

RESISTÊNCIA AO DESGASTE MICROABRASIVO DO AÇO AISI 52100 SUBMETIDO A TRATAMENTO DE DEPOSIÇÃO TERMO-REATIVA

Murillo da Silva Santana, murillosantana@hotmail.com¹

Anael Preman Krelling, anael.krelling@ifsc.edu.br²

Julio Cesar Giubilei Milan, julio.milan@udesc.br³

Cesar Edil da Costa, cesar.edil@udesc.br⁴

Elisangela Aparecida dos Santos de Almeida, elisangela_s_almeida@yahoo.com.br⁵

Alexandre Galiotto, galiotto@ifsc.edu.br⁶

^{1, 3, 4, 5}Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Rua Paulo Malschitzki, 200, Zona Industrial Norte, Joinville, SC.

²Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Joinville, Rua Pavão, 1377, Costa e Silva, Joinville, SC.

⁶Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Jaraguá do Sul, Rua dos Imigrantes, 445, Rau, Jaraguá do Sul, SC.

Resumo: O objetivo deste trabalho é a avaliação da resistência ao desgaste por microabrasão do aço AISI 52100 tratado por deposição/difusão termo-reativa (TRD). As amostras foram acondicionadas em cadinhos de alumina contendo uma mistura em pó formada por 25% Fe-Nb, 6% NH₄Cl e 69% Al₂O₃. O tratamento foi realizado em forno tubular com atmosfera de argônio a 1000°C por 4 horas. Após o tratamento, as amostras foram caracterizadas por difratometria de Raios-X, microscopia óptica e microdureza. Ensaio de desgaste microabrasivo por esfera rotativa fixa foi realizado para a avaliação da resistência ao desgaste. Carbetto de silício foi utilizado como agente abrasivo em uma concentração de 0,75 g/cm³. A força normal aplicada foi de 1,96 N, e a velocidade de deslizamento de 0,04 m/s. O desempenho das amostras niobizadas (tratadas por TRD) foi comparado com o do material não tratado (como recebido). Após a realização do tratamento TRD uma camada de NbC foi obtida na superfície das amostras. A dureza média da camada de NbC foi de 878 HV_{0,05}. Para as condições empregadas neste trabalho as amostras niobizadas apresentaram resistência ao desgaste inferior à condição sem tratamento.

Palavras-chave: microabrasão, tratamento TRD, niobização, desgaste.

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos elementos de máquinas usados hoje operam sob severas condições envolvendo desgaste adesivo e abrasivo, erosão por partículas sólidas, corrosão e oxidação que podem diminuir sua durabilidade e performance. O uso dos processos de tratamento superficial nos materiais de engenharia pode, portanto, melhorar suas propriedades tribológicas (aumento da resistência ao desgaste e diminuição do coeficiente de atrito), aumentar a resistência à oxidação e corrosão, entre outros fatores (KARTAL et al., 2010).

Tratamentos superficiais, para os quais a composição local da superfície é modificada, podem apresentar microestrutura e propriedades mecânicas diferentes das observadas na matriz do aço (ALLAOUI et al., 2006).

Dentre as técnicas modernas utilizadas para o melhoramento do desempenho superficial destacam-se os processos de nitretação, boretção, aspersão térmica, revestimento por solda, implantação iônica, deposição física de vapor (PVD), deposição química de vapor (CVD) e tratamentos termo-reativos de deposição e difusão (TRD). Os tratamentos TRD são considerados bastante eficientes para a produção de camadas superficiais com níveis de dureza que se situam entre os mais altos alcançados em revestimentos (ARAI; HARPER, 1991).

O processo TRD é utilizado quando se deseja a formação de camadas de carbonetos, nitretos e boretos. TRD é um tratamento de modificação da superfície a alta temperatura, que forma uma camada dura, fina e resistente ao desgaste em aços assim como outros materiais que contenham carbono, nitrogênio e boro (AZIZI; SOLTANIEH, 2010).

