ISSN:2594-6153

Análise da Descoloração de Microesferas de Polietileno diante da Exposição à Radiação Ultravioleta – UVC

Leonardo Vinicius de Almeida Leandro, Carlos José de Lima

Universidade Santa Cecilia (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: ll240540@alunos.unisanta.br; carloslima@unisanta.br

Resumo: O efeito de descoloração durante o processo de foto-oxidação em polímeros orgânicos não estabilizados é derivado de reações fotoquímicas a partir da interação entre oxigênio e radiação ultravioleta (UV) no material. Amostras de microesferas de polietileno transparentes foram submetidas a exposição de radiação ultravioleta no comprimento de onda de 253,7nm durante determinados períodos em até 480hrs. Observou-se mudanças na coloração de transparente para branqueado a partir de 360hrs. Esta análise evidenciou que o efeito fotoquímico relatado na literatura efetivamente ocorre dentro destes parâmetros experimentados e pode auxiliar na degradação de microplásticos de polietileno em formatos de microesferas.

Palavras-chave: Degradação, foto-oxidação, microesferas, polietileno, radiação UVC.

Discoloration Analysis of Polyethylene Microspheres during Exposure to Ultraviolet Radiation – UVC

Abstract: The discoloration effect during the photo-oxidation process in unstabilized organic polymers is derived from photochemical reactions from the interaction between oxygen and ultraviolet radiation (UV) in the material. Samples of transparent polyethylene microspheres were exposed to ultraviolet radiation at a wavelength of 253.7 nm for periods of up to 480 hours. Color changes from transparent to bleached were observed after 360 hours. This analysis demonstrated that the photochemical effect reported in the literature effectively occurs within these experimental parameters and may aid in the degradation of polyethylene microplastics in microsphere formats.

Keywords: Degradation, microspheres, photo-oxidation, polyethylene, radiation UVC.

Introdução

Polímeros são macromoléculas formadas pela repetição de unidades menores chamadas monômeros. Essas moléculas longas, são compostas por muitas unidades repetidas (meros) ligadas entre si por ligações covalentes, formando cadeias que podem variar em tamanho e estrutura, o que garante a estabilidade físico-química da extensa cadeia [1].

Dentre as diversas classes de polímeros, existem os orgânicos não estabilizados, que são aqueles que não possuem aditivos estabilizantes para protegê-los contra processos de

degradação, especialmente quando expostos a agentes ambientais como radiação luminosa natural ou artificial, calor e oxigênio [2].

Sendo assim, todos os polímeros orgânicos não estabilizados são degradados sob exposição à radiação luminosa na presença de oxigênio, no qual se denomina uma reação chamada de foto-oxidação [3].

Na classe de polímeros orgânicos não estabilizados, encontramos o polímero de etileno (polietileno). O polietileno é um polímero termoplástico semicristalino, flexível, composto basicamente por unidades repetitivas de etileno (C_2H_4) [4].

Os microplásticos são definidos pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos da América (NOAA), como pequenos fragmentos de plástico com dimensões geralmente inferiores a 5 mm [5]. Enquanto as microesferas são microplásticos em formatos similares a esferas, utilizados em geral, nos produtos da área de saúde e beleza, tais como: cosméticos, sabonetes e esfoliantes corporais [6].

Nesse contexto, retomando ao processo de foto-oxidação, durante a reação fotoquímica ocorrem mudanças físicas e químicas nos polímeros que levam à descoloração, fissuramento, perda de brilho e queda de resistência mecânica. Tais fenômenos estão quase sempre associados a processos de cisão de cadeia [2].

Sendo assim, a análise da descoloração em polímeros de etileno através da incidência de radiação ultravioleta (UVC), proporciona dados para possíveis métodos de aceleração de parte do processo de foto-oxidação e, consecutivamente, possíveis soluções integradas para a degradação de microplásticos.

Objetivo

O presente estudo tem como objetivo observar microscopicamente o efeito qualitativo de descoloração em amostras de microesferas de polímeros de etileno (polietileno – PE) através da incidência de energia fotônica artificial no comprimento de onda de 253,7nm, a fim de se comprovar tecnicamente o relatado na literatura [2].

