

RESISTÊNCIA AO DESGASTE DE REVESTIMENTO DURO APLICADO POR ARAME TUBULAR

Aldemi Coelho Lima, acl@cefetgo.br¹
Kleber Mendes de Figueiredo² kleberfig@yahoo.com.br²
Gedeon Silva Reis² gedeonreis@yahoo.com.br²
Valtair Antonio Ferraresi, valtairf@mecanica.ufu.br³
Rafael Ariza Gonçalves, ariza@mecanica.ufu.br³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFGoiás, Rua 75 n° 46, Setor Central, Goiânia-GO, Brasil, CEP 74055-110.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, São Luiz – MA.

³ Universidade Federal de Uberlândia, UFU – FEMEC, Campus Santa Mônica, Caixa Postal 593, CEP 38400-902, Uberlândia, MG.

Resumo: O setor sucroalcooleiro tem apresentado um expressivo crescimento nos últimos anos no Brasil, entretanto, a manutenção das indústrias apresenta um elevado custo devido à perda de metal dos equipamentos por mecanismos de desgaste. O objetivo deste trabalho é avaliar a resistência ao desgaste abrasivo e a microestrutura de revestimentos duros depositados em camada única. Foram utilizados três tipos de consumíveis da indústria sucroalcooleira (arames tubulares autoprotetidos de 1,6 mm de diâmetro): de ligas Fe-23,1Cr-4,11C, Fe-22Cr-4,5C-6,5Nb, Fe-1,8C-7,5Cr-1,5Mo-5,26Ti. O metal de base utilizado foi o aço SAE 1020. As soldagens com os arames tubulares foram efetuadas no modo de transferência por curto-circuito, com mesmos valores de corrente e tensão de soldagem. Para o ensaio de desgaste utilizou-se o abrasômetro Roda de Borracha, segundo a norma ASTM G65-91. Os resultados dos ensaios com a roda de borracha mostrou que a liga FeCrC+Nb apresenta maior resistência ao desgaste, seguida da liga FeCrC e com pior desempenho a liga FeCrC+Ti. A liga FeCrC apresentou microestrutura formada por carbonetos primários M_7C_3 distribuídos em uma matriz de menor dureza; a liga contendo Nb apresentou microestrutura similar além da presença de carbonetos NbC; por sua vez, a liga com adição de Ti e Mo apresentou a presença de grandes carbonetos primários de Ti.

Palavras-chave: microestrutura, desgaste abrasivo, revestimento duro, arame tubular; liga FeCrC

1. INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro vem apresentando grande expansão nos últimos anos no Brasil, em função da estabilidade do mercado mundial do açúcar e do aumento de consumo do etanol no mercado interno e pelo aumento da meta de utilização de biocombustíveis nos EUA, União Européia e Japão. O País é, portanto, o maior produtor de açúcar do mundo e o segundo maior produtor de etanol, atrás apenas dos EUA, cuja produtividade, a partir do milho, é bastante inferior. Por sua vez, a perda de material por mecanismos de desgaste representa um custo significativo para a operação de usinas de açúcar e destilarias de álcool, onde a deterioração das ferramentas é grande e a vida em serviço dos componentes é curta.

Verifica-se em usinas de açúcar e destilaria de álcool que os equipamentos que apresentam condições mais críticas do ponto de vista de desgaste abrasivo são: a mesa alimentadora, o nivelador, os roletes, as volandeiras, os mancais, o picador, o desfibrador e as moendas. Enquanto a maior parte dos equipamentos pode ser recuperada durante a entressafra (novembro a março, na região centro-sul), as facas picadoras e os martelos desfibradores precisam ser substituídos periodicamente, sendo os maiores responsáveis pelo curto ciclo de paradas programadas para sua substituição. Essas ferramentas são recuperadas por soldagem pela aplicação de revestimentos duros, utilizando-se diferentes processos, técnicas e consumíveis para a reposição do metal desgastado em serviço. Tradicionalmente, a aplicação de revestimentos duros pelo setor industrial tem sido feita manualmente com o processo Eletrodo Revestido ou de forma automática com o processo Arco Submerso, quando a geometria ou dimensões da peça se adequam a essa aplicação. Devido à sua maior produtividade em relação ao primeiro, aliada à maior versatilidade quando comparado ao segundo, o processo Arame Tubular tem se tornado uma alternativa importante, contando com uma grande variedade de consumíveis para diferentes aplicações de revestimentos duros.

A aplicação de revestimentos com o objetivo de reduzir o desgaste e, conseqüentemente os custos, busca o incremento da vida em serviço dos componentes e na redução das paradas para manutenção. Uma correta seleção do material depositado permite, dentre outras coisas, transformarem elementos descartáveis por desgaste em bens de capital recuperável, aumentar a resistência e prover as superfícies susceptíveis ao desgaste de características e propriedades desejadas e, em geral, aumentar a eficiência do processo em que tomam parte os elementos reconstruídos e/ou protegidos.