O tratamento termo-reativo de deposição e difusão (TRD) é diferente dos processos convencionais de endurecimento. Ao contrário de métodos convencionais de tratamento, o método TRD resulta num acúmulo intencional de um revestimento, formando uma camada superficial no substrato (SEN, 2004).

Camadas produzidas com o processo de TRD podem ser aplicadas aos mesmos usos que camadas de TiC, TiN e TiCN obtidas com os processos de PVD e CVD. Uma das grandes vantagens é que o processo pode ser realizado em fornos de tratamento térmico, usando cadinhos ou caixas de metal, ao invés de instrumentação mais complexa utilizada em outros tratamentos. Pode ser empregado na fabricação de matrizes de estampagem, ferramentas de corte, ferramentas de trefilação de tubos e fios, entre outros. Outra vantagem é a possibilidade de reprocessamento da peça para construção de uma nova camada (CASTELETTI et al., 2009).

No processo de TRD ou Thermo-Reactive Deposition/Diffusion (Deposição/Difusão Termo-reativa), átomos de carbono e nitrogênio contidos no material difundem e reagem com pós de ligas metálicas em temperaturas elevadas, formando um revestimento denso ligado metalurgicamente ao substrato. Os carbeto e nitreto formados apresentam excelente resistência ao desgaste e a oxidação em altas temperaturas, podendo-se citar especialmente o carbeto de cromo (WEI; CHEN, 2005).

Estudos do comportamento tribológico do aço AISI 52100, após o tratamento TRD para formação de uma camada de NbC, foram conduzidos por Fernandes e colaboradores (2010). A composição do banho utilizado foi: 5% Fe-Nb, 3% Al e 92% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (porcentagens em massa). As amostras foram tratadas a 1000°C por 4 horas, e resfriadas em óleo logo após a retirada do forno. A espessura média da camada formada foi de 6,1 μm , com uma dureza de 1992 HV. As mesmas foram submetidas a ensaio de desgaste por esfera rotativa fixa, porém sem o uso de lama abrasiva. O tratamento resultou em aumento da resistência ao desgaste, uma vez que a taxa de desgaste obtida foi menor do que aquela para o substrato. Ademais, o volume total de desgaste para a camada foi 10 vezes menor do que o do substrato.

O ensaio de desgaste abrasivo por esfera rotativa foi desenvolvido por Rutherford e Hutchings em 1996. O objetivo inicial do ensaio era determinar a espessura de revestimentos (RUTHERFORD; HUTCHINGS, 1996); porém devido à sua grande aplicabilidade, o ensaio passou a ser usado para se estudar o desgaste abrasivo em materiais metálicos e não metálicos, recobertos ou não.

O teste consiste em pressionar uma esfera rotativa de aço, com diâmetro conhecido, contra a superfície da amostra, na presença de uma suspensão de partículas abrasivas finas (lama), geralmente carbeto de silício (SiC) ou diamante. As esferas mais comuns são as de aço AISI 52100 com diâmetro de 25,4 mm (TREZONA et al., 1999).

Para materiais homogêneos, o volume de desgaste (V) pode ser relacionado com a distância de deslizamento (S) e a força normal de contato (N) utilizando-se um modelo simples para o desgaste abrasivo, equivalente à equação de Archard para desgaste abrasivo:

$$V = KSN \quad (1)$$

Na Eq. (1), K é o coeficiente de desgaste, que possui unidade $\text{m}^3/\text{N.m}$, S é a distância de deslizamento em metros, N a força normal aplicada em newtons e V é o volume de desgaste medido em m^3 . A resistência ao desgaste abrasivo é definida como o inverso de K. Pode-se interpretar o valor de K como o volume de material desgastado por unidade de força e unidade de distância de deslizamento, de forma que ele mede a severidade do desgaste (COZZA, 2006).

