



Mudanças na coloração e na dureza de blendas virgens e recicladas de ABS/HIPS durante o envelhecimento fotoquímico

Hirayama, D.¹; Magalhães, C. P.¹; Saron C.²

¹ Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais; ² Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Materiais

Palavras-chave: blenda, virgem, reciclada, ABS/HIPS, envelhecimento.

INTRODUÇÃO

Em processos de reciclagem, frequentemente surgem blendas poliméricas^{1,2}, com destaque para o copolímero acrilonitrila-estireno-butadieno (ABS) e o poliestireno de alto impacto (HIPS), quando se trata de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Esses polímeros exemplificam combinações poliméricas que compartilham a fase borrachosa de polibutadieno (PB). Contudo, o ABS é composto pela matriz de copolímero de estireno acrilonitrila (SAN), enquanto o HIPS utiliza a matriz de poliestireno (PS). O PB, devido à sua reatividade, está sujeito à oxidação tanto por elevação de temperatura quanto por exposição a raios ultravioletas. A degradação desses polímeros resulta em cisões de cadeia e formação de compostos conjugados no SAN e PS, enquanto a oxidação do PB favorece a reticulação³. Estudos anteriores indicam que tanto ABS^{4,5} quanto HIPS^{6,7} experimentam aumento na dureza e no amarelecimento à medida que sofrem degradação fotoquímica. No entanto, é importante entender se as blendas recicladas oriundas destes polímeros sofrerão degradação de maneira análoga aos polímeros isolados para definir a aplicabilidade deste material. O objetivo deste trabalho é analisar a influência do tempo de degradação nas alterações de cor e dureza em blendas de ABS/HIPS, tanto virgens quanto recicladas.

METODOLOGIA

Os materiais empregados para a confecção das blendas virgens foram o Terluran®GP-35, copolímero acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), e o HIPS825 poliestireno de alto impacto (HIPS), doados respectivamente pelas empresas BASF S/A e Video Lar S/A. Para as blendas recicladas foram utilizados os rejeitos de equipamentos elétricos e eletrônicos previamente identificados, separados e peneirados. Foram incorporados 10% em massa do sistema de compatibilizantes denominado Kraton® FG1901 G nos dois tipos de blendas.

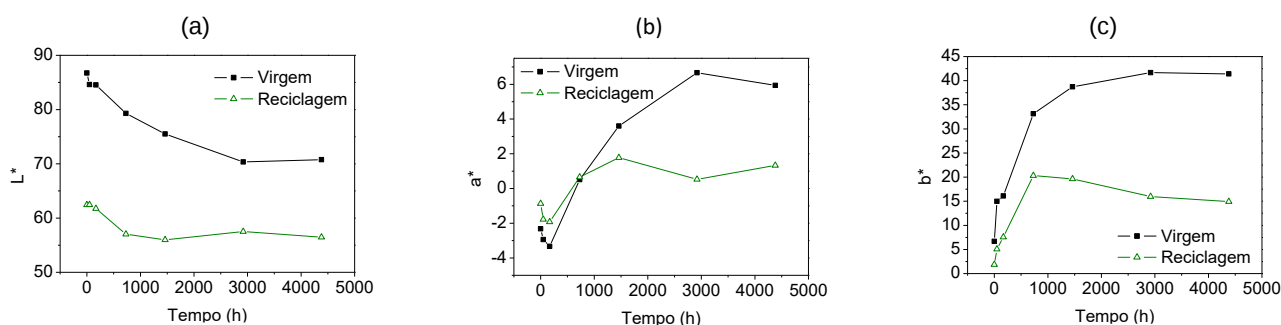
As blendas virgens e recicladas de ABS e HIPS na proporção 75% de ABS foram misturadas com os compatibilizantes em uma extrusora mono-rosca da marca IMACOM, com perfil de temperatura de 220, 210, 190 e 190°C. A moldagem dos corpos de prova foi feita em uma injetora SPAZIO/DW130 PLUS com perfil de temperatura 230, 220, 210 e 200°C. O envelhecimento acelerado das blendas ABS/ HIPS virgens e recicladas foi feito em uma câmara de envelhecimento acelerado foto-oxidativo, projetado segundo as recomendações da norma ASTM G-154. As amostras foram submetidas à irradiação 22 horas/dia à temperatura na faixa de 25 a 35 °C, controlada pelo sistema de ventilação, e ao ciclo de condensação de 2 horas/dia a uma temperatura de 40 °C no banho d'água e 50°C. Para a análise da cor foi utilizado o espectrofotômetro de bancada Konica Minolta CM3220d, com iluminação da luz do dia (D65) e um observador de 10° padronizada pela CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*). A microdureza Vickers das blendas virgens e recicladas foi medida com o uso do microdurômetro Shimadzu Micro Hardness Testers HMV-2 Séries em temperatura ambiente com uma carga de 50 kgf no tempo de 60s.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A degradação das blendas virgens e recicladas de ABS/HIPS influencia diretamente nas propriedades de cor das amostras, conforme evidenciado pelos parâmetros L*, a* e b* presentes na Figura 1. O valor de L*, que representa a luminosidade, diminui à medida que a degradação ocorre, indicando um escurecimento das amostras. Já o parâmetro a*, que mede a razão entre vermelho e verde, aumenta com a degradação, refletindo um aumento da vermelhidão nas amostras. Da mesma forma, o valor de b*, que mede a razão entre amarelo e azul, também se eleva com a degradação, acompanhando o crescimento do índice de amarelecimento, uma característica esperada para os polímeros como HIPS quando degradado, conforme visto na literatura⁷. Nota-se que essas alterações são mais pronunciadas em amostras virgens, enquanto as amostras recicladas exibem mudanças menos intensas. Isso pode estar relacionado à pigmentação das amostras recicladas que inicialmente são cinzas. Dado que a degradação é um processo químico que induz tanto mudanças na coloração quanto alterações nas propriedades mecânicas, foi realizada a análise da microdureza Vickers das amostras, conforme ilustrado na Figura 2.

