

CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTO DE ALUMÍNIO APLICADO EM BARRAS TREFILADAS POR PROCESSO DE ASPERSÃO TÉRMICA POR ARCO ELÉTRICO

Victória Samantha Goelzer, Marcelo Favaro Borges

INTRODUÇÃO

A proteção contra a corrosão marinha tem-se transformado em uma necessidade crescente. Por isso, empresas de exploração petrolífera buscam aperfeiçoar suas tecnologias investindo em pesquisas que visem mitigar os efeitos deletérios da corrosão. Componentes que atuam em equipamentos submarinos podem ficar expostos a ambientes mais agressivos devido ao contato com gases que acompanham o fluido de produção, como exemplo H₂S e CO₂, podendo ainda estar submetidos a elevadas cargas durante sua operação.

OBJETIVO

Avaliar o desempenho do revestimento de alumínio aplicado por processo de aspersão térmica a arco elétrico (ASP) em barras trefiladas, cuja microestrutura e propriedades mecânicas são similares a equipamento encontrados na indústria *offshore*.

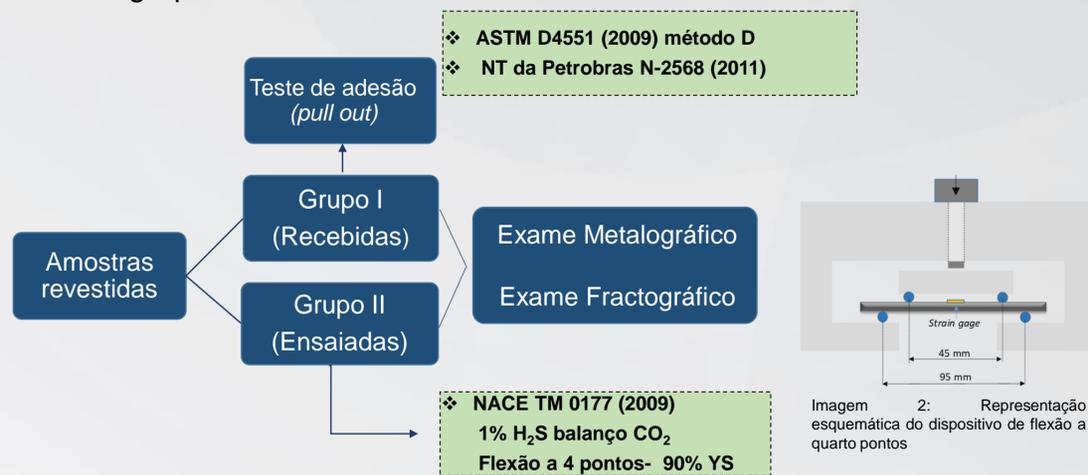
METODOLOGIA

As amostras foram revestidas com alumínio através do processo de aspersão térmica a arco elétrico (ASP).



Imagem 1: A) Desenho esquemático do processo de deposição por ASP; B) Durante deposição; C) Esquemático do fio revestido

Após o processo de deposição do revestimento as amostras foram separadas em dois grupos:



RESULTADOS

❖ ADESÃO MECÂNICA

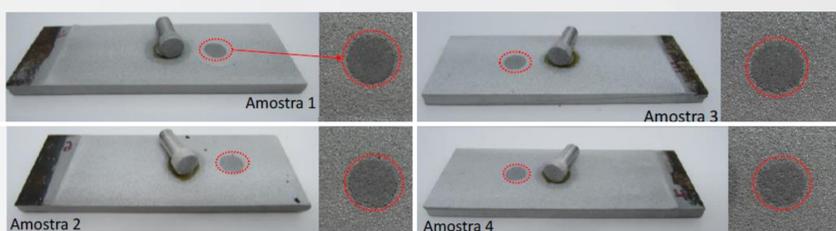


Imagem 3: Amostras recebidas após ensaios de adesão.

