

COMPORTAMENTO EM CÂMARA DE NÉVOA SALINA DE REVESTIMENTOS  
METÁLICOS ANÓDICOS DEPOSITADOS POR ASPERSÃO TÉRMICA  
Marcos F. O. Schiefler Fo.<sup>1</sup>, Frank Gärtner<sup>2</sup>, Heinrich Kreye<sup>3</sup>, Augusto J. A. Buschinelli<sup>4</sup>

*Copyright 2003, 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos*

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 a 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis - SC. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pela Comissão Técnica do Evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelos patrocinadores do 7 COTEQ. *Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos.* O material, conforme apresentado, não necessariamente reflete as opiniões das Associações envolvidas, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos.

---

## Abstract

---

The corrosion behaviour of various Al99.5 and AlMg5 coatings, which were thermally sprayed onto DIN St 37 low alloyed steel substrates, was compared by means of the ASTM B117 salt spray (fog) testing (SST). The coatings were assessed under two conditions: as-sprayed and as-sprayed containing some machined holes, in order to simulate different exposition areas of the substrate material to the electrolyte. The test was performed for 800 hours and both types of coatings were applied using three different spray processes: flame spraying (FS), arc spraying (AS) and high velocity combustion wire (HVCW) spraying. In order to aid the results analysis, a relative quality index was employed to compare and classify the surface condition of the coatings within progressive exposition times. Additionally, the coatings were characterised in terms of microstructural characteristics and mechanical properties, aiming at investigating the main protection mechanism based on the anodic sacrificial behaviour (cathodic protection).

**Keywords:** Corrosion Protection, Metallic Coatings, Thermal Spray, Salt Spray Testing.

## Resumo

---

O comportamento à corrosão de diversos revestimentos de Al99,5 e AlMg5, aspergidos termicamente sobre substratos de aço carbono DIN St 37, foi comparado por meio do ensaio em câmara de névoa salina estabelecido pela Norma ASTM B117. Os revestimentos foram avaliados em duas condições: como aspergidos e como aspergidos contendo alguns furos usinados, com o objetivo de simular

---

<sup>1</sup> M. Eng., Professor Adjunto do Depto. de Engenharia Industrial Mecânica do CEFET-PR

<sup>2</sup> Dr., Researcher at the University of the Federal Armed Forces in Hamburg, Germany

<sup>3</sup> Dr. rer. nat., Univ.-Prof. at the University of the Federal Armed Forces in Hamburg, Germany

<sup>4</sup> Dr.-Ing., Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC

diferentes áreas de exposição do material do substrato ao eletrólito. O ensaio foi realizado por 800 horas e ambos os revestimentos foram depositados por três diferentes processos de aspersão: a chama convencional (FS), a arco elétrico (AS) e a chama de alta velocidade com arame (HVCW). Para auxiliar na análise dos resultados, um índice de qualidade relativo foi adotado para comparar e classificar o estado superficial dos revestimentos ao longo de tempos progressivos de exposição. Adicionalmente, os revestimentos foram caracterizados em termos de características microestruturais e propriedades mecânicas, com o objetivo de se avaliar o mecanismo principal de proteção baseado no efeito de anodo de sacrifício (proteção catódica).

**Palavras-chave:** Proteção contra a Corrosão, Revestimentos Metálicos, Aspersão Térmica, Ensaio em Câmara de Névoa Salina.

## Introdução

O uso de revestimentos metálicos depositados pela técnica de aspersão térmica tem se tornado cada vez mais freqüente na proteção de componentes e estruturas de aço contra a corrosão em ambiente marinho. O objetivo deste estudo é avaliar e comparar a performance à corrosão de revestimentos de Al99,5 e AlMg5 através do ensaio em câmara de névoa salina descrito pela Norma ASTM B117. Esses revestimentos foram produzidos por meio de diferentes processos, incluindo o processo de aspersão à chama de alta velocidade com arame (*High Velocity Combustion Wire*, HVCW), lançado recentemente no mercado (1). Devido ao fato das partículas aspergidas atingirem velocidades significativamente mais altas, em comparação aos processos convencionais à chama e a arco elétrico, essa variante do processo HVOF (*High Velocity Oxy-Fuel*) possibilita a obtenção de revestimentos com propriedades otimizadas.

