

## ANÁLISE DA TEXTURIZAÇÃO E REVESTIMENTOS PARA MELHOR PERFORMANCE EM MANCAIS HIDRODINÂMICOS

Bruno Nunes<sup>2</sup>, Júlio César Giubilei Milan<sup>3</sup>, Elisângela Aparecida dos Santos de Almeida<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Comportamento tribológico de aços ferramentas obtidos por rotas de fabricação distintas – desgaste por deslizamento”

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT - bolsista PIBIC/UDESC

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica, CCT – julio.milan@udesc.br

<sup>4</sup> Pós-doutoranda em Ciência e Engenharia dos materiais – PGCEM/CCT

Na constante busca por melhorias no desempenho dos sistemas geradores eólicos, a utilização de técnicas que possibilitem superior desempenho e o aumento da vida útil dos componentes são investigados. Modificações superficiais como texturização topográfica mostra-se como um método eficiente de se melhorar o comportamento tribológico quando utilizado em um meio lubrificado.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento tribológicos de revestimentos duros e destinados a baixo atrito, junto ao efeito da texturização de superfície, para aplicação em mancais hidrodinâmicos de alto desempenho, que podem ser utilizados em sistemas de geração eólica ou hidráulica. Também buscou-se caracterizar parâmetros de rugosidade das amostras e a influência dos revestimentos e modificações superficiais.

O substrato das amostras empregadas foi o aço VC10 (Gerdau), que proporciona baixo atrito, sendo utilizado, por exemplo, em cilindros de laminação à frio. O aço foi tratado termicamente, permanecendo por duas horas em temperatura de 950°C e resfriado ao ar sobre areia. O revestimento aplicado foi o DLC, *Diamond-Like Carbon*, filme que proporciona alta dureza e reduz o atrito. Efetuou-se a texturização por eletroerosão (EDT). Esta texturização possibilita acumulação de debris nos vales que compõem a textura, evitando o contato entre a superfície e a partícula e reduzindo o desgaste abrasivo. Fez-se uso também da deposição de camadas intermediárias, efetuadas pelo método de deposição química de vapor enriquecida por plasma (PECVD), de silício e níquel, para melhorar a aderência do filme. Assim, as amostras foram separadas em quatro condições, VC10 (retificado), VC10 EDT, VC10 DLC e EDT DLC (amostras de VC10 com revestimento DLC e texturizadas).

Para avaliar a aderência dos filmes ao substrato fez-se uso do teste qualitativo de acordo com a norma alemã VDI 3198, que compara e classifica as imagens (obtidas em um microscópio óptico) das impressões realizadas em um ensaio de dureza Rockwell C com um mapa padrão.

Com o objetivo de caracterizar a superfície, utilizou-se um microscópio confocal para quantificar parâmetros de rugosidade das amostras. Os parâmetros verificados foram:  $S_q$  (rugosidade média quadrática),  $S_{pk}$  (picos mais proeminentes na superfície),  $S_{vk}$  (profundidade reduzida do vale),  $S_{dq}$  (média quadrática das inclinações) e  $S_{bi}$  (capacidade de suporte mecânico da superfície).

Para avaliar o coeficiente de atrito e o desgaste, submeteu-se as amostras a ensaios de deslizamento do tipo pino sobre disco, com e sem lubrificação, empregando esferas de aço AISI

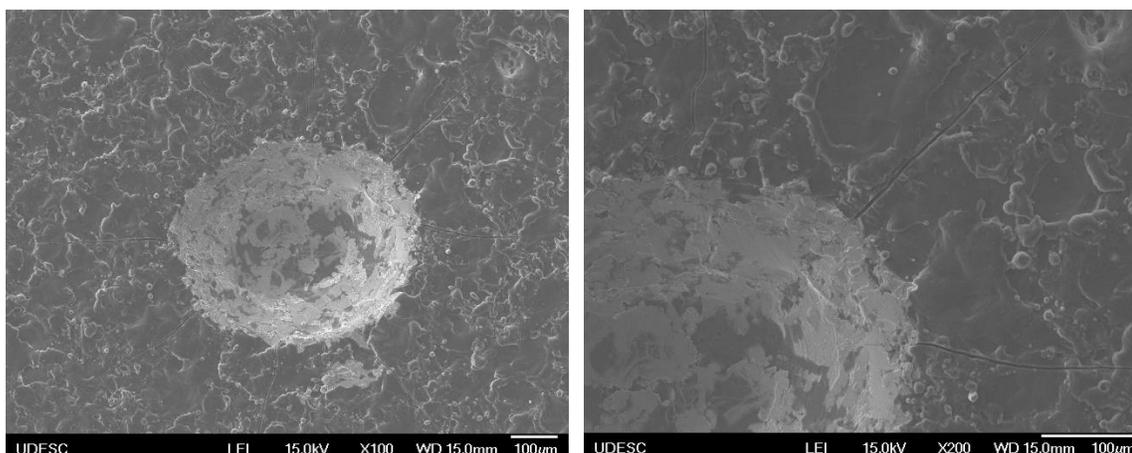
52100 com diâmetro de 3 mm como contra-corpo, aplicado sobre a amostra carga de 10 N, em uma pista de desgaste de 12mm de diâmetro, com distância de deslizamento de 1000 m e velocidade linear de 0,3 m/s. Foi utilizado um lubrificante PAO (apenas uma gota sobre a superfície), sem aditivos, de viscosidade cinemática de 46,4 cSt, com o objetivo de não ocorrer desgaste prematuro dos filmes nos primeiros metros de deslizamento. Os ensaios foram realizados a temperatura ambiente.

Para quantificar o volume de material removido, fez uso de um microscópio confocal, porém, nos ensaios lubrificadas, as amostras não apresentaram desgaste, impossibilitando a análise do filme de DLC. Isto derivado da alta dureza do revestimento empregado e do efeito do lubrificante, que reduziu as forças de atrito de forma significativa. Notou-se apenas desgaste no contra-corpo. Já em ensaios sem lubrificação o filme é removido nos primeiros giros do corpo de prova impossibilitando a execução de ensaios sem lubrificação

Na caracterização da superfície, notou-se que os parâmetros de rugosidade de amplitude  $S_q$ ,  $S_{pk}$ ,  $S_{vk}$ , aumentaram com a texturização e diminuíram com a aplicação do filme DLC. O mesmo comportamento é observado para o parâmetro  $S_{dq}$ . O parâmetro  $S_{bi}$  se manteve estatisticamente igual na aplicação do DLC, entretanto mostrou grande redução nas amostras texturizadas. Afirma-se desta forma, que a texturização reduz a capacidade de carregamento, contudo, aumenta a capacidade de retenção de óleo, gerando menos força de atrito entre as superfícies e confirmando os resultados observados nos ensaios de desgaste.

A deposição da camada intermediária de níquel propiciou melhor aderência, além de aumentar a dureza superficial. Em relação a texturização, a aderência não sofreu alterações significativas. Na figura 1, é mostrado as indentações Rockwell C segundo a norma apresentada para o teste de aderência, onde nota-se a presença de trincas circunferenciais e radiais, com pouca delaminação, classificando-o assim como HF3.

Portanto, verificou-se que a texturização elevou o desempenho do aço e o filme de DLC, apesar das dificuldades na quantificação do desgaste, mostrou sinais de melhor desempenho, em relação a atrito e desgaste quando comparados ao VC10, na condição sem lubrificação.



**Figura 1.** Indentações Rockwell C realizadas para avaliação da aderência com aumento de 100x (esquerda) e 200x (direita).

Palavras-chave: Texturização. Diamond-like carbon. Lubrificação.