O objetivo deste trabalho é avaliar a resistência ao desgaste abrasivo de baixa tensão e a microestrutura de revestimentos duros depositados em camada única com três arames tubulares autoprotetidos, utilizados na indústria sucroalcooleira, principalmente nas facas picadoras e desfibradores de cana-de-açúcar. Os ensaios de desgaste foram realizados utilizando-se o abrasômetro Roda de Borracha.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizada uma fonte de soldagem eletrônica multiprocessado ajustada para soldar no modo de tensão constante, processo arame tubular e no modo de corrente constante para o processo eletrodo revestido. As soldas foram efetuadas com três eletrodos, três arames tubulares autoprotetidos de 1,6 mm de diâmetro da liga FeCrC que diferem entre si pelos teores de ferro, cromo, carbono, silício e manganês, além da adição de Nb em uma liga e da adição de Ti e Mo em outra. Doravante os consumíveis serão denominados, respectivamente, de FeCrC, +Nb e +Ti. A Tab. (1) apresenta a faixa de dureza a ser obtida pelo metal de solda em primeira camada, bem como, a composição típica dos arames, cujos dados foram obtidos do fabricante.

Tabela 1. Dados dos arames tubulares e do eletrodo revestido.

Tipo de eletrodo	Dureza HRc	Composição química (%)								
		C	Cr	Mn	Si	S	P	Nb	Mo	Ti
FeCrC	59-61	4,110	23,100	0,520	0,200	0,000	0,000	-	-	-
FeCrC+Nb	57-64	4,500	22,000	0,500	0,600	0,002	0,001	6,500	-	-
FeCrC+Ti	52-64	1,800	7,500	0,840	0,500	0,018	0,027	-	1,500	5,260

A soldagem foi efetuada em camada única, com cordões de 150 mm de comprimento (cinco cordões para o revestimento) em chapas de aço SAE 1020 de 12,7 x 50,8 x 200 mm. Com cada tipo de eletrodo foram soldadas cinco chapas e, da região central das mesmas foram extraídos os corpos de prova (CPs) para a avaliação de desgaste. A Tab. (2) apresenta os parâmetros de soldagem utilizados. Para o processo arame tubular a indutância de subida e descida, a velocidade de alimentação do arame (V_{alim}), a velocidade de soldagem (V_{sold}) e a tensão de referência (U_r) foram mantidas constantes, em condições que proporcionaram a transferência no modo curto-circuito. As condições de soldagem foram obtidas de trabalhos anteriores de Lima e Ferraresi (2006), com os respectivos arames. A distância bico de contato-peça (DBCP) foi variada com vistas à obtenção de mesma corrente de soldagem para taxa de fusão constante (mesma V_{alim}), já que nessas condições quando se utiliza os parâmetros constantes, inclusive a mesma DBCP, a corrente média de soldagem é diferente para cada arame. Esse procedimento foi importante para se avaliar a resistência ao desgaste dos depósitos de solda quando realizados com mesma corrente de soldagem e mesmo volume de metal depositado por comprimento de solda (V_{alim} e V_{sold} constantes).

Tabela 2. Parâmetros de soldagem para confecção dos corpos de prova para ensaio de desgaste.

Tipo de Arame	Diâm (mm)	V_{alim} (m/min)	V_{sold} (cm/min)	U_r (V)	P (mm)	DBCP (mm)	I_{des} (A)
FeCrC	1,6	10	50	28	6	35	270
FeCrC+Nb					6	30	270
FeCrC+Ti					7	32	270

Onde: I_{des} = corrente desejada; P= passo de soldagem, ou a distância entre centros de cordões adjacentes.

Os CPs foram retirados da região central das chapas de testes por corte em cortadora metalográfica. O revestimento foi retificado na superfície até a sua uniformização, seguido da usinagem da face oposta ao revestimento e das laterais, até a obtenção das dimensões padronizadas. A Fig. (1) apresenta a vista superior de uma chapa de teste revestida, bem como a seção transversal ilustrando a região de retirada dos corpos de prova de desgaste.

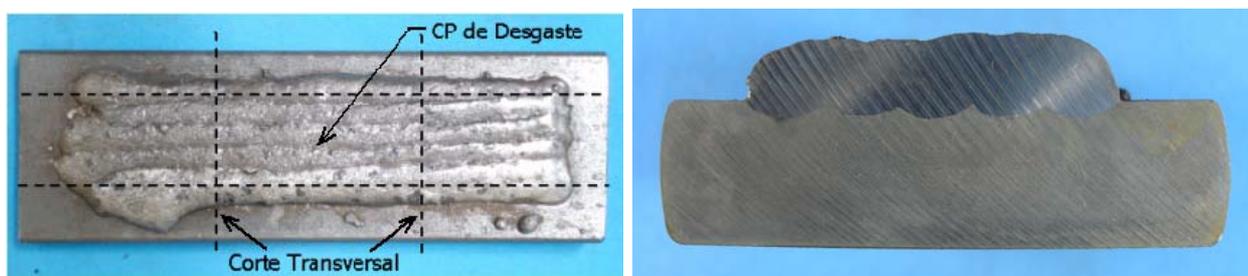


Figura 1. Chapa de testes e região de extração dos corpos de prova para avaliação de desgaste e microestrutura.

