COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO DE AÇOS FERRAMENTAS OBTIDOS POR ROTAS DE FABRICAÇÃO DISTINTAS – DESGASTE POR DESLIZAMENTO

Bruno Nunes [1], Elisangela Aparecida dos Santos de Almeida[2], Júlio César Giubilei Milan [3]

[1] Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT - bolsista PROBIC/UDESC
[2] Pós-doutoranda em Ciência e Engenharia dos materiais – PGCEM/CCT
[3] Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica, CCT – julio.milan@udesc.br

Palavras-chave: Aço rápido. Desgaste por deslizamento. Boretação.

Os aços rápidos são muito utilizados na fabricação de ferramentas e matrizes para utilização em altas temperaturas, elevados esforços mecânicos e condições de desgaste severo. Para satisfazer essas condições de trabalho e aumentar o tempo de vida útil, busca-se melhorar as propriedades do material através de tratamentos térmicos e termoquímicos. Torna-se também uma alternativa a deposição de filmes para proporcionar bom resultado sem alterar o substrato.

Neste trabalho, foram usadas amostras de aço HIP (Hot Isostatic Pressing) AISI M3/2, obtidas por metalurgia do pó com compactação isostática a quente, e submetidas a tratamentos térmicos/termoquímico, boretação e deposição de filmes multicamada AlTiN/CrN. As amostras foram condicionadas e separadas em temperada e revenida, boretada, temperada e revenida com filme, e, boretada com filme. Para cada uma das quatro condições, duas amostras foram submetidas em ambas as faces a ensaios de deslizamento do tipo pino sobre disco, em temperatura ambiente, utilizando uma esfera de alumina como contra corpo e, como parâmetros, a velocidade de deslizamento de 0,1 m/s, 1000 m de distância de deslizamento, em uma pista de 6 mm de raio e carga de 10 N, permitindo avaliar a resistência ao desgaste e o coeficiente de atrito.

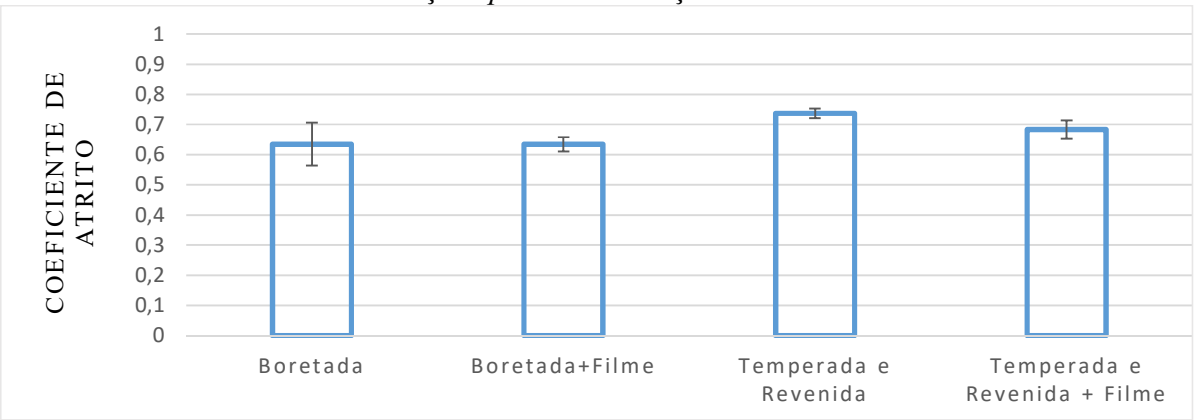
A boretação foi efetuada por via sólida em fornos mufla, onde as amostras foram envolvidas pelo pó de boretação e vedadas com areia em um recipiente de aço inoxidável, aquecidas a uma taxa de 10º C/min, mantidas por duas horas após a temperatura atingir 1000º C, retiradas do forno e sujeitas a resfriamento a ar. Na deposição dos filmes, utilizou-se do processo PVD por arco catódico, onde os íons dos elementos de revestimento foram depositados após evaporados e bombardeados sobre a superfície.