## 1. Materiais e Métodos

### 1.1 - Produção dos Corpos de Prova

Inicialmente, substratos de aço carbono DIN St 37 ( $\approx$  ASTM S235) medindo 50x70x4 mm<sup>3</sup> foram devidamente jateados com partículas de alumina ( $\varnothing$  0,1-1,0 mm). Para o processo FS, o sistema de aspersão empregado foi o Metco 10E (*Sulzer Metco, Westbury, NY, EUA*), enquanto para o processo AS o sistema adotado foi o OSU G 30/D (*OSU Maschinenbau GmbH, Duisburg, Alemanha*). No caso dos corpos de prova produzidos pelo processo HVCW, os sistemas utilizados foram o W 1000 (*Metatherm GmbH, Homburg, Alemanha*) para Al99,5 e o sistema HVw 2000 (*High Velocity Technologies Inc., West Lebanon, NH, EUA*) para AlMg5. Em todos os casos, parâmetros de processo de uso comercial foram adotados.

### 1.2 - Preparação Metalográfica de Amostras e Corpos de Prova

Amostras metalográficas de seções transversais dos corpos de prova foram preparadas antes (para a caracterização microestrutural) e depois do ensaio. O procedimento englobou a aplicação de resina protetora, corte com disco abrasivo em cortadeira Struers Discotom-2, embutimento com resina de cura a frio e lixamento seguido de polimento em equipamento automático Struers RotoPol-31. As amostras foram analisadas em um microscópio ótico Leica DM com o auxílio de micrografias de

diferentes ampliações. Para os ensaios em câmara de névoa salina, faces revestidas (50x70 mm<sup>3</sup>) foram cuidadosamente lixadas (até papel abrasivo de grana 1000) e polidas (até suspensão de diamante de 1 µm) no mesmo equipamento, sob carga pré-definida e controlada eletronicamente. Furos medindo 1, 3 e 6 mm em diâmetro foram usinados através dos revestimentos, simulando diferentes graus de exposição do substrato ao meio corrosivo. Para permitir que somente parte da face revestida dos corpos de prova ficasse exposta à névoa salina, a face oposta, as laterais e parte da face revestida foram isoladas através da aplicação de uma resina orgânica de especificação UN 1139 (firma alemã *Turco-Chemie*). Operações de limpeza adequadas foram realizadas entre as várias etapas de preparação e antes do ensaio.

### 1.3 - Caracterização Microestrutural e de Propriedades Mecânicas

Medições de espessura e de microdureza foram realizadas sobre seções transversais dos revestimentos, utilizando-se um microscópio ótico e um microdurômetro digital *Leitz* com carga de 0,98 N (Norma DIN 50133). O teor de oxigênio foi medido em um equipamento *Leco TC-436-DR* pela técnica de fusão em gás inerte, enquanto o teor de Mg foi estimado por espectroscopia de energia dispersiva (EDX). A porosidade foi avaliada em um analisador quantitativo de imagens a partir de seções transversais cuidadosamente polidas, com ampliações de 100 ou 500x, dependendo da espessura da amostra. A aderência na interface revestimento/substrato foi determinada por ensaio de tração, segundo a Norma DIN EN 582, utilizando cilindros de 25 mm de diâmetro. A rugosidade superficial foi medida em um rugosímetro digital de bancada *Taylor Hobson* modelo *Surtronic 3+*, pela Norma DIN 4768.