Considerando-se uma cratera com geometria esférica em uma superfície inicialmente plana, formada por uma esfera de raio R, pode-se calcular o volume de desgaste a partir do diâmetro (b) da cratera na superfície da amostra, ou da profundidade (h) de desgaste conforme as Eq. (2) e (3):

$$V \approx \frac{\pi b^4}{64R} \text{ para } b \ll R \quad (2)$$

$$V \approx \pi h^2 R \text{ para } h \ll R \quad (3)$$

Esse mesmo método de cálculo pode ser empregado para materiais recobertos, de forma a se calcular os coeficientes de desgaste do revestimento e do substrato em um único teste. Para tanto, podem-se utilizar métodos perfurantes e não perfurantes. No primeiro caso, o desgaste é realizado até que o substrato seja exposto, sendo possível determinar um coeficiente de desgaste do recobrimento e do substrato. No segundo, a cratera não ultrapassa a espessura do recobrimento, avaliando-se então apenas a resistência ao desgaste do mesmo (MOROZO, 2013).

Neste trabalho foram utilizadas as Eq. (1) e (2) para o cálculo do coeficiente de desgaste e do volume de desgaste, sendo considerado, portanto, o valor do coeficiente de desgaste do conjunto “substrato + revestimento” para o caso das amostras niobizadas. As propriedades tribológicas do aço AISI 52100 tratado via TRD para formação de revestimento de carboneto de nióbio são analisadas, colocando-se em foco o comportamento deste diante de desgaste por microabrasão. Além disso, foi realizado um estudo comparativo do aço AISI 52100 na condição Sem Tratamento a fim de se avaliar o impacto do tratamento TRD neste material para as condições impostas nos ensaios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado na pesquisa foi o aço AISI 52100. É um aço de alto teor de carbono, ligado ao cromo, geralmente utilizado na fabricação de esferas para rolamentos. Para atingir dureza elevada, normalmente se realiza o tratamento de têmpera em óleo, podendo o material atingir durezas entre 62 e 65 HRC. A composição química geralmente encontrada é mostrada na Tab. (1).

Tabela 1. Composição química do aço AISI 52100 em %peso.

	Carbono	Silício	Manganês	Cromo	Ferro
Mínimo	0,98	0,15	0,25	1,3	Balanço
Máximo	1,1	0,35	0,45	1,6	

As amostras foram cortadas a partir de uma barra redonda de 25,4 mm de diâmetro, lixadas até lixa 600 e polidas com suspensão de alumina de 1 μm . Após a preparação das superfícies as amostras foram limpas em banho de ultrassom com álcool por 10 minutos.

2.1. Tratamento TRD

Para a realização do tratamento de TRD, foi preparada uma mistura em pó contendo: 25% Fe-Nb, 6% NH_4Cl e 69% Al_2O_3 (porcentagens em peso). As amostras, de seção circular, foram cortadas em 4 partes, reduzindo seu tamanho para colocá-las dentro de cadinhos refratários de alumina. Os cadinhos foram enchidos com a mistura e as amostras e selados com cimento refratário para proteção contra oxidação durante o tratamento. Os cadinhos foram levados ao forno tipo mufla com atmosfera protetora de argônio, aquecido a temperatura de 1000°C. O tratamento durou 4 horas, e após este período o forno foi desligado, deixando-se as amostras resfriarem continuamente até a temperatura ambiente. Após o resfriamento completo, as amostras foram retiradas do forno.

2.2. Caracterização Microestrutural

Difratometria de raios-X foi utilizada com o objetivo de se determinar as fases presentes na superfície das amostras niobizadas. Para isso, foi utilizado um difratômetro de Raios-X Shimadzu com tubo de cobre. O difratograma foi obtido com ângulo de varredura (2θ) na faixa de 20 a 90°, com velocidade de 1° por minuto.

Microscopia óptica foi utilizada para a análise da microestrutura das seções transversais das amostras niobizadas (TRD) e sem tratamento. Após o lixamento e polimento as amostras foram atacadas com Nital 3%.

