

Caracterização microestrutural de revestimento a partir da soldagem MAG-CW com adição de pó a partir do eletrodo revestido ESAB OK 83.58

Rafael Jarbas Barradas do Nascimento, rafael.jarbas.23@hotmail.com¹

João Lucas Jacob Araújo, jlucasjacob77@gmail.com¹

Iverton José Farias, ivertonf@gmail.com¹

Mário Viana Medeiros Filho, mario@ifpi.edu.br¹

José Francisco dos Reis Sobrinho, reissobrinho@ifpi.edu.br¹

¹Instituto Federal do Piauí, Praça da Liberdade 1597, Teresina, PI, 64000-040

Resumo: O desgaste de equipamentos e componentes no ramo industrial e agrícola bem como inúmeros ramos de atividade, representa um grande fator de depreciação de capital e fonte de despesas com manutenção e reposição de componentes mecânicos. Como o desgaste é um fenômeno de cunho superficial, envolvendo a remoção mecânica, as soluções encontradas através da solda de revestimento têm-se mostrado altamente eficazes tanto para prevenir quanto para minimizar ou recuperar as diferentes formas de desgastes dos metais. Contudo, a implementação de procedimentos como estes remetem um custo de operação, este por sua vez, vem de encontro com o propósito da utilização, o aperfeiçoamento dos procedimentos de operação pode otimizar ainda mais a aplicação do processo em produções industriais. Nessa vertente baseia-se este trabalho, a modificação e otimização do processo de solda MAG-CW nos procedimentos de revestimento contra desgaste. Assim, usou-se um processo de soldagem MAG-CW com adição de pó, sendo este obtido após a remoção e trituração do revestimento do eletrodo ESAB OK 83.58, fazendo uso de um processo mecanizado e como material de base o aço ASTM A36. Obtendo dessa maneira, uma regularidade geométrica dos cordões (largura, altura) ao longo do seu comprimento, com pouca escória e baixo índice de respingos. Após isso foram feitos os corpos de prova que foram submetidos análises macro e microscópicas relacionadas a dureza, obtendo como resultado um aumento significativo dessa propriedade, dessa maneira, garantindo ao material uma maior resistência ao desgaste superficial.

Palavras-chave: Soldagem, otimização, desgaste, dureza

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras são as aplicações dos aços atualmente, seja na construção civil, naval, em indústrias e etc. Dentre essa diversificação de aplicações dos aços, faz-se comum a necessidade que o mesmo tenha uma boa relação entre suas propriedades, principalmente dureza e tenacidade quando se refere aos desgastes mecânicos. Como alternativa, grande parte das indústrias utilizam técnicas de tratamentos térmicos ou revestimento, a fim de melhorar as propriedades de aços com menor custo de mercado até um ponto onde a relação custo x benefício torne possível o uso dos mesmos.

Dentre os aços mais utilizados que apresentam menor custo e alta aplicabilidade, pode-se destacar o aço ASTM A-36, pelo seu uso em estruturas e aplicações comuns, sendo as principais estruturas metálicas em geral, serralheira, passarelas, implementos agrícolas e rodoferroviários. Trata-se de um aço com teor de carbono compreendido em até 0,27% e comercializado em formatos que variam conforme o tipo de projeto e dentre os mais comuns destacam-se barras redondas, chapas e blocos recortados.

Este aço é comumente utilizado em processos que envolvem soldagem. A soldagem é uma técnica responsável pela união e transferência de esforços entre materiais, sendo fator determinante na qualidade e segurança de estruturas metálicas. Dessa maneira, e com o constante crescimento da competitividade de mercado consumidor, várias empresas e a comunidade científica são impulsionados a buscarem inovações que resultem o aumento da produtividade, diminuição de custo, assim também como na qualidade das propriedades mecânicas. Com o intuito de melhorar as propriedades mecânicas nas superfícies soldadas dos aços que comumente sofrem impacto.