### 1.4 - Ensaio em Câmara de Névoa Salina (CNS)

O ensaio em câmara de névoa salina (*Salt Spray (Fog) Testing, SST*) seguiu a Norma ASTM B 117 (2). O equipamento utilizado foi uma câmara modelo SL-400 (da firma alemã *Gebr. Liebisch, Bielefeld*), no interior da qual atua uma névoa salina gerada a partir de uma solução de 5% em peso de cloreto de sódio (NaCl), com um pH localizado entre 6,5 e 7,2. A temperatura na câmara foi mantida a 35°C e a duração total do ensaio atingiu 800 horas. As faces dos corpos de prova avaliadas foram dispostas paralelamente à direção do fluxo principal da névoa, formando um ângulo de aproximadamente 30° com a vertical (observar Figura 1). A evolução do processo corrosivo ao longo do ensaio foi monitorada por meio de inspeção visual, com dados sendo registrados a cada 96 horas (diariamente nos primeiros quatro dias). A partir desses dados estabeleceu-se um índice de qualidade relativo, usado na comparação do desempenho de cada revestimento ao longo do tempo. Os corpos de prova foram fotografados antes e depois do término do ensaio, quando os mesmos foram lavados com jato de água destilada e secados ao ar.

## 2. Análise dos Resultados e Discussão

Os resultados da caracterização microestrutural e de propriedades mecânicas dos revestimentos logo após a aspersão são sumarizados na Tabela 1. Adicionalmente, microestruturas representativas (seções transversais) desses revestimentos são mostradas na Figura 2 (3). Como esperado, os dois depósitos aspergidos pelo processo HVCW apresentaram menor teor de oxigênio, menor porosidade e menor rugosidade superficial, em comparação aos depósitos aspergidos pelos processos convencionais (FS e AS). Para os revestimentos de Al99,5, o tipo de processo de aspersão não influenciou

significativamente na microdureza, sendo que os valores levemente mais elevados atingidos por FS e AS se devem, provavelmente, à maior quantidade de óxidos presente nas microestruturas correspondentes. A adição de um determinado percentual de Mg ao Al tem por objetivo tornar o potencial de corrosão do material do revestimento mais negativo, distanciando-o do potencial do material do substrato ( $E_{\text{corr}} \cong -730 \text{ mV vs. ECS}$ , para o aço St 37 (4)). Desta forma melhora-se, em princípio, a eficiência da proteção catódica (5).

No caso dos revestimentos de AlMg5 estudados, nota-se que a microdureza de AS (Tabela 1) está localizada praticamente no patamar de dureza dos revestimentos de Al99,5. Isso pode ser explicado pela perda quase total do Mg deste revestimento, favorecida pela temperatura significativamente mais elevada imposta ao material pelo processo de aspersão a arco elétrico. De fato, medidas de microsonda EDX indicaram 4,4, 4,3 e somente 0,3 % em peso de Mg para AlMg5 HVCW, FS e AS, respectivamente (6).

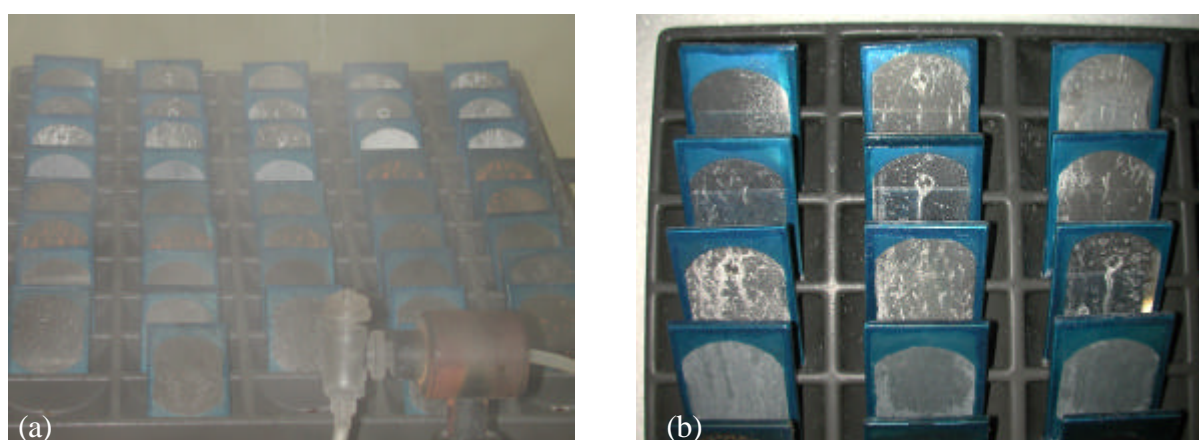


Figura 1 – Disposição dos corpos de prova durante o ensaio em câmara de névoa salina. (a) Vista parcial do interior da câmara; (b) Detalhe ampliado da anterior.

