymer and consequent film formation. Upon completion of these steps, the films will be impregnated with catalyst, for use in photocatalysis processes.

KEYWORDS: Polyethylene. Plastic films. Fusion.

Felipe Vanjura Serench
fvanjura@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Apucarana, Paraná,
Brasil

Luciana de Souza Moraes
lucianamoraes@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Apucarana, Paraná,
Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



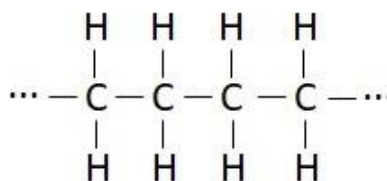
INTRODUÇÃO

A população mundial aumenta a cada ano, demandando maior quantidade de materiais de consumo. Entretanto, parte desses materiais possui baixa vida útil, como é o caso dos plásticos. Esses, em grande maioria, têm como base os polímeros sintéticos, que começaram a ser produzidos em massa a partir de 1950, e, até 2017, estima-se que foram produzidas 8300 milhões de toneladas métricas desses produtos. Entretanto, a maior parte desse lixo plástico gerado continua no ambiente, tendo pequenas frações incineradas e recicladas, sendo sua maior parte jogada em aterros sanitários ou no próprio meio ambiente (GEYER et al., 2017).

O plástico pode ser reciclado tanto de forma química (com mudanças em sua estrutura molecular), como mecânica (sem mudanças em sua estrutura molecular). Assim, dentre as várias maneiras mecânicas de reutilizar o plástico produzido é na sua utilização para síntese de filmes poliméricos.

De toda vasta gama de plásticos existente, no ano de 2015 o polietileno de baixa densidade foi o segundo com maior produção (RYBERG et al., 2018), possuindo a cadeia mais simples dentre os polímeros, sendo composta somente por carbonos e hidrogênios, formado por monômeros $(CH_2)_n$, cuja fórmula estrutural pode ser vista na Figura 1 (BARBOSA et al., 2017).

Figura 1 - Fórmula estrutural do polietileno.



Fonte: Autoria própria (2020).

Os filmes utilizados podem ser sintetizados de várias maneiras diferentes, utilizando métodos de extrusão, prensagem, fusão e solubilização em solvente, sendo as duas últimas preferidas para a realização deste trabalho. A metodologia de fabricação de filmes por extrusão é a mais utilizada no mundo, consistindo na passagem do polímero por uma broca aquecida próxima à temperatura de fusão do material para que seja homogeneizado e por fim moldado da forma desejada (SOUZA & ALMEIDA, 2015). Entretanto, a técnica de prensagem não é tão utilizada mundialmente, se tratando da utilização de prensas quentes, próximas à temperatura de fusão do polímero, que comprimem o material quantas vezes forem necessárias para que o filme adquira a espessura desejada (HAGGENMUELLER et al., 2000).

No campo de estudo da fotocatalise heterogênea, são estudados os fotocatalisadores, que podem acelerar reações quando ativados com luz UV. Segundo Nogueira e Jardim, esse é um método que possui a capacidade de degradar compostos orgânicos e alguns poucos inorgânicos, podendo ser utilizado no tratamento de efluentes (NOGUEIRA & JARDIM, 1998). Entretanto, como a partícula do catalisador é muito pequena, é muito difícil de recuperá-la para reuso, o que incapacita o uso da água e do composto catalítico. Para contornar o

problema, pode-se impregnar o catalisador em uma superfície, como, por exemplo, suportes poliméricos.

A escolha de filmes feitos de polietileno se dá justamente por causa da sua desvantagem: ele é quimicamente inerte (BARBOSA et al., 2017) e não se degrada na natureza, o que possibilita um longo período para utilização e reutilização de diversas outras maneiras.