Ensaio de microdureza Vickers foram realizadas em um microdurômetro SHIMADZU HVM, com cargas de 50 e 300 gramas e tempo de indentação de 10 segundos. Cinco medidas foram feitas em cada condição.

2.3. Ensaio de Desgaste Microabrasivo por Esfera Rotativa Fixa

O ensaio de desgaste microabrasivo foi realizado em equipamento de ensaio de microabrasão por esfera rotativa fixa TE-66 SLIM Phoenix Tribology. No equipamento, a esfera é fixada em dois eixos rotativos coaxiais, enquanto que a amostra é forçada contra a esfera através de uma alavanca, usando-se uma força definida por um peso morto. A esfera é confeccionada em aço AISI 52100 temperado e revenido, com diâmetro de 25,4mm. Sobre a esfera e o corpo de prova é gotejada lama abrasiva, que serve como interface no tribossistema. O gotejamento da lama é controlado por uma bomba peristáltica atrelada ao eixo de rotação do equipamento, de forma que a vazão da mesma está ligada a velocidade de rotação do eixo.

Antes do ensaio, a esfera é condicionada por agitação manual em um recipiente contendo areia e água, por 10 minutos. Isso faz com que a superfície se torne mais regular e uniforme. Após isso, a esfera é colocada em um béquer com água destilada, e levada ao ultrassom por 10 minutos para a remoção de partículas de sua superfície.

A lama abrasiva foi preparada diluindo-se 75g de carbetto de silício (SiC), com tamanho médio de partícula de 5 μm , em 100 ml de água, para se atingir uma concentração de 0,75g de SiC por cm^3 de água. Os parâmetros utilizados no ensaio foram:

- Velocidade de rotação da esfera: 30 rpm (0,04 m/s);
- Concentração da lama abrasiva: 0,75 g/ cm^3 ;
- Força normal aplicada: 1,96 N;
- Temperatura ambiente (25°C);

Para cada grupo de amostras testado, procurou-se atingir o regime permanente de desgaste. Para as amostras Sem Tratamento o número de rotações da esfera variou entre 50 e 600, com intervalos de 50 rotações. Para as amostras Niobizadas o número de rotações variou entre 50 e 900, igualmente com intervalos de 50 rotações. Três ensaios foram realizados para cada condição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Difratometria de Raios-X

O difratograma de raios-X da amostra niobizada é apresentado na Fig. (1). Pode-se observar, além da presença do Fe da matriz do material, que a camada é composta de NbC. Este resultado comprova que o tratamento TRD foi efetivo para a formação da camada de carbeto de nióbio. Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de Sen e Sen (2008) e Fernandes e colaboradores (2015).

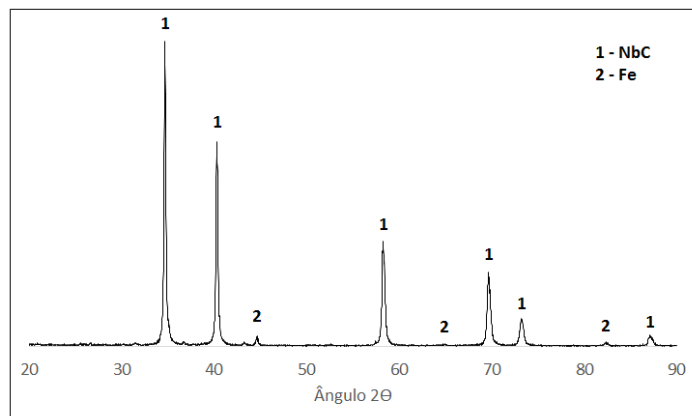


Figura 1. Difrátograma de raios-X da amostra tratada por TRD.

3.2. Análise Microestrutural e Microdureza

A Fig. (2) mostra o revestimento e microestrutura do substrato na amostra tratada por TRD. A camada de NbC apresenta espessura média de $21,25 \pm 1,07 \mu\text{m}$ com dureza de $878 \pm 55 \text{HV}_{0,05}$. O tratamento de niobização aumentou a dureza superficial do aço AISI 52100 em mais de 400% em comparação com a amostra não tratada ($197 \pm 6 \mu\text{m}$).