Foram extraídas amostras das chapas soldadas para se efetuar a avaliação microestrutural dos revestimentos (Fig. 1). As amostras foram embutidas, lixadas com lixa de grana 180 a 1000 e polidas com pasta de diamante de $3\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ e $0,25\mu\text{m}$. Posteriormente foram atacadas com reagente Nital 2% por 10s e levadas ao microscópio ótico para revelar os microconstituintes. Para a revelação de carbonetos foram utilizados os mesmos procedimentos de preparação e o ataque químico com o reagente Murakami a 60° por 10 segundos. Foram realizados também medidas de microdureza.

Os ensaios de desgaste foram realizados utilizando-se um abrasômetro Roda de Borracha, ilustrado pela Fig. (2), o qual é recomendado para simulação de desgaste abrasivo de baixa tensão, seguindo as orientações da norma ASTM G65-91, dentre as quais se destacam: as dimensões das amostras foram de $10 \times 25 \times 55 \text{ mm}$; disco de $12,7 \times 228 \text{ mm}$; anel de borracha com dureza de 60 Shore A; a areia Normal Brasileira nº 100 ($0,15\text{mm}$); rotação do disco de 200 RPM; tempo de ensaio de 10 min (ensaio tipo A); força nominal de 130 N; a pesagem das amostras, antes e após a soldagem foi efetuada em balança eletrônica com resolução de 10^{-5}g . Todas as amostras foram pré-desgastadas por 5 minutos até atingir o regime de desgaste. Para cada tipo de arame foram realizados cinco ensaios.

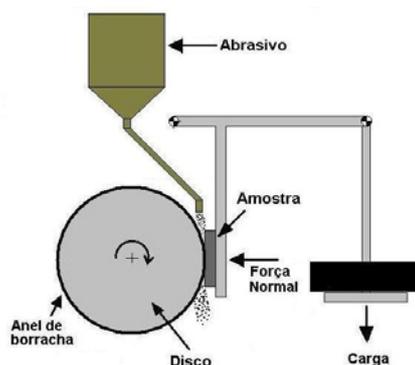


Figura 2. Esquema do abrasômetro Roda de Borracha.

Foram realizados ensaios de dureza e microdureza. Para a medição de dureza Rockell C, foi utilizado um durômetro Wolpert Testor HT1, com carga de 150 kg. Já para a medição da microdureza das fases utilizou-se de um microdurômetro Mitutoyo *HM – Hardness Testing Machine*, com capacidade de ajuste de carga de 10, 25, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Resistência ao Desgaste

A Tab. (3) apresenta os resultados da avaliação em termos de resistência ao desgaste para os cinco corpos de prova de cada arame utilizado. Para uma melhor visualização dos resultados a Fig. (3) ilustra a resistência ao desgaste médio por consumível. Observa-se que o melhor resultado foi obtido pelo arame +Nb, seguido do +Ti e, com o pior resultado, o arame FeCrC, apesar de os dois últimos serem estatisticamente iguais em teste de hipótese.

A superioridade do revestimento +Nb sobre o FeCrC de certa forma é discordante dos resultados de Buchely *et al* (2005) que avaliou revestimentos depositado com o processo eletrodo revestido, segundo o qual, nos revestimentos em primeira camada, como neste trabalho, a liga rica em Cr apresentou maior resistência ao desgaste abrasivo de baixa tensão que a liga rica em carbonetos complexos, como NbC, M_7C_3 e Mo_2C . Os autores concluíram que os revestimentos formados por carbonetos complexos (liga C-Cr-W-Nb-Mo-V), de composição química diferente dos consumíveis utilizados neste trabalho, são inferiores aos ricos em cromo no ensaio de desgaste abrasivo de baixa tensão (Roda de Borracha), tanto na primeira quanto na segunda camada.

Para efeitos de comparação com os resultados de Buchely *et al* (2005), observa-se que a resistência ao desgaste dos seus revestimentos variou de 11,2 a 32,3 (m/mg), sendo que em uma camada variou de 11,2 a 24,2 (m/mg). Neste trabalho, a resistência ao desgaste obtida por revestimento em camada única, variou de 7,69 a 34,48 (m/mg).

As comparações feitas anteriormente mostram que apesar de serem consumíveis diferentes e soldados com condições distintas, resguardadas as devidas proporções, os resultados apresentados neste trabalho estão em acordo com a literatura.