Segundo Silva(2014), Para o revestimento de grandes superfícies são preferidos os processos de soldagem automáticos e mecanizados com elevada taxa de deposição, como MIG/MAG e o arame tubular. A proposta da soldagem MIG/MAG com adição de arame frio surgiu como uma variante do processo de soldagem MIG/MAG duplo arame. Esta nova versão da soldagem MIG/MAG utiliza um equipamento convencional (fonte de tensão constante) com um cabeçote extra para alimentação do arame frio conectado à tocha de soldagem. A adição de um arame eletrodo

energizado gera um único arco voltaico e o arame frio (não energizado) é adicionado à poça de fusão através de um cabeçote auxiliar adicional. As características tidas como inovadoras das soldagens FCAW e MIG/MAG com arame frio se apresentam como um potencial alternativo ao aumento da produtividade de empresas que utilizam a soldagem para união e revestimentos de materiais, mas pensando em redução de custos, este trabalho se faz como uma inovação quanto ao método de utilização de revestimento por solda MAG-CW, pois utiliza o pó retirado do eletrodo revestido ESAB OK 83.58 em substituição ao arame a frio do processo citado acima, ou seja, um processo mais barato. Nesta vertente baseou-se este trabalho, a modificação e otimização do processo de solda MAG-CW nos procedimentos de revestimento contra desgaste. Sendo comprovados os resultados através de análises macro e microscópicas relacionada a dureza, validando desta forma o método utilizado.

2. METODOLOGIA

2.1. Materiais

A base do projeto é o processo de revestimento por meio da solda MAG-CW, que consiste num procedimento industrial que utiliza a além do arame energizado, um outro que por sua vez, é denominado “a frio”, no caso o pó, por não estar energizado.

Assim foram utilizados para a pesquisa, chapas de aço ASTM A36 com espessura de $\frac{1}{2}$ pol como base de soldagem, o arame AWS ER70S-6 com diâmetro de 1 mm que foi utilizado energizado e o pó do eletrodo revestido ESAB OK 83.58 de 3,25 mm diâmetro, tendo esses a composição abaixo:

Tabela 1. Composição química do material de base, do arame energizado e do eletrodo revestido utilizado (%)

Material	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu
ASTM A36	0,26	-	0,4	0,04	0,05	-	-	-	-	0,2
AWS ER70S-6	0,06-0,15	1,4-1,85	0,80-1,15	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,5
ESAB OK 83.58	0,6	0,7	0,6	-	-	-	6,8	0,5	-	-

Inicialmente foi realizado a retirada do revestimento do eletrodo através de raspagem. Os flocos obtidos a partir das raspagens do eletrodo foram triturados utilizando a máquina de moinho de bolas por 2 horas de trabalho, posteriormente o pó obtido na máquina de moinho de bolas passou por uma peneira de 50 mesh para um melhor refinamento do pó. E em seguida, Os moldes para deposição do pó foram usinados nas dimensões específicas conforme apresenta a Fig. 1 abaixo:

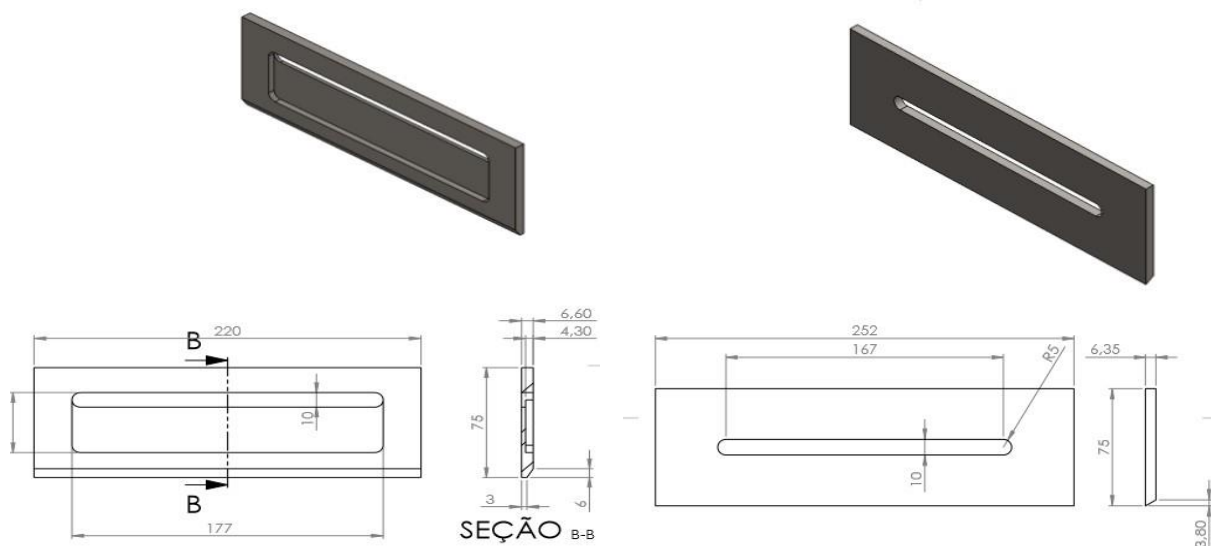


Figura 1. Desenho em SOLIDWORKS dos moldes utilizados para deposição do pó

2.2. Processo de Soldagem

O gás utilizado no processo MAG para conservação da solda foi o gás carbônico (CO_2), sendo também constante nos testes. A soldagem foi realizada com o equipamento ESAB SMASHWELD 257, sendo o processo todo mecanizado,

com a utilização de um carrinho usando velocidades de avanço de 1,5, 1,75 e 2 m/s. Sendo apenas controlado pelo soldador, a abertura e fechamento do arco voltaico através de um botão adaptado a pistola de soldagem.