A espessura da camada de NbC obtida neste trabalho está em concordância com o trabalho de Sen e Sen (2008) que realizaram niobização por via sólida em substrato de aço AISI 52100. A camada de NbC obtida neste trabalho foi 135–350% mais espessa em comparação com tratamentos realizados em banho de sais a 1000°C (FERNANDES et al., 2015) e 1020°C (CASTILLEJO et al., 2014) durante 4 horas.

A dureza da camada de NbC foi de apenas 30% do valor encontrado em outros trabalhos. Este fato pode estar associado com a porosidade (pontos pretos) identificada na Fig. (2) que aparenta ser qualitativamente maior em comparação com os trabalhos de Fernandes e colaboradores (2015) e Sen e Sen (2008). Castillejo e colaboradores (2014) por sua vez, realizaram a medição da dureza da camada de NbC por nanoindentação, o que pode ser menos sensível à presença da porosidade.

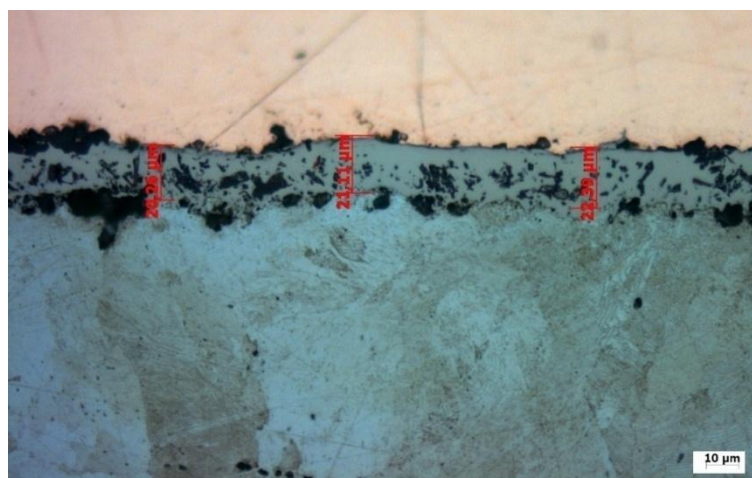


Figura 2. Seção transversal da amostra tratada por TRD.

3.3. Resistência ao Desgaste Microabrasivo

O Regime Permanente de Desgaste (RPD) é atingido quando o valor do coeficiente de desgaste torna-se aproximadamente constante. A distância até a obtenção do RPD foi de 12 metros e 36 metros para as amostras Sem Tratamento e tratadas por TRD, respectivamente. A Fig. (3) apresenta a evolução do coeficiente de desgaste em função da distância de deslizamento.

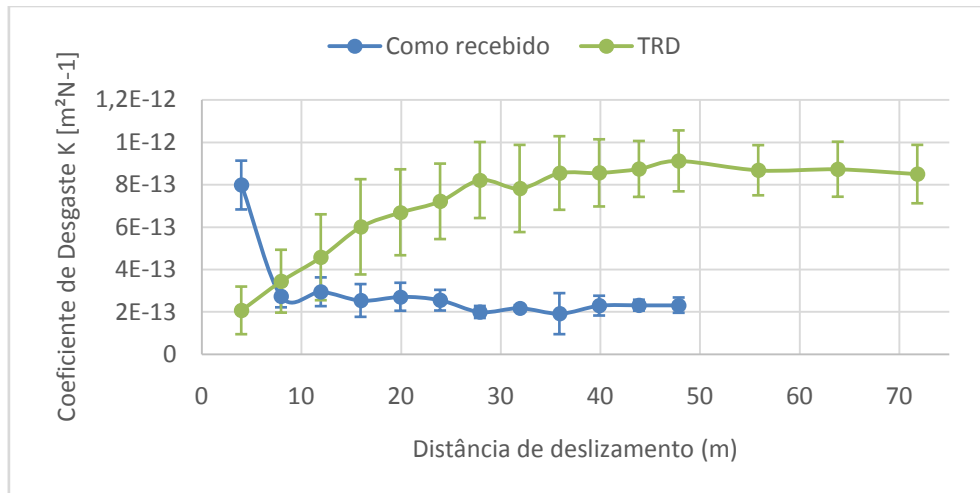


Figura 3. Evolução do coeficiente de desgaste em função da distância de deslizamento.