Tabela 1 – Características microestruturais e propriedades obtidas para os diversos revestimentos de Al99,5 e AlMg5.

Revestimento	Al99,5			AlMg5		
	FS	AS	HVCW	FS	AS	HVCW
Corpo de Prova						
Espessura* ( $\mu\text{m}$ )	235	200	610	190	225	350
Teor de Oxigênio (% peso)	$0,80 \pm 0,03$	$1,20 \pm 0,10$	$0,34 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,04$	$1,40 \pm 0,20$	$0,36 \pm 0,03$
Porosidade* (% vol.)	3	11	2	8	14	3
Rugosidade, $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	$17,6 \pm 3,4$	$19,7 \pm 1,4$	$10,4 \pm 0,6$	$20,5 \pm 0,9$	$19,7 \pm 1,7$	$7,0 \pm 0,3$
Microdureza (HV0.1)	$43 \pm 2$	$42 \pm 4$	$40 \pm 5$	$77 \pm 7$	$45 \pm 7$	$78 \pm 6$
Aderência* (MPa)	39,2	21,1	25,9	27,4	26,3	10,2

\* Valores médios.

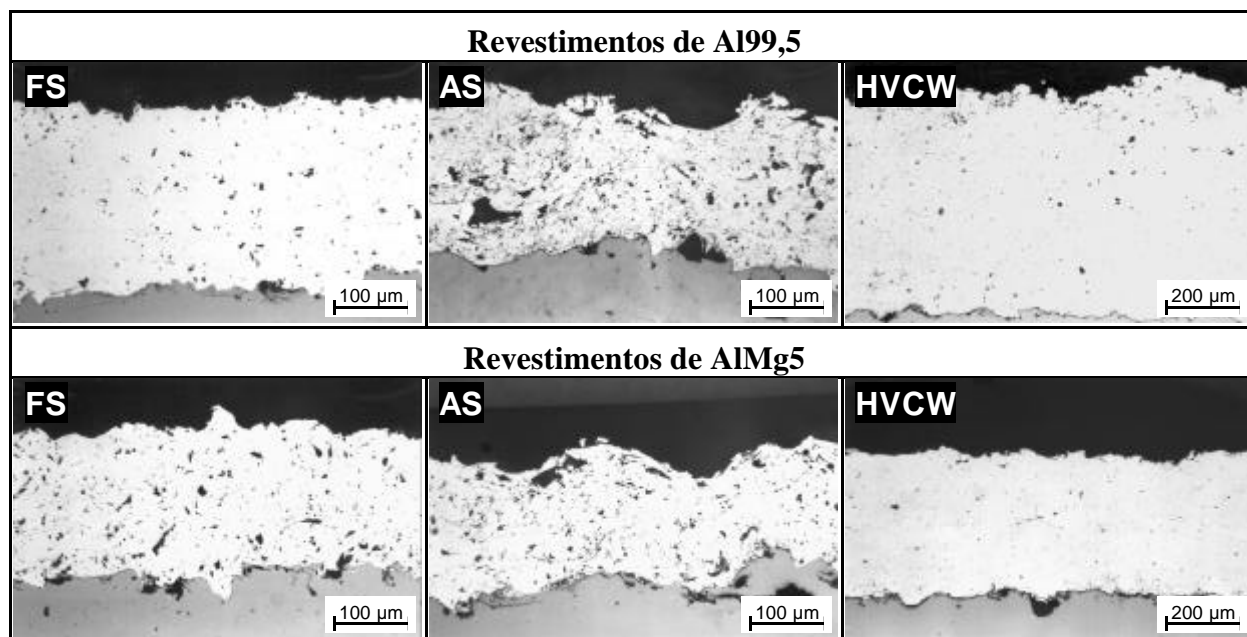
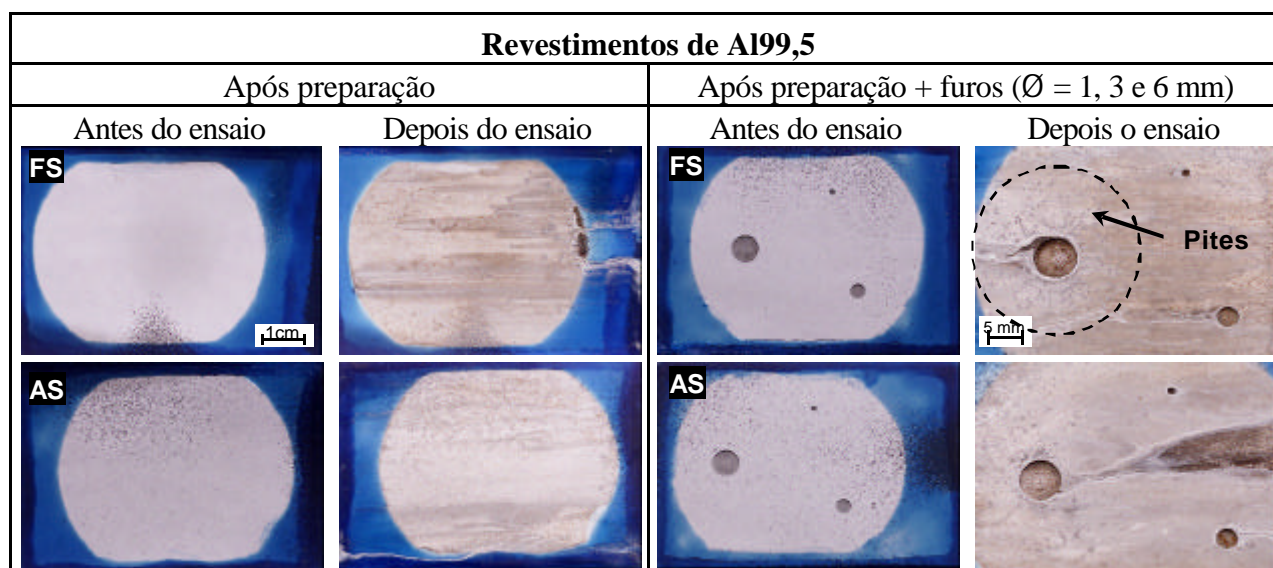