Materiais e Métodos

Para a realização dos procedimentos, foram utilizados microplásticos de polietileno em formato de microesferas com diâmetros entre 0,10 e 0,12mm adquiridos do fabricante: Cospheric LLC, lamínulas de vidro, uma câmara escura com dimensões de 30x20x15 cm (CxLxA) dotada internamente de lâmpada tubular contendo vapor de mercúrio, emitindo luz

ultravioleta no comprimento de onda de 253,7nm (banda UVC) – modelo: TUV 30W T8 e fabricante: Philips Inc. [7], microscópio óptico - modelo: 1500X-3000X e fabricante: Annoytools com câmera digital com sensor CCD – modelo: 5Mp e fabricante: Shenzhen Weikexiu technology Co.,Ltd (Hayear) e um termômetro digital – modelo: Fisherbrand Traceable e fabricante: Fisher Scientific International, Inc.

Durante o procedimento, a câmara escura encontrava-se com temperatura média interna de 37ºC e radiação luminosa artificial ultravioleta (UVC) no comprimento de onda de 253,7nm.

Os microplásticos de polietileno foram distribuídos na condição de monocamada em seis lamínulas de vidro e posicionadas internamente na câmara escura com distância de 5cm do núcleo da lâmpada.

As amostras ficaram em exposição durante um período total de até 480hrs, sendo realizadas coletas em três ocasiões, sendo a primeira com duas lamínulas em 360hrs, a segunda com duas lamínulas em 420hrs e a terceira com duas lamínulas em 480hrs.

As imagens das microesferas coletadas foram analisadas via software HAYEAR fornecido pelo fabricante Weikexiu technology Co.,Ltd. [8] com finalidade de avaliação qualitativa.

Resultados

A figura 1 apresenta as imagens microscópicas coletadas antes e após da exposição à radiação fotônica:

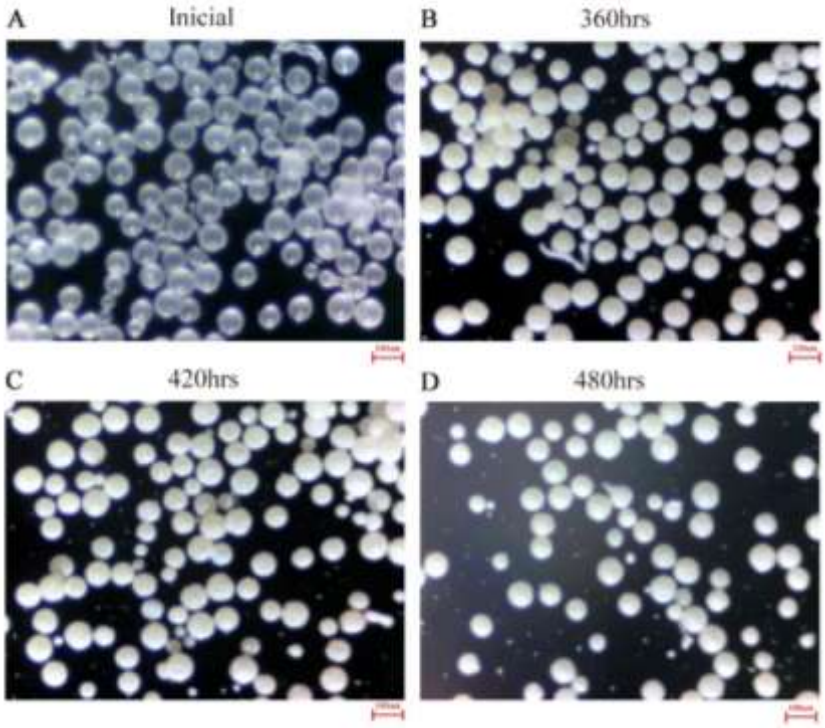


Figura 1. Imagens microscópicas dos microplásticos de polietileno em formato de microesferas submetidos a incidência da radiação ultravioleta no comprimento de onda de 253,7nm (banda UVC).