O valor considerado do coeficiente de desgaste é a média dos valores de “k” após a obtenção do RPD. Os valores calculados para as condições Sem Tratamento e TRD são $2,38 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{Nm}$ e $8,70 \times 10^{-13} \text{ m}^3/\text{Nm}$, respectivamente. Nota-se que o coeficiente de desgaste médio do primeiro ponto da Fig. (3) para as amostras niobizadas (TRD) é menor do que o coeficiente médio das amostras sem tratamento. De fato, a camada de NbC é rompida logo nos primeiros metros de ensaio (12 metros). Já no terceiro ponto do gráfico da Fig. (3) o coeficiente de desgaste das amostras niobizadas torna-se maior em comparação com as amostras sem tratamento. A porosidade da camada de NbC parece ter grande influência na redução da resistência ao desgaste.

A evolução do volume de desgaste em função da distância de deslizamento durante o RPD é mostrado na Fig. (4). Nota-se uma boa aproximação a uma linha de tendência linear, com valores de R^2 iguais a 0,938 para a condição Sem Tratamento (Como recebido) e 0,991 para a condição tratada por TRD, indicando uma elevada reprodutibilidade dos ensaios.

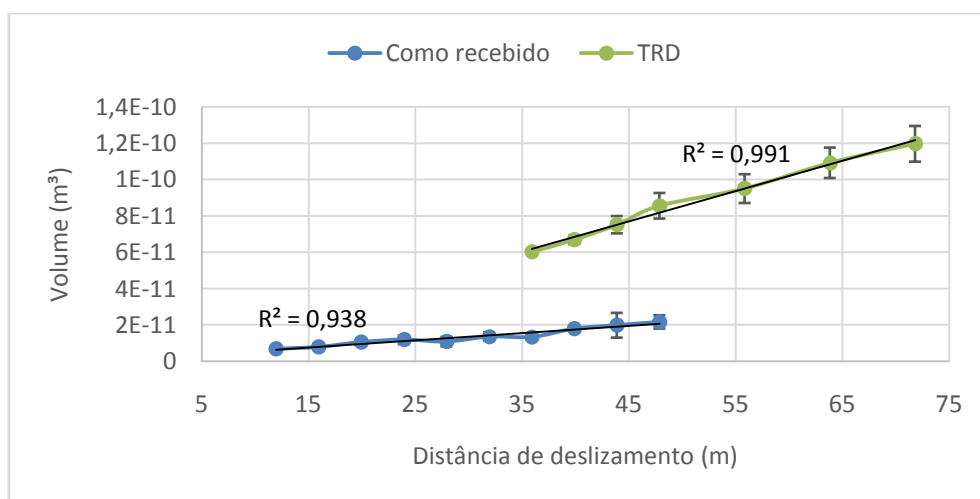


Figura 4. Evolução do volume de desgaste em função da distância de deslizamento durante o RPD.

Apesar do tratamento TRD ter promovido um aumento na dureza superficial do aço AISI 52100 isso não traduziu-se em aumento de resistência ao desgaste. Mesmo sem ter sido realizada a análise dos mecanismos de desgaste atuantes

durante os ensaios microabrasivos para ambas as condições estudadas neste trabalho, sugere-se que, possivelmente, o abrasivo utilizado esteja incrustando-se na superfície das crateras de desgaste para o material sem tratamento (mais dúctil). Para materiais dúcteis esta incrustação de abrasivos leva a um menor coeficiente de desgaste em comparação com materiais mais duros. A esfera, dessa maneira, estaria deslizando sobre uma superfície com um recobrimento de SiC (CAMERINI et al., 2011). De acordo com Bello e Wood (2003) e Bose e Wood (2005) a presença dos abrasivos aderidos na superfície é uma boa explicação para a redução do coeficiente de desgaste em materiais dúcteis.