Tabela (3) – Dados de desgaste por consumível.

Cons	Desg (mg)	Desg _m (mg)	DP Desg.	Rdesg _m (m/mg)	DP Rdesg
FeCrC	230,3	186,7	50,0	7,69	2,59
	237,2				
	164,5				
	115,5				
	185,9				
FeCrC + Nb	50,6	42,2	12,6	34,48	13,52
	24,1				
	37,3				
	42,2				
	56,7				
FeCrC+Ti	133,0	129,5	14,2	11,09	1,35
	127,0				
	136,3				
	144,5				
	106,8				

Onde: Desg = Desgaste por CP (diferença entre a pesagem inicial e final do corpo de prova); Desg_m = Desgaste médio por consumível; Rdesg_m = resistência ao desgaste média por consumível.

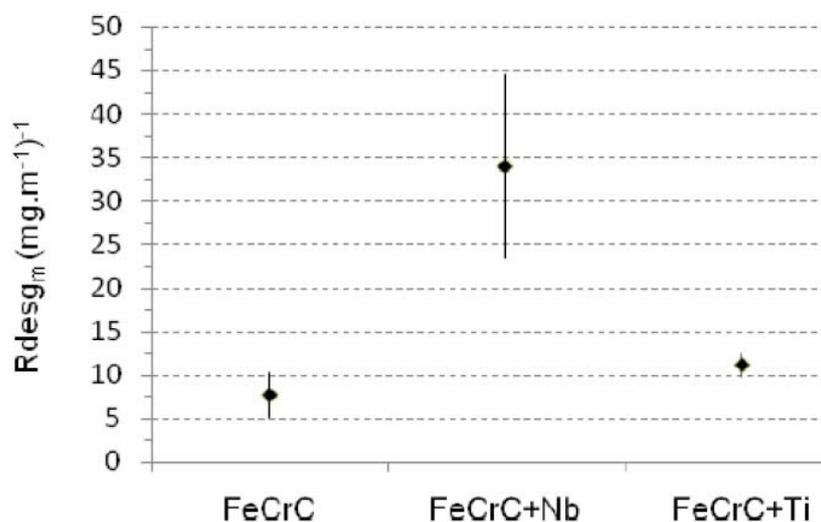


Figura 3. Análise comparativa de resistência ao desgaste por consumível.

A Fig. (4) ilustra as superfícies de desgaste em tamanho natural dos corpos de prova ensaiados, permitindo observar diferentes comportamentos por consumível. A seta da figura indica o sentido de entrada das partículas abrasivas durante o ensaio. O arame FeCrC e o +Nb apresentaram trincas perpendiculares ao cordão, enquanto o arame +Ti não apresentou trincas visíveis. O arame FeCrC apresentou porosidades dispersas ao longo do revestimento, as quais podem ter contribuído para o desgaste, principalmente na região de saída do abrasivo. Visualmente observa-se maior uniformidade do desgaste do revestimento +Nb, o qual apresentou superfície de desgaste com riscamento mais fino, enquanto no CPs revestido com o +Ti apresentou desgaste seletivo (regiões marcantes com diferentes resistências ao desgaste).

As superfícies de desgaste foram observadas em microscópio óptico com aumento de 50 vezes para uma análise mais detalhada dessa região, conforme é apresentado na Fig. (5). Observa-se na figura a predominância de microcorte

para os revestimentos com todos os consumíveis. No arame FeCrC os sulcos provocados pela penetração das partículas abrasivas foram mais profundos. A superfície do revestimento +Ti, diferentemente dos demais consumíveis apresentou uma combinação de fases com diferente comportamento de resistência ao desgaste, onde a presença de regiões mais susceptíveis a ação das partículas abrasivas levaram à formação crateras, sendo possível observar os riscos tanto nos picos quanto nos vales.

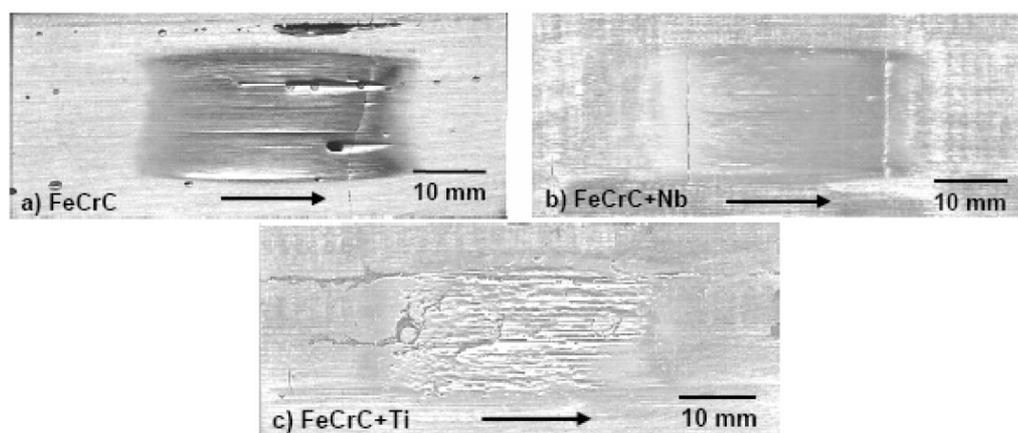


Figura 4. Trilha de desgaste dos CPs para cada consumível.