Para padronização dos testes foram realizados 4 cordões de solda de revestimento em chapas cortadas com dimensões padrões de 12,7 x 50,8 x 200mm, estes por sua vez se tornaram os corpos de prova que após feita a solda de revestimento, foram cortados transversalmente com o intuito de obter análises micro estruturais e mecânicas.

Dessa maneira, as soldas foram realizadas nos corpos de prova, totalizando 9 no caso, sendo todas feitas com a mesma velocidade do arame (7 m/min), na posição plana para a soldagem e angulação de 15° em relação a vertical. Esses e outros parâmetros como tensão, corrente e velocidade do equipamento de soldagem(carrinho), podem ser observados na Tab. 2. Sendo obtido resultados satisfatórios no processo de soldagem, pois pela análise superficial nota-se uma regularidade geométrica dos cordões (largura, altura) ao longo do seu comprimento, com pouca escória e baixo índice de respingos.

Tabela 2. Parâmetros de soldagem utilizados em cada corpo de prova

Parâmetros de soldagem	EN01	EN02	EN03	EN04	EN05	EN06	EN07	EN08	EN09
	AM011	AM021	AM031	AM041	AM051	AM061	AM071	AM081	AM091
Gás	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
Velocidade do arame (m/min)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Velocidade de soldagem (m/s)	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	1,75	1,75	1,75
Temperatura de interpasso (°C)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tensão média (V)	22	25,7	30,7	22,2	25,3	29,5	22,2	25,6	30,3
Corrente média (A)	122	125	122	119	118,5	121	114	115	117
DBCP (mm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Vazão do Gás (l/min)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Posição	plana	plana	plana	plana	plana	plana	plana	plana	plana
Diâmetro do arame (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ângulo (°) Referência pela vertical	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Sentido	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Empurrando

2.3 Ensaios

Após as realizações das soldas e aquisição das amostras, foram realizados os processos de preparação das mesmas para os testes de dureza e macrografia. Dessa forma, foi realizado o embutimento utilizando resina e catalisador com o propósito de obter a amostra embutida para conseguir um bom resultado na preparação metalográfica, depois foram utilizadas lixas tipo “Lixas d’água” em discos rotativos, utilizando as lixas na seguinte sequência: 220, 320, 400, 600, 1200 mesh com o objetivo de obter uma superfície menos irregular. Posteriormente ao lixamento fez-se o polimento com o intuito de dar a superfície da amostra um acabamento, facilitando assim o processo de ataque químico, sendo o mesmo feito com a imersão das amostras em reagentes para facilitar a visualização da microestrutura do corpo de prova.

Dessa maneira, foi realizado o ensaio de macrografia, que consiste na análise do processo siderúrgico, no qual as amostras foram submetidas com uma ampliação de até 10 vezes, assim foi possível visualizar a existência do material de adição da solda na amostra, se a mesma teve uma área de deposição significativa ou ainda se apresenta uma homogeneidade na solda podendo ser analisada se a mesma possui porosidades ou segregações na sua extensão.

Para o ensaio de dureza foi escolhido o método Rockwell (Dureza por penetração), pois é um método de medição direta da dureza, sendo um dos mais utilizados em indústrias, Além de ser um dos métodos mais simples e que não requer habilidades especiais do operador eliminando assim quaisquer erros humanos. Assim, foi utilizado um penetrador cônico, sendo esse de diamante e conicidade de 120°, sendo utilizado a escala C, com carga principal de 150 kgf. O teste foi realizado com o durômetro modelo ATII302DB (220 VAC, 50HZ).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das figuras 2 à 10 a seguir é possível observar que os resultados obtidos na macrografia foram satisfatórios com uma solda isenta de porosidades e com definições nítidas da área depositada sobre a peça além de observar a ZTA (zona termicamente afetada) formada entre o material de base e o material de adição.