4. CONCLUSÕES

Dos dados obtidos e discutidos na seção anterior foram retiradas algumas conclusões, a saber:

- O tratamento via TRD foi eficaz em produzir uma camada de NbC com espessura média de 21,25 μm e dureza de 878 $\text{HV}_{0,05}$ na superfície das amostras;
- Foi notada a ocorrência de porosidade na camada de NbC, o que pode ter prejudicado a resistência ao desgaste das amostras tratadas por TRD;
- Durante o ensaio de microabrasão, o revestimento de NbC é perfurado logo nos primeiros 12 metros;
- Os valores dos coeficientes de regressão (R^2) obtidos para a evolução do volume de desgaste em função da distância de deslizamento durante o RPD indicam uma boa reprodutibilidade dos ensaios;
- Sugere-se que a incrustação das partículas abrasivas na superfície das crateras de desgaste nas amostras sem tratamento possa ser o fator responsável pelo menor coeficiente de desgaste obtido nestas amostras em comparação com as amostras niobizadas.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho teve o apoio do Instituto Federal de Santa Catarina e da Universidade do estado de Santa Catarina.

6. REFERÊNCIAS

- ALLAUI, O.; BOUAOUADJA, N.; SAINDERNAN, G. Characterization of boronized layers on a XC38 steel. **Surface and Coatings Technology**, v. 201, n. 6, p. 3475–3482, 2006.
- ARAI, T.; HARPER, S. Thermoreactive deposition/diffusion process. **ASM Handbook - Heat Treating - v.4**. p.1000–1013, 1991. Materials Park - Ohio: ASM International.
- AZIZI, M.; SOLTANIEH, M. Kinetic study of niobium carbide coating formation on AISI L2 steel using thermo-reactive deposition technique. **International Journal of Engineering, Transactions B: Applications**, v. 23, n. 1, p. 77–86, 2010.
- BELLO, J. O.; WOOD, R. J. K. Grooving micro-abrasion of polyamide 11 coated carbon steel tubulars for downhole application. **Wear**, v. 255, p. 1157–1167, 2003.
- BOSE, K.; WOOD, R. J. K. Optimum tests conditions for attaining uniform rolling abrasion in ball cratering tests on hard coatings. **Wear**, v. 258, n. 1-4, p. 322–332, 2005.
- CAMERINI, R. V.; SOUZA, R. B. DE; CARLI, F. DE; PEREIRA, A. S.; BALZARETTI, N. M. Ball cratering test on ductile materials. **Wear**, v. 271, n. 5-6, p. 770–774, 2011.
- CASTELETTI, L. C.; FERNANDES, F. A. P.; HECK, S. C.; et al. Pack and salt bath diffusion treatments on steels. **Heat Treating Progress**, v. 9, n. 5, p. 49–52, 2009.
- CASTILLEJO, F. E.; MARULANDA, D. M.; OLAYA, J. J.; ALFONSO, J. E. Wear and corrosion resistance of niobium-chromium carbide coatings on AISI D2 produced through TRD. **Surface and Coatings Technology**, v. 254, p. 104–111, 2014.
- COZZA, R. C. **Estudo do comportamento do coeficiente de desgaste e dos modos de desgaste abrasivo em ensaios de desgaste micro-abrasivo**, 2006. Universidade de São Paulo.
- FERNANDES, F. A. P.; GALLEGO, J.; PICON, C. A.; TREMILIOSI FILHO, G.; CASTELETTI, L. C. Wear and corrosion of niobium carbide coated AISI 52100 bearing steel. **Surface and Coatings Technology**, v. 279, p. 112–117, 2015.
- FERNANDES, F. A. P.; OLIVEIRA, C. K. N. DE; NETO, A. L.; TOTTEN, G. E.; CASTELETTI, L. C. Wear behavior of niobium carbide coated AISI 52100 steel. Anais do 65º Congresso Internacional da ABM. **Anais...** . p.5088–5093, 2010. Rio de janeiro.
- KARTAL, G.; TIMUR, S.; ERYILMAZ, O. L.; ERDEMIR, A. Influence of process duration on structure and chemistry of borided low carbon steel. **Surface and Coatings Technology**, v. 205, n. 5, p. 1578–1583, 2010. Elsevier B.V.
- MOROZO, M. A. **Influência da condição superficial na resistência ao desgaste microabrasivo do aço AISI H13**, 2013. Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

