

## DESENVOLVIMENTO DE ELETRODO REVESTIDO IMPERMEÁVEL PARA SOLDAGEM SUBAQUÁTICA MOLHADA

**Gustavo Santiago Hugo e Juliano dos Santos Becho**

Alexandre Queiroz Bracarense, Ivanilza Felizardo, Claudio Turani. (orientadores)

UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Curso de Engenharia Mecânica

Departamento de Engenharia Mecânica- LRSS- - Pampulha - CEP 31270-901 – Belo Horizonte – Minas Gerais

E-mail para correspondência: gusanhu@hotmail.com; juliano\_becho@hotmail.com

### Introdução

Os processos de soldagem subaquática são utilizados principalmente em manutenções e reparo pelas indústrias de exploração de gás e petróleo. Esses processos podem ser subdivididos em duas categorias: soldagem hiperbárica onde a região a ser soldada é envolvida por uma câmara onde o contato com a água é eliminado, e a soldagem molhada onde há contato direto com a água (Rowe; Liu, 2001). O último é o processo mais empregado devido à simplicidade do equipamento, baixo custo, mobilidade, fácil uso e rapidez de reparo.

### Objetivo

O eletrodo revestido empregado na soldagem subaquática molhada tem sua impermeabilidade garantida por uma camada de verniz aplicada sobre o revestimento, já que o contato direto com a água o danificaria. O objetivo desse trabalho foi avaliar, em laboratório, a viabilidade técnica de um eletrodo com revestimento impermeável (Fichel *et al.*, 2009) obtido a partir da aglomeração com polímeros. Com isso espera-se melhoria das características operacionais e redução no custo de fabricação através da eliminação da secagem em fornos e envernizamento em suas etapas de produção. Fig.1.

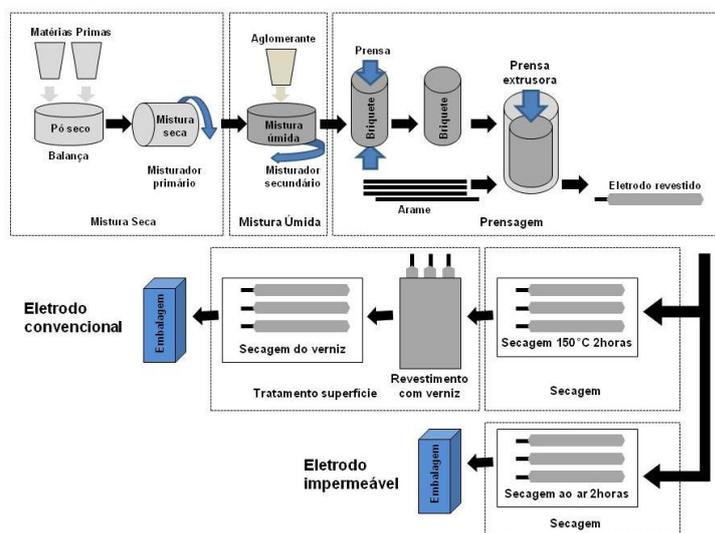


Figura 1 – Fluxo de produção de eletrodos revestidos convencionais e impermeáveis para soldagem subaquática.

### Metodologia

O eletrodo revestido impermeável foi produzido a partir da formulação de um E6013, com um polímero em solução (Pérez *et al.*, 2009) substituindo o aglomerante padrão (silicato de potássio), segundo as etapas a seguir: pesagem das matérias primas em uma balança analítica, mistura das matérias primas em um cadinho formando o “pó seco”, adição da solução com o polímero e posterior homogeneização formando a “mistura úmida”. Então a “mistura úmida” juntamente com o arame é acondicionada em um dispositivo que é levado a uma máquina de compressão especialmente desenvolvida para esta aplicação, Fig. 2, onde é obtido o eletrodo, Fig. 3. Neste processo foram produzidos eletrodos revestidos utilizando diferentes proporções de

polímero/pó seco. Esses foram avaliados através da deposição de cordões sobre chapa em condições de lâmina d'água (0,5 metros) e 20 metros de profundidade através de um dispositivo de soldagem por gravidade localizado no interior de uma câmara hiperbárica. Os cordões de solda foram então comparados com os produzidos por eletrodos de uso comercial. O eletrodo que apresentou o melhor resultado foi reproduzido em fábrica com as devidas modificações para as condições de produção industrial.

Os cordões sobre chapa obtidos com o eletrodo produzido em escala industrial foi em seguida comparado com os do eletrodo fabricado em laboratório e do eletrodo comercial.



Figura 2 – Máquina de compressão .



Figura 3 – Eletrodos produzidos no laboratório.

## Resultados

Os cordões de solda depositados sobre chapa pelo eletrodo revestido impermeável produzido em laboratório apresentaram resultados similares, quanto à soldabilidade e aparência do cordão de solda, aos depositados com o eletrodo revestido comercial tanto em lâmina d'água quanto a 20 metros de profundidade. Os resultados dos cordões de solda depositados sobre chapa pelo eletrodo reproduzido em fábrica foram similares aos obtidos com o eletrodo produzido em laboratório e o eletrodo comercial, Fig.4, quanto aos mesmos aspectos citados.

### Soldagem em Lâmina d'água (0,5m)



Eletrodo produzido no laboratório



Eletrodo produzido em escala industrial



Eletrodo comercial (rutílico)

### Soldagem em profundidade (20m)



Eletrodo produzido no laboratório



Eletrodo produzido em escala industrial



Eletrodo comercial (rutílico)

Figura 4 – Cordões de sobre chapa

## Conclusão

Pode-se concluir, avaliando os resultados obtidos neste trabalho, que o eletrodo revestido impermeável é tecnicamente viável. Verifica-se ainda que é possível reproduzir, em escala industrial, o eletrodo revestido impermeável obtido em laboratório.

## Agradecimentos

ELBRAS Eletrodos do Brasil Ltda. e Laboratório de Robótica, Soldagem e Simulação.

## Referências

- Fichel, I; Dalla, A.; Ros D.A.; Felizardo, I.; Vaz; C.T.; Gonzáles, L.P.; Pérez, M.R.; Puchol, R.Q.; Pessoa, E.C.P.; Bracarense, A.Q.; “Desenvolvimento de Eletrodos Revestidos Impermeáveis”; XXXV CONSOLDA Congresso Nacional de Soldagem, 2009, Piracicaba - SP. XXXV CONSOLDA, 2009.
- Pérez, M. R. ; BRACARENSE, Alexandre Queiroz ; GONZALEZ, L. P. ; PESSOA, E. C. P. ; PUCHOL, R. Q. ; SCOTT, A. D. . Evaluación Del Comportamiento de Electrodo Rutílicos (E 6013) en Condiciones de Soldadura Subacuática Mojada, Protegidos con Diferentes Tipos de Impermeabilizantes. XXXV CONSOLDA Congresso Nacional de Soldagem, 2009, Piracicaba - SP. XXXV CONSOLDA, 2009.
- Rowe, M.; Liu, S; “Recent developments in underwater wet welding”; Science and Technology of Welding and Joining; Vol.6, Number 6; p.387 to 396; 2001.