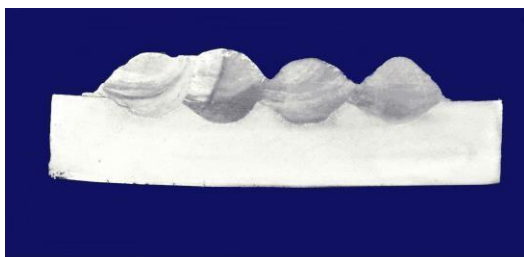


Figura 2. AM011



Figura 3. AM021



Figura 4. AM031

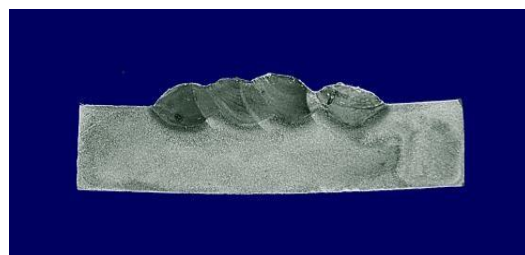


Figura 5. AM041

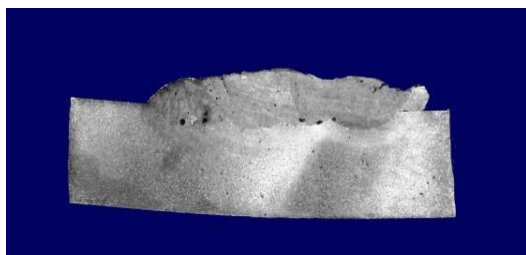


Figura 6. AM051

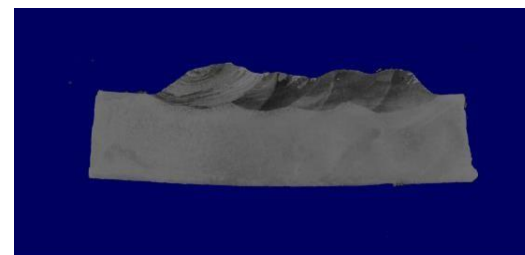


Figura 7. AM061

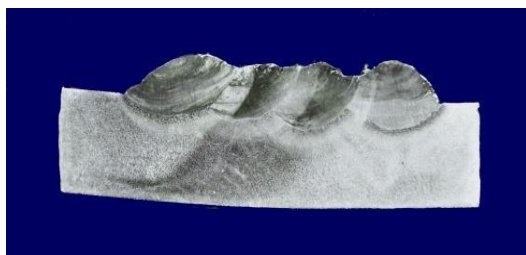


Figura 8. AM071

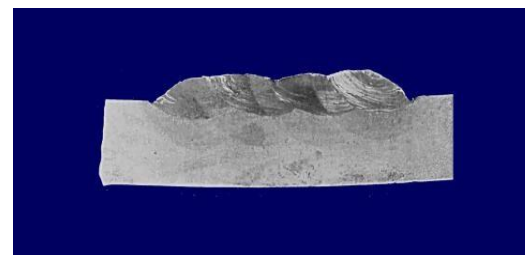


Figura 9. AM081

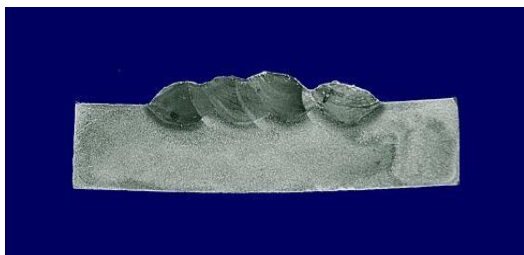


Figura 10. AM091

Para o ensaio de dureza, foram feitas medições nos quatros cordões de solda de cada amostra e fazendo uma média das medidas para obtenção de um valor que mostre o quanto houve de aumento da dureza. Os resultados podem ser observados na Tab.3 a seguir:

Tabela 3. Resultados do ensaio de dureza (HRC)

Ensaio de dureza	AM011	AM021	AM031	AM041	AM051	AM061	AM071	AM081	AM091
Escala: Rockwell C									
Indentador: Cone de Diamante									
Carga: 150 kgf/ 45N									
Tempo: 15 s									
Medida 1 (1º Cordão)	54,3	57,3	57,1	40,5	41,6	52,9	30,4	58,5	78,9
Medida 2 (2º Cordão)	55,9	39,0	35,7	67,0	33,3	43,6	39,9	65,2	44,5
Medida 3 (3º Cordão)	90,3	44,8	52,3	48,0	47,8	31,8	58,4	65,4	40,0
Medida 4 (4º Cordão)	37,5	42,9	35,5	53,6	58,1	38,8	58,9	38,5	50,0
Medida 5 (Superposição)	47,3	50,8	49,2	76,1	67,7	60,2	47,3	67,2	52,0
Valor médio no cordão (Revestimento)	57,1	47,0	46,0	57,0	49,7	45,5	47,0	59,0	53,1