De tal forma, reutilizando um dos polímeros mais produzidos no mundo, o polietileno de baixa densidade (PEBD), oriundo de caixas de leite, como forma de reduzir a quantidade desse material no meio ambiente, propõe-se a fabricação de filmes poliméricos que serão utilizados futuramente como suporte para o fotocatalisador dióxido de titânio, TiO_2 , no tratamento de efluentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O polímero escolhido para o estudo é o polietileno de baixa densidade (PEBD), obtido de caixas de leite longa-vida. Esse material consiste em uma fina película que compõe as camadas que formam a caixa longa-vida. Para obtê-lo, é necessário primeiramente separá-lo das demais camadas (celulose e alumínio).

Para a etapa de delaminação (separação em lâminas), a caixa é cortada em pedaços menores e imersa em água por um período de 24 h. Em seguida, a celulose é removida por raspagem, e o material restante é imerso novamente em água por 24 h, de modo a garantir a remoção completa da celulose. O material resultante, contendo PEBD e alumínio e então imerso em ácido acético concentrado por 24 h, o que permite a separação das camadas de polietileno e de alumínio. Caso necessário, a separação é realizada manualmente. Para finalizar essa etapa, o polietileno é lavado, seco e armazenado.

Após obtidas as lâminas, segue-se para a etapa de produção dos filmes. Nesse processo, foram empregados dois métodos distintos: solubilização em solvente e fusão.

Formação de filmes: solubilização em solvente. Esse processo de produção de filmes consiste na solubilização do polímero em um solvente adequado e posterior evaporação do solvente, obtendo-se, deste modo, o filme desejado. Para o polietileno de baixa densidade, um solvente adequado é o tolueno (BLOCH, 1999).

Para a solubilização, pequenas lâminas de polietileno são imersas em um frasco fechado contendo tolueno, juntamente com uma barra magnética. O sistema é posto em um agitador magnético com aquecimento, em agitação e temperatura mínimas até alcançar máxima solubilização. Finalizada essa etapa, a solução obtida é espalhada em placa de Petri e levada para um ambiente fechado (capela) para evaporação do solvente e formação do filme polimérico.

Formação de filmes: fusão. Essa metodologia baseia-se na fusão do polímero, em temperatura próxima à sua temperatura de fusão, e em posterior resfriamento, para formação do filme com as características desejadas. As pequenas lâminas do polímero são colocadas em placa de Petri em camadas, de maneira a intercalá-las. Em seguida, o sistema é levado para aquecimento em estufa (sem pré-aquecimento), por um período de 24 h a 130°C . Após esse tempo

a estufa é desligada e o polímero permanece em seu interior até esfriar. Finalizado o processo, o filme resultante é retirado da placa e armazenado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A delaminação, ou separação em lâminas, do polietileno e do alumínio com a utilização do ácido acético foi bem-sucedida, como pode-se ver na Figura 2. Esse processo ocorre pois o ácido dissolve fracamente o polímero, devido sua polaridade, causando assim pequenas fissuras que permitem que mais desse solvente possa permear o material até chegar na região de contato entre plástico e metal, onde é capaz de dissolver o Al_2O_3 , da camada adesiva, fazendo com que ocorra a separação (XIE et al., 2016; OLAFSSON et al., 1993).

Figura 2 - Polietileno delaminado.



Fonte: Autoria própria (2019).

A produção de filmes utilizando o método de solubilização apresenta vantagem por ser um método prático e que solubilizou quase completamente o polímero (Figura 3). No entanto, para emprego da metodologia com segurança, é fundamental trabalhar em um ambiente isolado em com equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados, visto que o solvente escolhido tolueno é altamente tóxico e cancerígeno (FICHA). Por esse motivo, optou-se por não prosseguir com o método.

Utilizando a metodologia de fabricação de filmes via fusão, foi possível gerar o filme desejado (Figura 4), entretanto o filme aderiu fortemente à placa de Petri utilizada como substrato para sua fabricação, sendo retirado apenas com raspagem e aquecimento.

Figura 3 - Polímero em solução de tolueno



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 4 - Filme sintetizado na placa de Petri



Fonte: Autoria própria (2019).