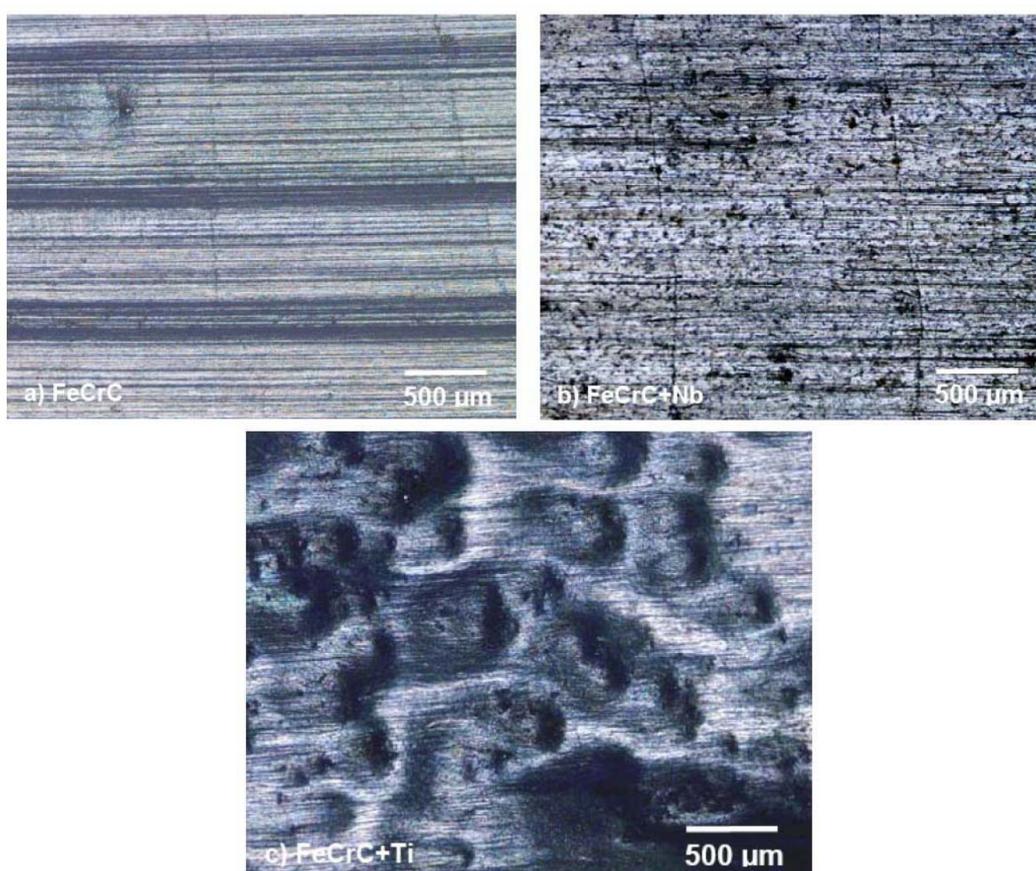


Figura 5. Imagens da trilha de desgaste por microscopia ótica.

3.2. Microestrutura dos revestimentos

A Fig. (6) ilustra a microestrutura obtida com o arame FeCrC por microscopia ótica (Nital 2%). Observa-se que próximo à interface com o metal de base (Fig. (6a)) o revestimento FeCrC apresentou uma microestrutura com crescimento dendrítico (dureza média de 393 HV_{0,01}). No interior do revestimento (Fig. (6b)) nas regiões mais próximas à superfície do cordão de solda se observam carbonetos primários (M₇C₃), com dureza variando de 1051-1756 HV_{0,01} (média 1510 HV_{0,01}), imersos em matriz eutética (austenita mais carbonetos) com dureza média de 668 HV_{0,01}.