É possível observar com os resultados obtidos que houve um aumento significativo de dureza (que em média é de 42,5 para o aço ASTM A-36), sendo que nas amostras a dureza obtida média foi de 51,3. Logo, conclui-se que o método de soldagem utilizado é viável, pois o processo consiste no uso de materiais de fácil aquisição a baixo custo, dessa maneira podendo ser aplicado em larga escala na indústria para peças que sofrem intenso desgaste superficial, pois os resultados foram satisfatórios quanto às propriedades mecânicas obtidas de dureza, podendo ser utilizados em diversas aplicações de engenharia.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Teresina Central, pelo fornecimento de espaço para desenvolvimento da pesquisa. Ao corpo técnico do Laboratório de Usinagem e Laboratório de Materiais (LABMAT). Queremos agradecer também aos professores José Francisco dos Reis Sobrinho e Mário Viana Medeiros Filho por todo incentivo e orientação.

5. REFERÊNCIAS

LEITE, Ricardo V.; MARQUES, Paulo V. Estudo Comparativo da Resistência ao Desgaste Abrasivo do Revestimento de Três Ligas Metálicas Utilizadas na Indústria, Aplicadas por Soldagem com Arames Tubulares. Soldagem Insp. São Paulo, Vol. 14, N. 4, p.329-335, 2009.

LIMA, Aldemi Coelho; FERRARESI, Valtair Antonio. Análise da Microestrutura e da Resistência ao Desgaste de Revestimento Duro Utilizado pela Indústria Sucroalcooleira. Soldagem Insp, São Paulo, Vol. 14, N. 2, p.140-150, 2009.

POLIDO, R. S. ; GALLEGO, E.J. Estudo da Microestrutura de Revestimento Duro Aplicado nos Equipamentos da Indústria Sucroalcooleira Sujeito ao Desgaste Abrasivo. Portal UESP/FEI. 2006. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/saito_cicunesp2006.pdf> Acesso em 21 set 2015.

SILVA, H. R. Aspectos Operacionais de Revestimentos Soldados: Desgaste Erosivo e Cavitação. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SOUZA, Daniel Dominices Baía G. de, FERRARESI, Valtair Antônio. Aplicação de revestimento duro utilizando o processo fcaw duplo arame para diferentes tipos de consumíveis. In: POSMEC–Simpósio do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Mecânica, Anais...Uberlândia: Universidade federal de Uberlândia, 2014.

6. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF COATING FROM THE MAG-CW WELDING WITH POWDER ADDITION FROM THE COATED ELECTRODE ESAB OK 83.58

Rafael Jarbas Barradas do Nascimento, rafael.jarbas.23@hotmail.com¹

João Lucas Jacob Araújo, jlucasjacob77@gmail.com¹

Iverton José Farias, ivertonf@gmail.com¹

Mário Viana Medeiros Filho, mario@ifpi.edu.br¹

José Francisco dos Reis Sobrinho, reissobrinho@ifpi.edu.br¹

¹Federal Institute of Piauí

Abstract. The wear and tear of equipment and components in the industrial and agricultural branches as well as numerous branches of activity, represents a great factor of depreciation of capital and source of expenses with maintenance and replacement of mechanical components. As wear is a surface phenomenon involving mechanical removal, the solutions found through the coating solder have been shown to be highly effective both to prevent and to minimize or recover the different forms of wear of the metals. However, the implementation of procedures such as these refers to a cost of operation, which in turn, meets the purpose of the use, the improvement of operating procedures can further optimize the application of the process in industrial productions. This work is based on this work, the modification and optimization of the MAG-CW welding process in the wear coating procedures. Thus, a MAG-CW welding process with powder addition was used, this being obtained after the removal and grinding of the electrode coating ESAB OK 83.58, using a machined process and as a base material ASTM A36 steel. Thus obtaining a geometric regularity of the strands (width, height) along its length, with little slag and low index of spatter. After that, the specimens were submitted to macro and microscopic analyzes related to hardness, obtaining as a result a significant increase of this property, in this way, guaranteeing to the material a greater resistance to surface wear.

Keywords: Welding, optimization, wear, hardness