

METALIZAÇÃO DE POLIPROPILENO VIA *MAGNETRON SPUTTERING*¹

Cesar Gabriel Ribeiro², Abel André Cândido Recco³, Marcio Luiz Moretti⁴

¹Vinculado ao projeto “Deposição de filmes metálicos por pulverização catódica sobre substratos poliméricos”

²Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PROBIC/UDESC

³Orientador, Departamento de Física – CCT – abel.recco@udesc.br

⁴Doutorando em Ciência e Engenharia de Materiais – CCT

Nos tempos atuais, materiais fabricados a partir de polímeros são amplamente utilizados nas mais diversas áreas, desde simples objetos do dia-a-dia, até materiais de alto desempenho (como na indústria aeroespacial). A metalização de polímeros é uma técnica empregada para modificar a superfície do material polimérico, que consiste em depositar uma fina camada metálica na superfície deste, visando combinar as propriedades físico-químicas de ambos os materiais. A metalização da superfície polimérica pode ser realizada utilizando diferentes técnicas, dentre as quais destaca-se a deposição física a vapor (PVD) devido a possibilidade de controlar as propriedades do filme fino, tais como a espessura média e a rugosidade [1]. Dentre as técnicas de PVD, a *magnetron sputtering* é uma das mais eficazes, pois o processo de deposição dos filmes ocorre com alta taxa de deposição em comparação, por exemplo, com o *sputtering* convencional. Além disso, o processo pode ser realizado utilizando temperaturas próximas da temperatura ambiente, tornando a técnica ideal para trabalhar com polímeros com baixa resistência a altas temperaturas [2]. Dentre os polímeros, o polipropileno (PP) tem se destacado em diversas aplicações pois possui vantagens em termos de custo e facilidade de processamento [3]. Os filmes obtidos a partir de aço inoxidável são amplamente utilizados em uma variedade de aplicações devido a propriedades como a dureza e a resistência a corrosão. A aplicação desses filmes em substratos poliméricos também é viável, e suas propriedades podem ser ajustadas conforme as variáveis do processo [2].

O objetivo central do presente trabalho foi obter polipropileno metalizado com um filme fino de aço inoxidável, por meio da técnica de *magnetron sputtering*. Adicionalmente, verificar se o filme metálico interfere na qualidade de aderência de uma tinta automotiva no PP, comparado com o substrato de PP apenas.

Os materiais utilizados como substrato e como filme foram, respectivamente: polímero polipropileno (PP) e aço inoxidável AISI 304 (SS). O polipropileno foi seccionado com geometria quadrada medindo aproximadamente (50,0±2,0) mm x (50,0±2,0) mm x (3,0±0,1) mm, a partir de placas conformadas através da técnica de injeção em molde, no Laboratório de Processamento de Materiais Plásticos da UDESC-CCT. Para a obtenção do PP metalizado, foram depositados filmes de SS via *magnetron sputtering*, utilizando um reator disponível no Laboratório de Plasmas, filmes e superfícies da UDESC-CCT. As condições utilizadas para as deposições foram controladas visando se obter filmes com espessura em torno de 100,0 nm. Foram utilizadas 4 potências distintas para deposição: 50 W, 100 W, 200 W e 300 W. A distância aproximada alvo-substrato foi de 80,0 ± 5,0 mm, fluxo de argônio de 5,0±0,1 sscm, pressão de 0,50±0,01 Pa e a temperatura próxima à temperatura ambiente. Após o processo de deposição, os filmes foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura com o equipamento Jeol JSM-6701F (MEV-FEG), microscopia de força atômica (AFM) com o equipamento NanoSurf modelo Nanite B, perfilometria com o equipamento Bruker modelo Dektak XT e difração de

raios-x com o equipamento Shimadzu modelo XRD-6000. As caracterizações foram realizadas visando observar características de morfologia, rugosidade, espessura e estrutura cristalina, respectivamente. Adicionalmente, a qualidade de adesão da tinta foi avaliada qualitativamente, seguindo a norma ABNT NBR 11003. Para isso, foram utilizadas placas de PP, com um lado PP-SS-tinta e outro lado apenas PP-tinta.

A partir das caracterizações realizadas, foi possível observar os aspectos discutidos a seguir. Via MEV e AFM foi observado que tanto a morfologia quanto a rugosidade dos filmes sofreram variações conforme foi variada a potência de deposição, o que pode ser visto nas Figuras 1 (MEV) e Figura 2 (AFM). Através de perfilometria foi constatado que a espessura média dos filmes foi de $51,52 \pm 0,01$ nm. Pela análise de DRX foi possível concluir que a estrutura cristalina dos filmes depositados é ferro cúbico de corpo centrado (Fe-CCC), evidenciado pelo pico do difratograma visto em cerca de 44° (ICSD-180971). No ensaio de adesão foi possível ver que a adesão nas amostras PP-SS-tinta, com base na norma ABNT NBR 11003 e considerando os níveis lá descritos, foi de Y3 para 50 W, X1 para 100 W, Y4 para 200 W e X3 para 300 W. Já nas amostras PP-tinta, a adesão ficou na escala de Y4 para todas as potências. Imagens do ensaio de adesão podem ser vistas na Figura 3.