Tensão de arrancamento do pino:
12,6 MPa > 10 MPa ✓

❖ MICROSCOPIA ÓTICA (MO)

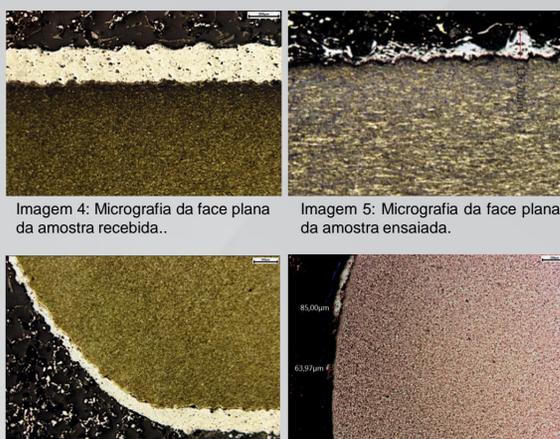


Imagem 4: Micrografia da face plana da amostra recebida..

Imagem 5: Micrografia da face plana da amostra ensaiada.



Imagem 6: Micrografia da face lateral da amostra recebida.



Imagem 7: Micrografia da face lateral da amostra ensaiada.

Tabela 1: Medidas de espessura do revestimento em µm – resultados de 5 medições para cada amostra

| Esp. | Como recebidas | Pós ensaio | Diferença |
|---------------|----------------|------------|-----------|
| Mín | 215,6 | 65,7 | 149,9 |
| Máx | 278,6 | 236,6 | 42 |
| Média | 236,4 | 143,0 | 93,4 |
| Desvio Padrão | 28,6 | 68,2 | |

Consumo do anodo

❖ EDS

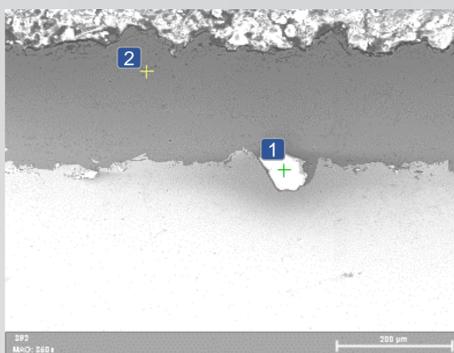


Imagem 8: Micrografia em MEV da amostra recebida indicando os pontos de EDS.

Tabela 2: Resultados qualitativos de microanálise em EDS (% em massa) das regiões avaliadas do revestimento na amostra recebida.

| Elementos | Ponto 1 | Ponto 2 |
|-----------|---------|---------|
| Alumínio | 51.05 | 24.53 |
| Oxigênio | 48.95 | 8.33 |
| Carbono | - | 67.14 |
| Total | 100.00 | 100.00 |

Óxidos formados durante a deposição

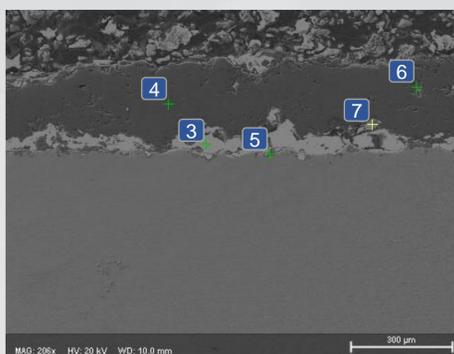


Imagem 9: Micrografia em MEV da amostra ensaiada indicando os pontos de EDS.

Tabela 3: Resultados qualitativos de microanálise em EDS (% em massa) das regiões avaliadas do revestimento na amostra ensaiada.

| Elementos | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
|-----------|---------|---------|---------|
| Alumínio | 26.50 | 38.53 | 13.67 |
| Oxigênio | 29.31 | 47.44 | 66.66 |
| Cloro | - | 0.71 | |
| Ferro | 39.56 | 0.75 | 9.81 |
| Carbono | 4.62 | 7.18 | |
| Sódio | - | - | 9.85 |
| Silício | - | 5.38 | |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Compostos contendo ferro e sódio na interface revestimento/substrato

CONCLUSÕES

- O ensaio de *pull out* apresentou tensão de arrancamento do pino de 12,6 MPa, mantendo intacto o revestimento, sendo a tensão superior ao mínimo estabelecido pelas normas correntes (10 MPa);
- Metalografia revelou perda de espessura do revestimento após o ensaio (máxima perda de 149 µm).
- Verificou-se a presença de porosidade (8%) porém ausência de poros passantes.;
- Compreende-se por meio do EDS que houve formação de óxido de alumínio no processo de deposição do revestimento;
- O revestimento foi eficaz para proteger o substrato dos fenômenos de HIC e SSCC após 720 de exposição sob tensão em meio *sour*.