Figura 2 – Microestruturas representativas dos diferentes revestimentos de Al99,5 e AlMg5 (3).

O ensaio em câmara de névoa salina (CNS) é um teste de corrosão acelerada através do qual diferentes corpos de prova expostos a uma mesma condição podem ser classificados com relação à resistência à corrosão (7). Apesar de sofrer algumas críticas quando comparado a outros ensaios de corrosão (8, 9), a importância e atualidade do ensaio em CNS é refletida pelo grande número de usuários tanto na indústria como nas universidades e centros de pesquisa. As Figuras 3 e 4 reúnem, respectivamente, fotografias das faces revestidas dos corpos de prova de Al99,5 e AlMg5, após preparação. Em ambos os casos, a primeira e a terceira colunas referem-se à situação antes do ensaio, enquanto a segunda e a quarta colunas correspondem ao estado superficial dos corpos de prova depois das 800 horas de exposição à névoa salina.



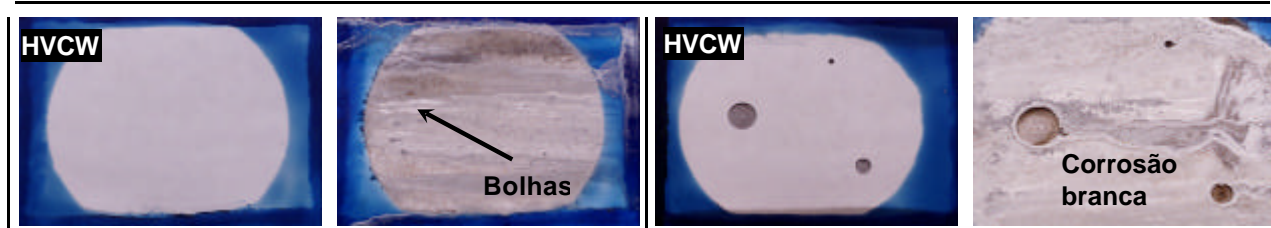
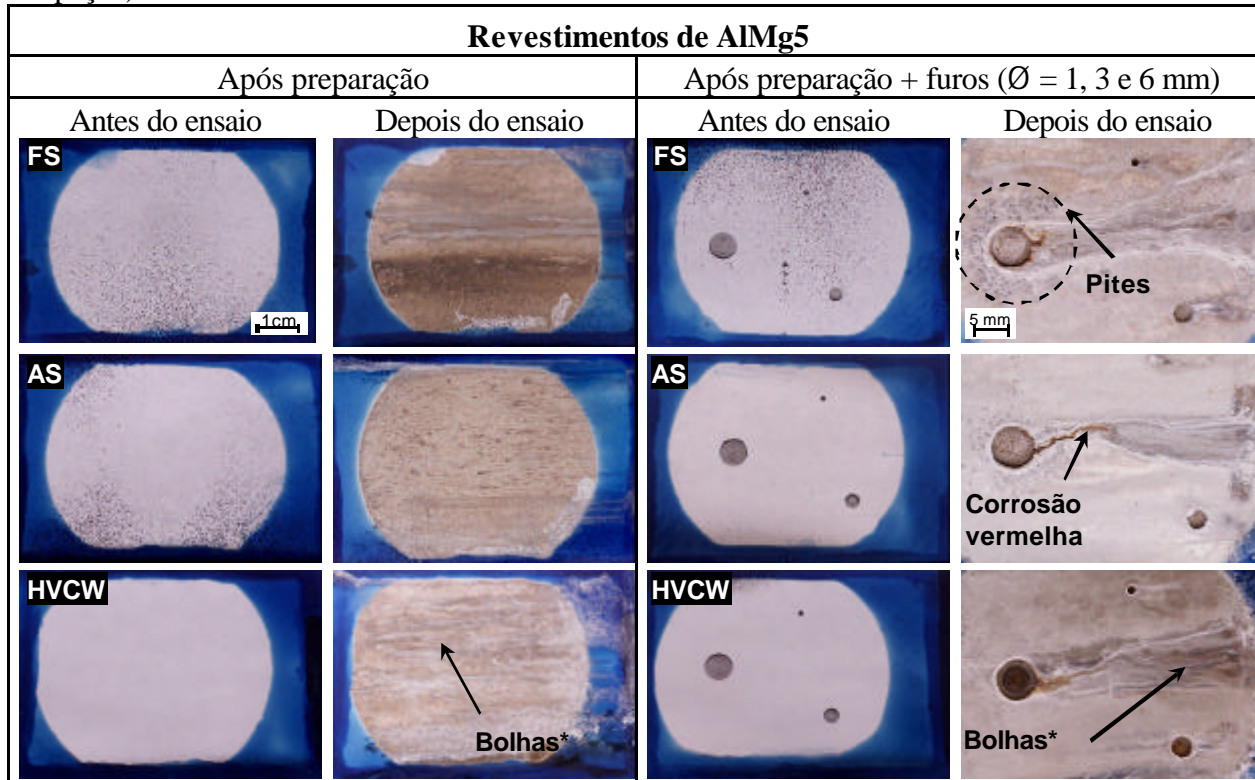


Figura 3 – Fotografias das faces revestidas dos corpos de prova de Al99,5, obtidas antes e depois da exposição à névoa salina por 800 horas.

Observa-se uma aparente similaridade entre as três superfícies mostradas na segunda coluna da Figura 3. Todavia, o revestimento HVCW apresentou a formação de uma série de pequenas bolhas após aproximadamente 48 horas de ensaio, as quais, com o prosseguimento do ensaio, acabaram gerando defeitos em toda a sua extensão. Com base nas imagens ampliadas mostradas na quarta coluna, pode-se considerar que os três revestimentos foram capazes de proteger catodicamente as diferentes áreas de exposição do substrato, pois não há indícios de corrosão vermelha aparente. O revestimento HVCW contendo os três furos usinados não apresentou o problema de formação de bolhas detectado no mesmo revestimento sem furos. Por outro lado, o revestimento Al99,5 FS apresentou maior susceptibilidade à formação de pites de corrosão, principalmente junto aos furos.

