

# RECOBRIMENTO DE PARTES METÁLICAS COM NANOPARTÍCULAS DE NEGRO DE FUMO VIA LASER DE CO<sub>2</sub>

G. N. Pedreira<sup>1\*</sup>; G. de Vasconcelos<sup>2</sup>; C. B. Mello<sup>3</sup>; E. F. Antunes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, S. J. dos Campos, Brasil

<sup>2</sup> Instituto de Estudos Avançados - Divisão de Fotônica, São José dos Campos – SP

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, S. J. dos Campos, Brasil

\* gabrielanobre@aluno.ita.br

**Palavras-chave:** laser de CO<sub>2</sub>, negro de fumo, microdureza superficial, tribologia.

## Introdução

Neste trabalho utilizou-se negro de fumo, em comparação a trabalhos anteriores em que amostras de aço eram recobertas com grafite e irradiadas com laser de CO<sub>2</sub> [1,2]. O negro de fumo (NF) é constituído por partículas finamente divididas (100 a 500nm) produzidas pela decomposição térmica (pirólise) ou combustão parcial de hidrocarbonetos gasosos ou líquidos. Assim, utilizando-se o negro de fumo em tratamentos térmicos de metais e ligas, excluí-se o processo de moagem, necessário quando se utiliza grafite. Sua dimensão nanométrica favorece também a possibilidade de recobrimento de maiores áreas com camadas mais finas.

Após recobrimento com NF e irradiação com laser, as amostras são avaliadas por tribologia, espectroscopia Raman e durezas superficiais.

## Metodologia

A parte experimental deste trabalho constituiu-se na preparação e aplicação de uma solução absorvedora da radiação incidente, feita a partir de pó de nano-partículas de negro de fumo diluído em álcool etílico, e a irradiação da superfície recoberta com um feixe de laser de CO<sub>2</sub>. Foram preparadas quatro amostras com diferentes parâmetros como mostrado na Tabela 1, onde *ppp*, indica o número de pulsos de lasers por polegada quadrada e *NCA*, o número de ciclos de aquecimento da amostras com o feixe de lasers.

TABELA 1: Parâmetros utilizados durante a irradiação das partes recobertas com NF.

Amostras	Velocidade (mm/s)	Resolução (ppp)	NCA
P1	50	600	5
P2	50	600	10
P3	100	600	5
P4	100	600	10

Após a irradiação, as superfícies das amostras foram avaliadas por ensaios de micro dureza, microscopia óptica (MO) e tribologia.

## Resultados e Discussões

Fez-se cinco medidas das micro-durezas superficiais (em HV) em cada amostra. As médias e suas respectivas microscopias ópticas estão apresentadas na Figura 1.

O desgaste e o coeficiente de atrito dos corpos de prova foram analisados em um tribômetro. Neste equipamento, uma carga é aplicada sobre uma esfera que está apoiada na superfície da amostra, gerando trilhas circulares com raio conhecido, conforme é apresentado na Figura 2, juntamente com suas respectivas taxas de desgaste.

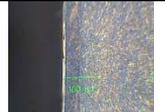
Peça	P1	P2	P3	P4
Microscopia óptica				
Micro dureza superficial (HV)	873,8	723,2	655,5	684,6

Figura 1. MO da secção transversal das amostras com suas respectivas micro durezas médias.

Apresenta-se também, para comparação, na Figura 2 a trilha do corpo de prova sem revestimento com negro de fumo.

Sem revestimento	P1	P2	P3	P4
				
$120 \times 10^{-5}$	$1,06 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-5}$	$12,7 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-5}$

Figura 2. Trilhas geradas na superfície das amostras durante ensaio no tribômetro, (MO) e suas respectivas taxas de desgaste em  $\text{mm}^2/\text{N.m}$ , logo abaixo da MO.

A Figura 3 apresenta as medidas dos coeficientes de atrito, onde se observa acentuada redução em relação à peça sem revestimento.

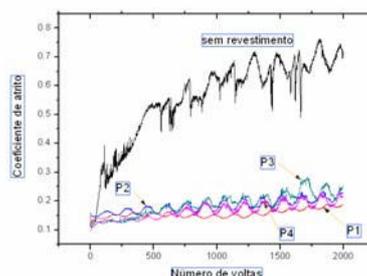


Figura 3. Coeficientes de atrito das amostras com e sem recobrimento.

## Conclusões

A micro-dureza superficial do substrato antes da irradiação com laser de 250HV elevou-se para 870HV. O coeficiente de atrito das peças reduziu de 0,7 para 0,2 além de ter uma redução na taxa de desgaste de até 110 vezes. O NF apresenta o diferencial de não requerer a etapa de moagem, já que o material é fornecido na forma de nano partículas, e por promover uma camada de revestimento mais uniforme na etapa de aplicação com pistola pneumática.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de INIC, ao IEAv-CTA e ao Grupo Dedalo pela oportunidade.

## Referências

- [1] A. Ganeev, Low-power laser hardening of steels, **Journal of Materials Processing Technology**, 121 (2002) 414-419.
- [2] F. Machado; Technological advances in steels heat treatment, **Journal of Materials Processing Technology**, 172, (2006), 160-173.