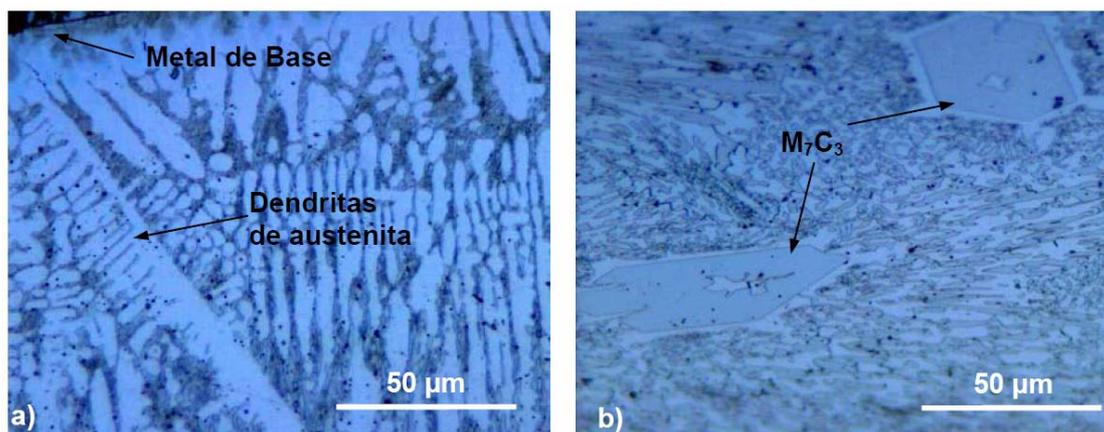


Figura 6. Microestrutura do arame FeCrC na interface com o MB (a) e na superfície do revestimento (b) (Ataque Nital 2%; aumento de 1000X).

A microestrutura do revestimento FeCrC+Nb é apresentada na Fig. (7), mostrando uma formação que se assemelha ao revestimento FeCrC (Fig. 7(a)) para a região próxima ao metal de base (Fig. 7a), ou seja, microestrutura com crescimento dendrítico na interface com o metal de base, menos evidente que o FeCrC. A Fig. (7b) mostra carbonetos primários (M_7C_3), com dureza variando de 1168-1452 $HV_{0,01}$ (média de 1356 $HV_{0,01}$), imersos em matriz com dureza média de 650 $HV_{0,01}$. Observa-se também a presença em todo o volume do revestimento (da interface do metal de base até a superfície) de pequenos carbonetos de nióbio (5 a 10 μm) finamente distribuídos na matriz. Esses carbonetos apresentam geometria diversa de forma similar ao obtido por Buchely *et al* (2005). A sua dureza varia de 1027-1514 $HV_{0,01}$ (média de 1207 $HV_{0,01}$), inferior ao obtido na literatura, em torno de 2400 HV (Eyre, 1978).

Gregolin *apud* Hernandez (1997) cita que as ligas do sistema FeCrCNb apresentam essencialmente o mesmo tipo de microestrutura das ligas contendo apenas FeCrC, ou seja, dendritas de austenita com carbonetos M_7C_3 massivos, além da presença de carbonetos NbC na forma primária e secundária. Fato este também observado neste trabalho.

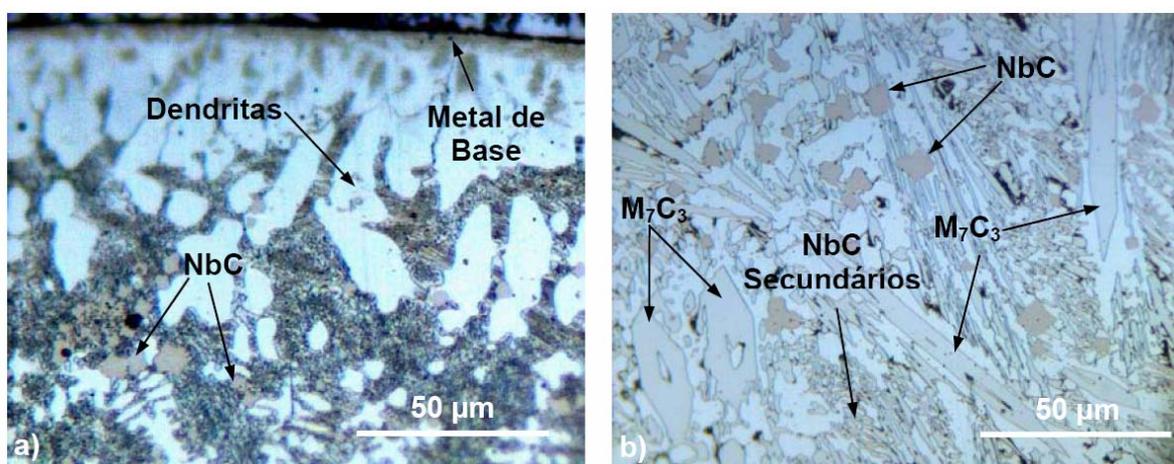


Figura 7. Microestrutura do arame FeCrC+Nb na interface com o MB (a) e na superfície do revestimento (b) (Ataque Nital 2%; aumento de 1000X).

