



## **OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CAMADAS DE BORETOS NO AÇO VANADIS 10**

Ariane Rocha Rosso<sup>1</sup>, Alexandre Galiotto, Bruna Zappelino,<sup>2</sup> César Edil da Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Mecânica – CCT - bolsista PROBIC-Af/UDESC

<sup>2</sup> Acadêmicos do Curso de Doutorado em Engenharia dos Materiais – CCT

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

Palavras-chave: Vanadis 10. Boretação. Camada Superficial.

Tratamentos termoquímicos visam adicionar elementos na camada superficial da peça tratada, aumentando algumas propriedades mecânicas, como dureza e resistência ao desgaste. O tratamento termoquímico utilizado na pesquisa foi a boretação sólida que imerge a amostra em um pó contendo Boro, fornecendo-o à peça através da difusão química, formando na superfície boretos de Ferro ( $Fe_2B$  ou  $FeB$ ).

O material escolhido para realizar o tratamento termoquímico foi um aço sinterizado ligado ao Cr-Mo-V, conhecido na indústria como Vanadis 10, com composição química de 2,90% de Carbono, 0,5% de Silício, 0,5% de Manganês, 8,0% de Cromo, 1,5% de Molibdênio e 9,8% de Vanádio. Devido às suas propriedades mecânicas como boa tenacidade e alta resistência ao desgaste abrasivo e à corrosão, o Vanadis 10 é utilizado na indústria no desenvolvimento de ferramentas de alto desempenho e que sofrem desgaste abrasivo, como matrizes para extrusão e trefilação a frio e fabricação de juntas de metais.

O objetivo da pesquisa é avaliar a formação da camada de boretos quanto a sua homogeneidade e alteração da rugosidade superficial da camada de Boro obtida após o tratamento termoquímico de boretação no aço Vanadis 10.

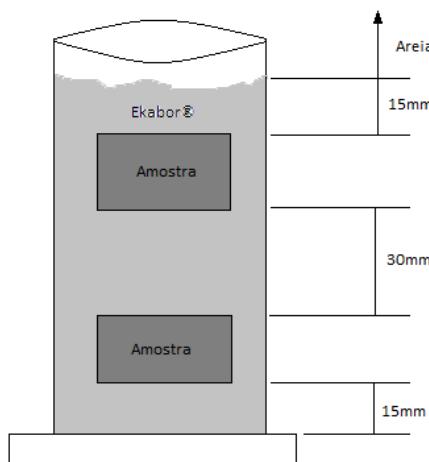
Foram analisadas amostras sem tratamento térmico; boretada à 1000°C durante 2 horas; e boretada à 1000°C durante 4 horas. Antes da boretação as amostras foram lixadas e polidas para uma granulometria de 1 µm. Após serem limpas com álcool as amostras foram submetidas ao tratamento termoquímico. O pó utilizado para a boretação sólida foi Ekabor®, um pó patenteado que contém boretos. Com os reservatórios preparados de acordo com a figura 1 e o forno Mufla programado de acordo com os parâmetros apresentados, foram boretadas oito amostras, quatro para o tratamento de 2 horas e quatro para 4 horas. Desta forma foi necessário preparar dois cadinhos para cada condição.

Na primeira condição de boretação após colocar dois cadinhos dentro do forno, aqueceu-se até 1000°C a uma taxa de 10°C/min e permaneceu nessa temperatura durante 2 horas, totalizando 3 horas e 40 minutos de tratamento. Na segunda condição de boretação, o forno Mufla também foi aquecido até 1000°C a uma taxa de 10°C/min e permaneceu nessa temperatura durante 4 horas, completando 5 horas e 40 minutos de tratamento. Após o tratamento térmico, os cadinhos foram retirados e resfriados ao ar. Esperou-se as amostras esfriarem até temperatura ambiente e iniciou-

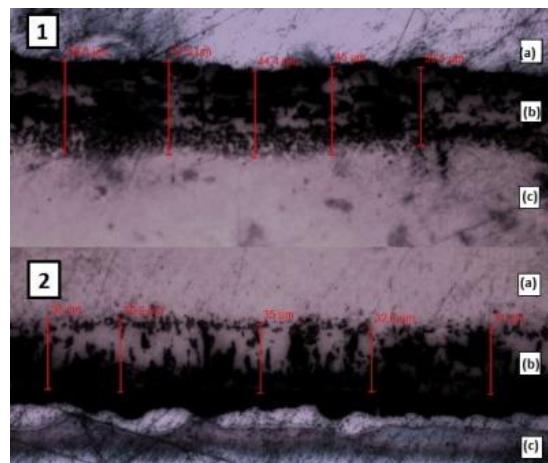
se a preparação para realizar a análise e caracterização das camadas superficiais de boretos formadas.

As quatro amostras de cada condição de boretação foram analisadas antes e depois do tratamento térmico no microscópio confocal para a medição e comparação da rugosidade da superfície. Para as amostras sem tratamento térmico obteve-se rugosidade média superficial de 0,067  $\mu\text{m}$ , com tratamento de 2 horas 1,013  $\mu\text{m}$ , e com tratamento de 4 horas 1,543  $\mu\text{m}$ . As amostras também foram analisadas no microscópio óptico para a caracterização da camada de boretos. As amostras boretadas durante 2 horas e 4 horas formaram uma camada de  $\text{Fe}_2\text{B}$  e uma possível camada de  $\text{FeB}$ , porém, diferente do aço carbono, em que a camada superficial de boretos obtida é na forma de dentes de serra, a boretação no aço liga, Vanadis 10, formou uma camada plana e porosa, como indica a Figura 2. As camadas obtidas na amostra boretada a 2 horas e 4 horas não diferem entre si, o que varia entre as duas amostras é a espessura da camada. Na boretação de 2 horas obteve-se uma camada média de 44,74  $\mu\text{m}$ , com desvio padrão de 2,91  $\mu\text{m}$ , e na boretação de 4 horas 34,9  $\mu\text{m}$ , com desvio padrão de 1,50  $\mu\text{m}$ . Porém, de acordo com o desvio padrão, as espessuras das camadas são estatisticamente parecidas, assim, pode-se concluir que por ser um aço com muitos elementos de liga a camada de boretos não consegue avançar além dessa espessura no substrato, mesmo aumentando o tempo de tratamento térmico.

Comparando com a literatura os resultados mostraram-se os esperados, pois a rugosidade da superfície da amostra aumentou com o tratamento térmico e com o tempo de permanência do forno, e houve formação da camada de boretos nas duas condições de boretação realizadas.



**Fig. 1** Croqui dos reservatórios preparados para o tratamento térmico de boretação.



**Fig. 2** Camadas de boretos formadas nas superfícies das amostras. 1 – Condição de boretação de 2 horas, (a) Cobre de proteção, (b) Camada de boretos, (c) Substrato; 2 – Condição de boretação de 4 horas, (a) Substrato, (b) Camada de boretos, (c) Cobre de proteção.