Portanto, conclui-se que o polímero PP pode ser metalizado através da técnica de *magnetron sputtering*. As propriedades resultantes, como espessura, morfologia e rugosidade podem ter contribuído para a melhoria da aderência da tinta automotiva no PP-SS-tinta em comparação ao PP-tinta.

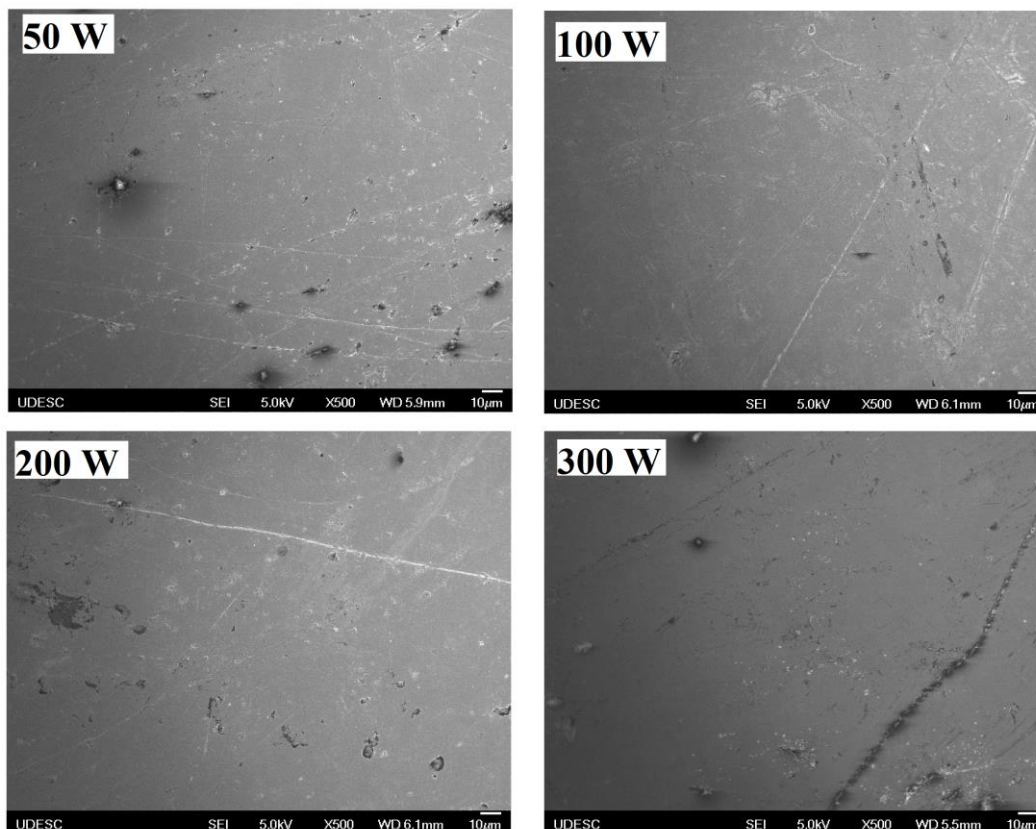


Figura 1. MEV

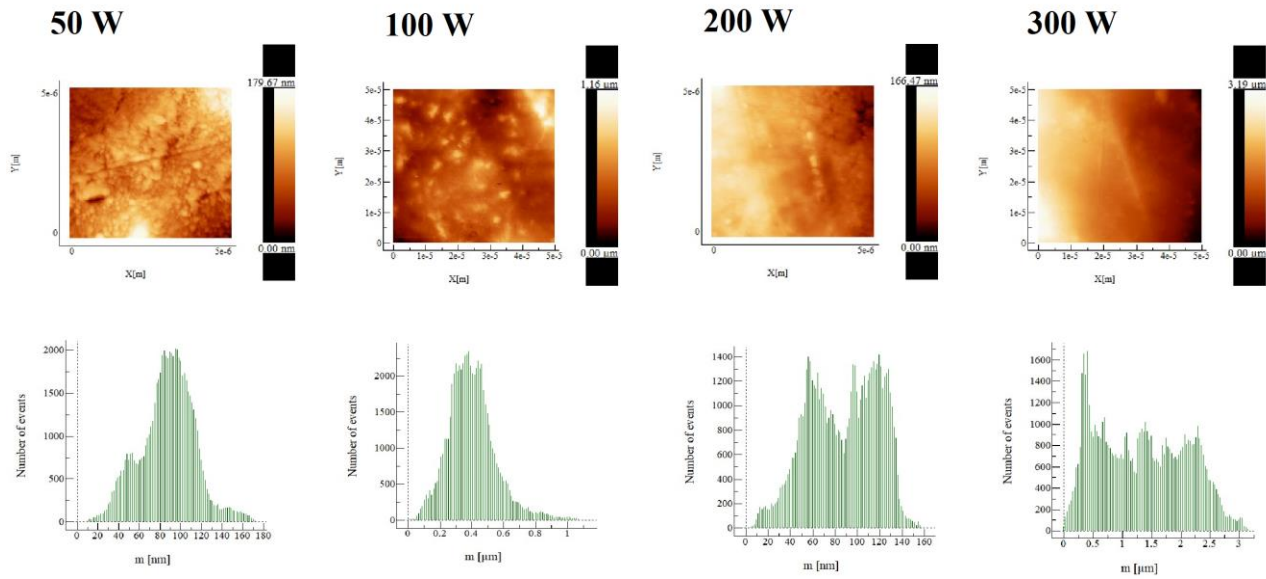
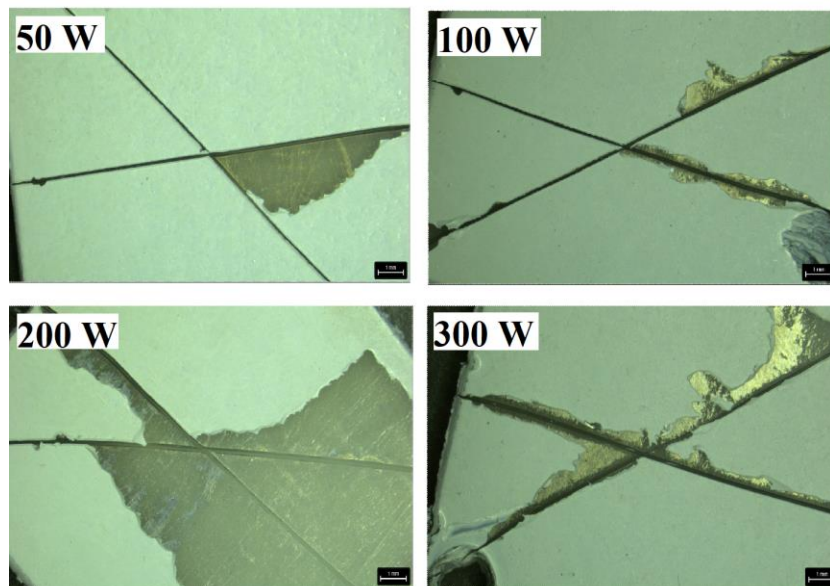


Figura 2. AFM

PP-SS-tinta



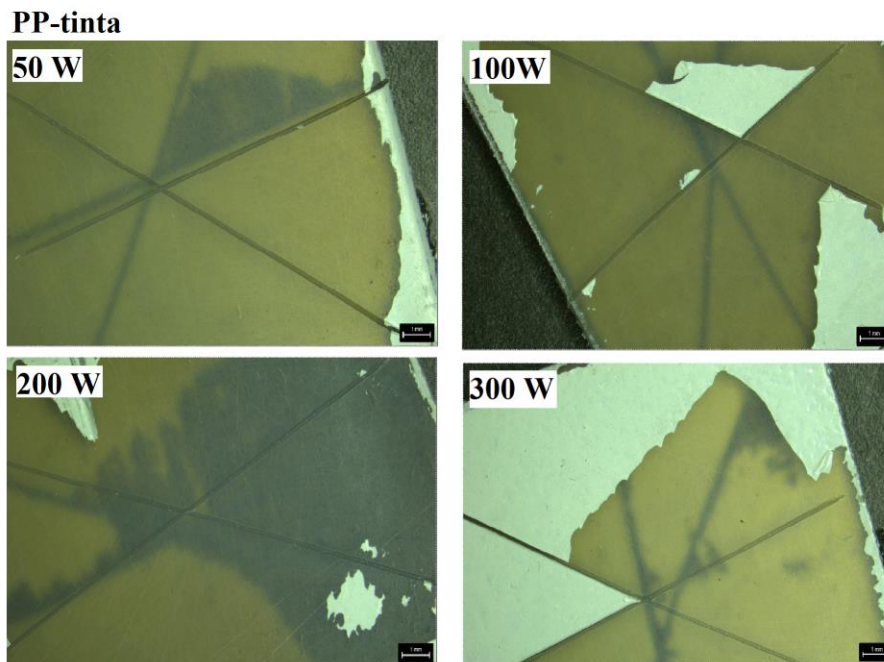


Figura 3. Ensaio de adesão (ABNT NBR 11003)

Palavras-chave: Metalização. Polipropileno. *Magnetron Sputtering*.

Referências:

- [1] Ruslan Melentiev, Arief Yudhanto, Ran Tao, Todor Vuchkov, Gilles Lubineau, Metallization of polymers and composites: State-of-the-art approaches, *Materials & Design*, Volume 221, 2022;
- [2] Dias Rodrigues, Camila. Deposição De Filmes de Aço Inoxidável Sobre Substrato Polimérico De Acrilonitrila-Butadieno-Estireno. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - UDESC. Joinville, 2022;
- [3] Hossain MT, Shahid MA, Mahmud N, Habib A, Rana MM, Khan SA, Hossain MD. Research and application of polypropylene: a review. *Discov Nano*. 2024 Jan 2;19(1):2.