- RUTHERFORD, K. L.; HUTCHINGS, I. M. A micro-abrasive wear test, with particular application to coated systems. **Surface and Coatings Technology**, v. 79, p. 231–239, 1996.
- SEN, S.; SEN, U. Sliding wear behavior of niobium carbide coated AISI 1040 steel. **Wear**, v. 264, n. 3-4, p. 219–225, 2008.
- SEN, U. Kinetics of niobium carbide coating produced on AISI 1040 steel by thermo-reactive deposition technique. **Materials Chemistry and Physics**, v. 86, n. 1, p. 189–194, 2004.
- TREZONA, R. I.; ALLSOPP, D. N.; HUTCHINGS, I. M. Transitions between two-body and three-body abrasive wear: influence of test conditions in the microscale abrasive wear test. **Wear**, v. 225-229, p. 205–214, 1999.
- WEI, C.-Y.; CHEN, F.-S. Characterization on multi-layer fabricated by TRD and plasma nitriding. **Materials Chemistry and Physics**, v. 90, n. 1, p. 178–184, 2005.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

MICRO-ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF AISI 52100 STEEL SUBJECTED TO THERMO-REACTIVE DEPOSITION/DIFFUSION TREATMENT

Murillo da Silva Santana, murillosantana@hotmail.com¹

Anael Preman Krelling, anael.krelling@ifsc.edu.br²

Julio Cesar Giubilei Milan, julio.milan@udesc.br³

Cesar Edil da Costa, cesar.edil@udesc.br⁴

Elisangela Aparecida dos Santos de Almeida, elisangela_s_almeida@yahoo.com.br⁵

Alexandre Galiotto, galiotto@ifsc.edu.br⁶

^{1, 3, 4, 5}Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Rua Paulo Malschitzki, 200, Zona Industrial Norte, Joinville, SC.

²Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Joinville, Rua Pavão, 1377, Costa e Silva, Joinville, SC.

⁶Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Jaraguá do Sul, Rua dos Imigrantes, 445, Rau, Jaraguá do Sul, SC.

Abstract: The aim of the present work is to evaluate the micro-abrasion wear resistance of AISI 52100 steel treated by thermo-reactive deposition/diffusion treatment (TRD). The samples were placed in alumina crucibles containing a powder mixture consisting of 25%Fe-Nb, 6% NH₄Cl and 69% Al₂O₃. The treatment was carried out in a tubular furnace with argon atmosphere at 1000 °C for 4 hours. The samples were characterized by X-ray diffractometry, optical microscopy and microhardness test after the treatment. Micro-abrasion wear test using a fixed-ball configuration was conducted to evaluate wear resistance. Silicon carbide was used as abrasive agent in a concentration of 0.75 g/cm³. The normal force applied was 1.96 N and the sliding velocity was 0.04 m/s. The performance of niobized samples (treated by TRD) were compared to the untreated materials (as received). After TRD treatment, a NbC layer was obtained on the samples surfaces. The average hardness of NbC layer was 878 HV_{0.05}. For the applied conditions, the niobized samples showed lower wear resistance compared to the untreated condition.

Keywords: microabrasion, TRD treatment, niobizing, wear.