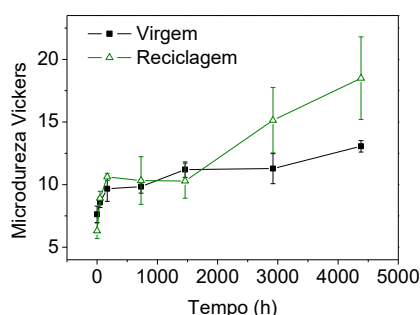


Figura 1 – Coordenadas L* a* b* em função do tempo de envelhecimento fotoquímica para as blendas virgens e recicladas



Fonte: Próprio autor (2024).

Figura 2 – A microdureza Vickers em função do tempo de envelhecimento fotoquímica para as blendas virgens e recicladas.



Fonte: Próprio autor (2024).

A Figura 2 mostra que, com o aumento do tempo de degradação, a dureza das amostras aumenta tanto para as blendas virgens quanto para as recicladas, corroborando com os resultados vistos na literatura⁴. No entanto, ao contrário do observado na colorimetria, a análise de dureza revela que as blendas recicladas apresentam um envelhecimento mais acelerado em comparação às blendas virgens, especialmente no intervalo entre 3000 e 4000 horas. Esse aumento mais rápido na dureza das blendas recicladas pode ser atribuído à formação de produtos de degradação distintos, sugerindo que esses produtos específicos contribuem para o aumento da dureza em períodos mais longos de degradação.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a degradação afeta tanto a cor quanto a dureza das blendas de ABS/HIPS. Nas blendas virgens, há maior amarelecimento, enquanto as blendas recicladas exibem mudanças de cor menos intensas, possivelmente devido à sua pigmentação inicial das amostras. No entanto, de acordo com a análise de dureza as blendas recicladas apresentam envelhecimento mais acelerado, sugerindo a formação de produtos de degradação específicos que aumentam a rigidez das blendas.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, ao Laboratório de Ensaios Mecânicos da UFF e ao Laboratório de Polímeros da USP pelo suporte e orientação durante a realização este trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] DORIGATO, A. Recycling of polymer blends. **Advanced industrial and engineering polymer research**, v. 4, n. 2, p. 53–69, 2021.
- [2] DESHMUKH, D. *et al.* Recycling of acrylonitrile butadiene styrene (ABS): a review. **Polymer bulletin**, v. 81, n. 13, p. 1–38, 2024.
- [3] SIGNORET, C. *et al.* Degradation of styrenic plastics during recycling: Impact of reprocessing photodegraded material on aspect and mechanical properties. **Journal of polymers and the environment**, v. 28, n. 8, p. 2055–2077, 2020.
- [4] IANNUZZI, G.; MATTSSON, B.; RIGDAHL, M. Color changes due to thermal ageing and artificial weathering of pigmented and textured ABS. **Polymer Engineering & Science**, v. 53, n. 8, p. 1687–1695, 2013.
- [5] FIORIO, R. *et al.* Influence of different stabilization systems and multiple ultraviolet A (UVA) aging/recycling steps on physicochemical, mechanical, colorimetric, and thermal-oxidative properties of ABS. **Materials**, v. 13, n. 1, p. 212, 2020.
- [6] LI, X. *et al.* Correlation between artificial and natural weathering tests on polystyrene-block-polybutadiene-block-polystyrene block copolymer. **Journal Of Applied Polymer Science**, v. 110, n. 6, p. 3820–3825, 2008.
- [7] BELBLIDIA, F. *et al.* Recycling high impact polystyrene: Material properties and reprocessing in a circular economy business model. **Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology**, v. 39, n. 4, p. 343–363, 2023.