Para analisar a microestrutura, as amostras foram lixadas até granulometria 1200, e polidas com suspensão de diamante de 3 µm. Foram medidas a microdureza do material e a espessura das camadas formadas na superfície. A espessura da camada de boretos foi de 32,3 ± 3,8 µm, e a do filme de 1,9 ± 0,3 µm. A dureza da superfície temperada e revenida é de 933 ± 60 $HV_{0,025}$, para a camada boretada obteve-se 1965 ± 140 $HV_{0,025}$, e para o filme multicamadas 3912 ± 504 $HV_{0,025}$.

Com o objetivo de quantificar o volume de material removido nos ensaios de desgaste e com o auxílio de um microscópio confocal, realizaram-se medições do perfil da pista de desgaste, em quatro pontos, calculando a partir de cada ponto, o volume removido na pista, e utilizando a média dos quatro pontos para obter o valor de material removido aproximado.

Na figura 1, são expostos os resultados dos valores médios do coeficiente de atrito, após atingir o regime permanente.

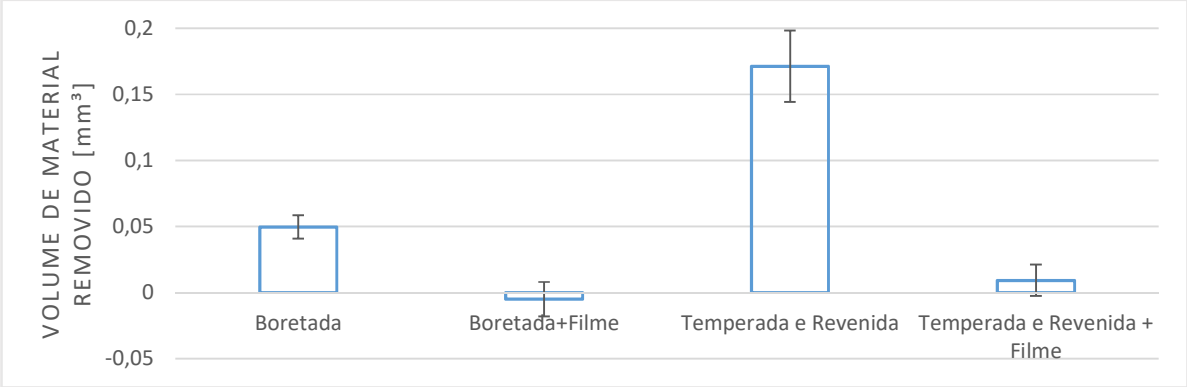
Fig. 1 *Valores do coeficiente de atrito obtidos nos ensaios de desgaste por deslizamento do tipo pino sobre disco das amostras de aço rápido nas condições estudadas.*



Todas as condições apresentaram resultados semelhantes. Para as condições boretadas, o coeficiente foi ligeiramente menor, próximo a 0,63. Já a condição temperada e revenida atingiu o maior valor próximo à 0,74.

Na figura 2, são mostrados os resultados obtidos do volume de material removido para cada condição.

Fig. 2 *Resultados de volume de material removido obtidos nos ensaios de desgaste por deslizamento do tipo pino sobre disco das amostras de aço rápido nas condições estudadas.*



Como pode se observar, as amostras boretadas com filme obtiveram os melhores resultados, o que indicam ser eficientes contra desgaste de deslizamento. Ainda pode se citar o desgaste negativo nessa condição, que sugere a deposição de material na pista. O tratamento de boretação se mostrou mais efetivo que o tratamento de têmpera e revenimento, ao ter o volume de material removido reduzido em aproximadamente 70%, quando comparadas ambas as condições sem o filme. A condição temperada e revenida atingiu o maior desgaste, com valores médios de 0,17mm³. Também vale ressaltar a importância do filme, que se mostrou eficaz na redução de desgaste nas condições estudadas, o que pode ser observado quando comparado com as condições sem filme.

Portanto, tanto o tratamento termoquímico de boretação quanto a adição do filme multicamada AlTiN/CrN elevaram o desempenho do aço HIP AISI M3/2 e mostram-se adequados para melhorar o desempenho de aços rápidos sujeitos a desgaste por deslizamento.