As fotografias apresentadas na Figura 4 permitem algumas observações para o caso dos revestimentos de AlMg5. Novamente, o revestimento produzido pelo processo HVCW resistiu menos à ação da névoa salina e passou a apresentar bolhas em toda a extensão da área exposta, também a partir da segunda inspeção ( $\cong$  48 horas de ensaio). Nesse caso, o revestimento AlMg5 HVCW contendo furos apresentou o mesmo problema, mas somente depois de aproximadamente 96 horas (a partir da quarta inspeção).



\* Encobertas pelos produtos de corrosão branca.

Figura 4 – Fotografias das faces revestidas dos corpos de prova de AlMg5, obtidas antes e depois da exposição à névoa salina por 800 horas.

Diferentemente dos revestimentos de Al99,5, as três imagens ampliadas mostradas na quarta coluna da Figura 4 indicam o aparecimento de pequenas quantidades de corrosão vermelha associadas aos furos de 6 mm de diâmetro dos revestimentos de AlMg5. Pode-se também perceber que a quantidade de produtos de corrosão branca gerada sobre a superfície do revestimento AS é maior do que nas demais, inclusive preenchendo total e parcialmente os furos de 1 e 3 mm de diâmetro, respectivamente. Tal fato advém, provavelmente, da atuação de uma corrente de corrosão ( $I_{\text{corr}}$ ) mais elevada no sistema, a qual provoca um maior consumo de material como anodo de sacrifício. Cavalcanti *et al.* (10) já haviam observado comportamento similar a esse, ao compararem diferentes revestimentos de alumínio. Por fim, o revestimento FS voltou a apresentar maior tendência à formação de pites nas regiões circunvizinhas aos furos.

Os revestimentos aspergidos pelo processo HVCW, apesar de terem adquirido propriedades microestruturais otimizadas, fato que pode ser comprovado pelos valores comparativos da Tabela 1 e pelas micrografias da Figura 2, foram os únicos a apresentar bolhas em função da exposição à névoa salina. Por outro lado, esses revestimentos possuem espessuras maiores do que aquelas dos revestimentos FS e AS, tendendo a ser, em decorrência disso, menos aderentes ao substrato. Os dados da Tabela 1 mostram um valor de aderência relativamente baixo para AlMg5 HVCW (10,2 MPa), porém o valor medido para Al99,5 HVCW (ainda mais espesso do que aquele) pode ser considerado muito bom (25,9 MPa), ficando acima daquele do revestimento Al99,5 AS (21,1 MPa). Portanto, a influência de uma baixa aderência na susceptibilidade à formação de bolhas nos revestimentos HVCW não pode ser claramente afirmada.

A variação do índice de qualidade relativo monitorado ao longo do ensaio é mostrada, para os dois tipos de revestimento, nos gráficos da Figura 5. Esse índice foi estabelecido para cada conjunto de corpos de prova levando-se em conta os seguintes fatores qualitativos durante cada inspeção realizada: quantidade de produtos de corrosão branca, quantidade de produtos de corrosão vermelha (quando presentes), estado geral da superfície exposta, presença ou não de bolhas no revestimento, presença ou não de bolhas na resina protetora, estado do revestimento próximo aos furos e estado do substrato exposto devido aos furos. Trabalhos anteriores (7, 11) citam a utilização de um outro tipo de índice comparativo, baseado na Norma ASTM B537-70.