As Fig. (8) apresentam a microestrutura do revestimento FeCrC+Ti, onde observa-se em todo volume do depósito uma matriz bastante homogênea (parte escura), com dureza variando de 627 a 681 $HV_{0,01}$ (média de 654 $HV_{0,01}$) envolvendo carbonetos primários (carbonetos de titânio) de grandes dimensões, os quais podem variar de 25 μm , próximo à interface com o metal base, até mais de 150 μm nas regiões próximas à superfície do cordão de solda. Os carbonetos de titânio, com dureza variando de 2050 a 2970 $HV_{0,01}$ (média de 2570 $HV_{0,01}$), apresentaram dureza inferior ao obtido por Berns e Fisher (1997), em torno de 3000 $HV_{0,01}$.

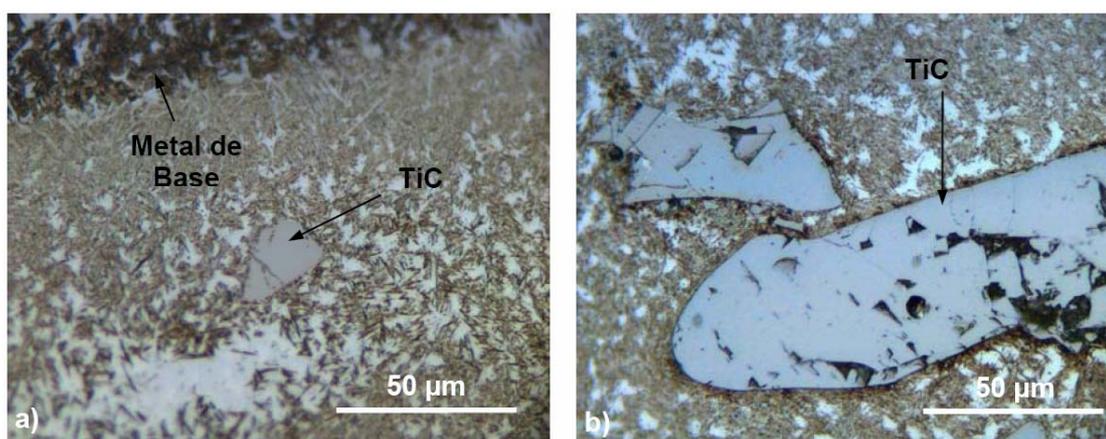


Figura 8. Microestrutura do arame FeCrC+Ti na interface com o metal de base (a) e na superfície do revestimento (b) (Ataque Nital 2%; aumento de 1000X).

O menor desempenho em termos de resistência ao desgaste da liga FeCrC se deve provavelmente à menor dureza do revestimento devido à sua microestrutura hipoeutética (dendritas de austenita em matriz eutética) de menores propriedades de resistência ao desgaste, concordando com Sevilla *et al* (2004), segundo os quais os revestimentos duros hipereutéticos ricos em cromo com carbonetos primários em matriz eutética apresentam melhor resistência ao desgaste abrasivo que aqueles compostos por constituintes eutéticos e austenita, esse caso. Por outro lado, a maior resistência ao desgaste da liga FeCrC+Nb está relacionada com a maior dureza do revestimento e à sua microestrutura hipereutética, formada por carbonetos primários de cromo (M_7C_3) e monocarbonetos de nióbio (NbC) em matriz eutética, sendo esses últimos finamente distribuídos. Segundo Hutchings (1992) conseguindo-se uma distribuição uniforme e pequeno espaço entre os carbonetos, as partículas abrasivas não podem efetivamente penetrar na matriz mais tenaz, levando a uma melhoria da resistência ao desgaste em combinação com uma maior tenacidade.

O desempenho da liga FeCrC +Ti, inferior ao +Nb, se justifica pela presença de pequenos e duros carbonetos TiC fortemente incrustados e finamente distribuídos na matriz austenítica-martensítica. Wang et al (2004) afirmam que os TiC apresentam maior dureza e estabilidade que os CrC e que materiais reforçados com TiC têm cadeias muito fortes, podendo exceder a 58 Mpa, além de elevada resistência ao desgaste. Entretanto, os massivos monocarbonetos TiC são frágeis e se fragmentavam sob a ação do abrasivo.

4. CONCLUSÕES

A análise dos resultados permite chegar às seguintes conclusões:

- ✓ A liga contendo FeCrC+Nb apresentou maior resistência ao desgaste abrasivo de baixa tensão em depósitos em camada única que as ligas com a adição de +Ti e a liga FeCrC;
- ✓ O arame FeCrC e o +Nb apresentaram trincas perpendiculares ao cordão, enquanto o arame +Ti não apresentou trincas visíveis;
- ✓ Observou-se nas superfícies desgastadas a predominância de microcorte para todos os revestimentos utilizados. No arame +Nb ficou mais evidente a predominância do microcorte com sulcos mais profundos. No revestimento FeCrC observou-se tanto microcorte quanto microsulcamento. No revestimento +Ti observou-se um desgaste seletivo, isto é, regiões marcantes com diferentes resistências ao desgaste;
- ✓ O arame FeCrC proporcionou revestimentos com microestrutura formada por dendritas de austenita com eutética interdendrítica, a segunda menor porcentagem volumétrica de carbonetos totais (estatisticamente igual ao arame +Ti), a menor dureza e resistência ao desgaste e, como conseqüência, a maior rugosidade superficial;
- ✓ O arame FeCrC+Nb proporcionou revestimentos com microestrutura formada por carbonetos de Cr primários M_7C_3 e NbC em Matriz eutética, a maior porcentagem volumétrica de carbonetos totais, a maior dureza média do depósito e a maior resistência ao desgaste com menor rugosidade superficial da trilha de desgaste.
- ✓ O revestimento +Ti apresentou uma microestrutura formada por carbonetos TiC em matriz austenítica-martensítica, menor porcentagem volumétrica de carbonetos totais, dureza e resistência ao desgaste intermediárias, além de rugosidade superficial similar ao arame FeCrC e superior ao +Nb

5. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam o seu agradecimento às instituições que apoiaram para realização deste trabalho, como o CNPq, CAPES e FAPEMIG.

6. REFERÊNCIAS

- ASTM. "Standard Test Method for Measuring Abrasion Using The Dry Sand/Rubber Wheel Aparatus". ASTM G65-91. 1991, p. 231-243.
- Berns, H. and Fischer, A. Microstructure of Fe-Cr-C hardfacing alloys with additions of Nb, Ti and B. Materials Characterization. 1997, v.39. p.499-527.
- Buchely, M. F.; Gutierrez, J. C.; León, L. M. e Toro, A. The Effect of Microstructure on Abrasive Wear of Hardfacing Alloys. "Tribology International". Vol. 259, 2005, p. 52-61.
- Eyre T. S. Friction and Wear Mechanisms. ABM. II Seminário sobre Materiais Resistentes ao Desgaste. Uberlândia – MG. p. 263-306, dez. 1991.
- Hernández, O. J. S. "Otimização do Consumível na Solda de Revestimento Aplicada na Indústria Sucroalcooleira". Universidade Federal de São Carlos. Dissertação de Mestrado. 1997, 102 p.
- Hutchings, I. M. Tribology: friction and wear of engineering materials. CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 1992, 273p.
- Lima, A. C. e Ferraresi, V. A., "Estudo dos Modos de Transferência Metálica de um Arame Tubular Autoprottegido com Variação da Distância Bico de Contato Peça". *Soldagem & Inspeção*, vol. 11, n° 3, jul/set, 2006.
- Sevilla, L. M. L.; Pineda, J. C. G. & Toro, A. "Relación Microestructura Resistencia al Desgaste de Recubrimientos Duros Ricos en Cromo y Tungsteno Aplicados por Soldadura Eléctrica (SMAW)". *Dyna*, año/vol. 71, n° 144, pp. 165-171, 2004.
- Wang, X. H. ; Zou, Z. D. ; Qu, S. Y e Song, S. L. "Microstructure and Wear properties of Fe-band Hardfacing Coating Reinforced by TiC Particles". *Journal of Materials Processing Technology*. pp. 3-6. nov. 2004.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

Wear resistance of hardfacing applied by tubular wire

Aldemi Coelho Lima, acl@cefetgo.br¹
Kleber Mendes de Figueiredo² kleberfig@yahoo.com.br²
Gedeon Silva Reis² gedeonreis@yahoo.com.br²
Valtair Antonio Ferraresi, valtairf@mecanica.ufu.br³
Rafael Ariza Gonçalves, ariza@mecanica.ufu.br³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFGoiás, Rua 75 n° 46, Setor Central, Goiânia-GO, Brasil, CEP 74055-110.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, São Luiz – MA.

³ Universidade Federal de Uberlândia, UFU – FEMEC, Campus Santa Mônica, Caixa Postal 593, CEP 38400-902, Uberlândia, MG.

Abstrac: *The objective of this work is to evaluate the resistance to the abrasive wear of hard coatings deposited in only layer with three self-shielded tubular (Fe-23,1Cr-4,11C, Fe-22Cr-4,5C-6,5Nb and Fe-1,8C-7,5Cr-1,5Mo-5,2Ti leagues) alloys indicated for hardfacing applications, with diameter of 1,6 mm. The welding were made in steel plate 1020 with transfer short circui mode. The wear rehearsals were made in abrasômetro Wheel of Eraser, according to the norm ASTM G65-91. The bodies of waste proof were retired of the central area of the foils of tests. The samples were analyzed by optic microscopia. Verified that the league FeCrC presented the largest resistance to the waste, followed by the league with addition of the +Ti e +Nb. The league FeCrC presented microestrutura formed by primary carbonetos M_7C_3 distributed at a head office of smaller hardness; the league containing Nb presented similar microestrutura besides the carbides presence NbC; the league with addition of Ti indicated the presence of great primary carbides of TiC.*

Keywords: microstructure, abrasive wear, hardfacing, tubular wire, Fe-Cr-C alloy