Na tentativa de contornar esse impasse, utilizou-se papel manteiga, esperando que ocorresse o mesmo efeito que com o alimento: não grudasse. Entretanto, o polímero continuou a aderir nesse substrato, sendo então um método descartado.

Testes em várias temperaturas foram realizados, com e sem o uso do papel manteiga, para analisar qual seria a melhor para a síntese do filme. Tais testes possuíam a temperatura próxima à temperatura de fusão do polietileno e durações entre 2 e 5 horas na estufa, mas nenhum foi satisfatório como o teste inicial, visto na figura 3.

O próximo passo para solucionar esse problema é a utilização das lâminas de alumínio retiradas no processo de delaminação, sintetizando o filme sobre essas folhas e repetindo o processo de separação, visto na obtenção do material, caso não seja efetivo, utilizar folhas novas de papel alumínio.

Para que, assim que pronto o filme, seja possível impregnar o catalisador pelo processo utilizado por Zhiyong, deixando o filme imerso em uma suspensão de TiO_2 em isopropanol 10 g/L (ZHIYONG et al., 2007). Concluindo com testes catalíticos e de resistência química e mecânica.

CONCLUSÕES

Pelos resultados preliminares obtidos, verifica-se ser possível produzir filmes poliméricos utilizando o método de fusão, mudando apenas o substrato, para que assim não ocorra o risco de aderência. Infelizmente, isso não pode ser feito e o trabalho prático não foi concluído devido à suspensão das atividades presenciais decorrente da pandemia COVID-19. As atividades laboratoriais, bem como o cronograma de trabalho serão retomados tão logo seja possível.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. A. ; et al. Polietileno de baixa densidade – PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações. **Revista Espacios**, v. 38, n. 17, 2017. Disponível em:

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n17/a17v38n17p10.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

BLOCH, D. R. Solvents and non solvents for polymers. In: BANDRUPT, J.; IMMERGUT, E. H.; GRULKE, E. A. (Eds.), **Polymer Handbook**, 4th Edition. John Wiley and Sons, Inc., 1999.

FICHA de informação de produto químico: Tolueno. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Tolueno.pdf>. Acesso em 30 jul. 2020.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, p. 25–29, 2017. Disponível em: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782/tab-pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.

HAGGENMUELLER, R.; et al. Aligned single-wall carbon nanotubes in composites by melt processing methods. **Chemical Physics Letters**, v. 330, p. 219–225, 2000. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009261400010137?casa_to ken=HUCRRqF2GLkAAAAA:6lIMyThwalhmtbiRUxIAH-bIG_aP18klLutstC3HToVyg3x_o_f8pOiVr26yocmCv4deORQiMmuM#. Acesso em: 15 ago. 2020.

NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental. **Quimica Nova**, v. 21, n. 1, p. 69–72, 1998. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000100011. Acesso em: 16 jul. 2020.

OLAFSSON, G. et al. Effects of different organic acids on the adhesion between polyethylene film and aluminium foil. **Food Chemistry**, v. 47, n. 3, p. 227–233, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308814693901548>. Acesso em: 16 jul. 2020.

RYBERG, M. W. et al. **Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment**: With a particular focus on marine environment. p. 96, 2018. Disponível em: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26745/mapping_plastics.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 16 jul. 2020.

SOUZA, W B de; ALMEIDA, G S G de. **Processamento de polímeros por extrusão e injeção**: conceitos, equipamentos e aplicações. – São Paulo: Érica, 2015. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520513/cfi/0!/4/4@0.00:8.93>. Acesso em: 14 ago. 2020.

XIE, M. et al. Life cycle assessment of the recycling of Al-PE (a laminated foil made from polyethylene and aluminum foil) composite packaging waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 4430–4434, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615011580>. Acesso em: 04 jun. 2020.

ZHIYONG, Y. et al. Preparation, stabilization and characterization of TiO₂ on thin polyethylene films (LDPE): Photocatalytic applications. **Water Research**, v. 41, n. 4, p. 862–874, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135406006476>. Acesso em: 15 ago. 2020.