Durante as análises dos resultados obtidos a partir das imagens microscópicas, observou-se que após 360hrs de exposição fotônica, houve alterações na coloração das amostras da tonalidade de transparente para branqueada (Figura 1), indicando que ocorreu o efeito de descoloração devido a reação fotoquímica.

Discussão

Diante dos resultados qualitativos visuais apresentados (Figura 1), foi efetivamente possível observar, conforme relata a literatura científica, que a incidência de radiação ultravioleta no comprimento de onda de 253,7nm provoca a mudança de coloração no polietileno [1].

Segundo constatado em artigos científicos, é relatado que alguns polímeros não absorvem radiação UV em valores superiores a aproximadamente 250nm [3], fato no qual, diante do presente resultado qualitativo visual, ficou evidente que o polietileno (PE) absorve sim radiações no comprimento de onda no valor de 253,7nm. Desta forma, transformando o termo “aproximado” claramente subjetivo.

Entretanto, salienta-se que os resultados obtidos não fornecem dados sobre o detalhamento da reação no ponto de vista estrutural químico, ou seja, se a incidência da radiação em questão provoca a quebra dos grupos moleculares e a formação de compostos oxigenados

que amparam a alteração na coloração [1], deste modo, sendo necessários outros estudos para qualificação estrutural, como por exemplo a realização de análises qualitativas através das espectrometrias Raman e Infravermelha.

Pesquisas anteriores realizadas por Fechine et al. [9], abordam a exposição de radiação luminosa artificial em polímeros de polietileno de baixa densidade (PEBD) e polipropileno (PP) realizada em uma câmara de intemperismo acelerado tipo C-UV com lâmpadas com radiação ultravioleta nas bandas de 280 e 350nm, porém, conforme citado anteriormente, radiações no qual possuem comprimento de onda bem superiores a aproximadamente 250nm e, portanto, que não absorvem a radiação ultravioleta UVC.

Conclusões

Os resultados obtidos a partir da ~~i~~ncidência da radiação ultravioleta no comprimento de onda de 253,7nm (UVC) em microplásticos de polietileno (PE), demonstraram correlação com as reações fotoquímicas previstas na literatura no que tange a alteração da coloração (descoloração) e, consecutivamente, promoveu efeitos positivos e esperados para o estudo qualitativo visual em questão.

Referências

1. Flory, P. J. Principle of Polymer Chemistry. New York: Cornell University Press, 1953.

2. Allen, N. S.; Edge, M.; Mohammadian, M.; Jones, K. Hydrolytic degradation of poly(ethylene terephthalate): Importance of chain scission versus crystallinity. European Polymer Journal. Volume 27, Issue 12, 1991.

3. Girois, S.; Audouin, L.; Verdu, J.; Delprat, P.; Marot, G.; Molecular weight changes during the photooxidation of isotactic polypropylene. Polymer Degradation and Stability. Volume 51, pg. 125-132, 1996.

4. Mark, H. M.; Bikales, N. M.; Overberg, C. G.; Menges, G. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering. John-Wiley & Sons, New York. Volume 6, 1996.

5. United States Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Marine Debris Program. Microplastic Marine Debris Fact Sheet, 2024.

6. United States Food & Drugs Administration - FDA. Cosmetics Laws & Regulations. Federal Food, Drug and Cosmetic Act. Microbead-Free Waters Act of 2015, 2015.

7. Philips. TUV T8 - Folha de Dados Técnica do Produto TUV30W G30T8 25PK. Disponível em:

https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/fp928039504005-pss-en_us. Acesso em 27 ago. 2025.

8. Hayaer. Microscope Camera Measure Software. Disponível em: https://hayear.com/?list/14. Acesso em 27 ago. 2025.

9. Fechine G. J. M, I; Santos, J. A. B.; Rabello M. S. Avaliação da fotodegradação de poliolefinas através de exposição natural e artificial. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2006.