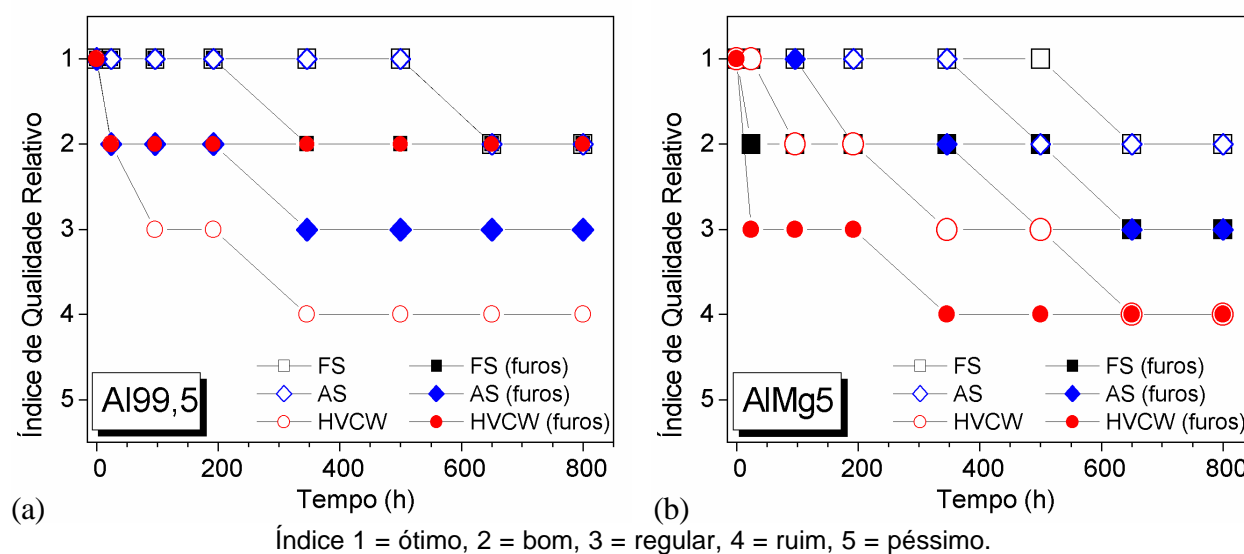


Figura 5 – Variação do índice de qualidade relativo ao longo do ensaio para os revestimentos de Al99,5 (a) e AlMg5 (b).

Os gráficos mostram que todos os revestimentos sofreram algum tipo de deterioração ao longo das 800

horas de ensaio. De uma forma geral, os revestimentos de Al99,5 se comportaram melhor do que os revestimentos de AlMg5. Para os primeiros, o processo FS mostrou melhor desempenho, enquanto para os últimos pode-se inferir que os processos FS e AS apresentaram desempenhos equivalentes, considerando os fatores qualitativos avaliados. O surgimento de bolhas em três dos quatro revestimentos produzidos por HVCW foi a principal causa do baixo índice obtido por eles.

Para ilustrar os efeitos do ensaio em câmara de névoa salina sobre as microestruturas, bem como o efeito de proteção catódica proporcionado pelo uso de revestimentos anódicos com relação ao material do substrato (aço St 37), a Figura 6 compara micrografias óticas obtidas a partir de seções transversais dos três corpos de prova de Al99,5. Constata-se, na coluna da esquerda (Figuras 6a, 6d e 6g), que os diferentes graus de rugosidade superficial e espessuras obtidos em função dos parâmetros de aspersão (constantes na Tabela 1) puderam ser uniformizados por meio das operações de lixamento e polimento descritas na Seção 1.2 (comparar com as microestruturas respectivas da Figura 2). Tornase evidente também que o alto grau de porosidade, trincas e outros defeitos pré-existentes no revestimento AS contribuíram para um ataque mais pronunciado do eletrólito. Exemplificando, a Figura 6e mostra a existência de uma falha microestrutural que permitiu ao eletrólito atingir o substrato e iniciar o ataque ao substrato. O ataque sofrido pelos revestimentos aspergidos a chama (FS e HVCW) ocorreu de forma mais branda, representado pela formação de filmes finos de óxidos entre as partículas lamelares que compõem os depósitos aspergidos. Na micrografia da Figura 6b é mostrada uma seção transversal do corpo de prova Al99,5 FS passando pelo furo de 3 mm, cujo detalhe é incluído na Figura 6c. A seta branca existente sobre a mesma indica a região anelar do revestimento junto ao furo, a qual foi consumida como anodo de sacrifício na proteção da superfície circular exposta do substrato. Essas mesmas regiões dos revestimentos AS e HVCW são apresentadas nas Figuras 6f e 6i, respectivamente. Por sua vez, a Fig. 6h ilustra o efeito danoso da formação de uma bolha no revestimento HVCW, associado a um destacamento pronunciado na interface com o substrato.

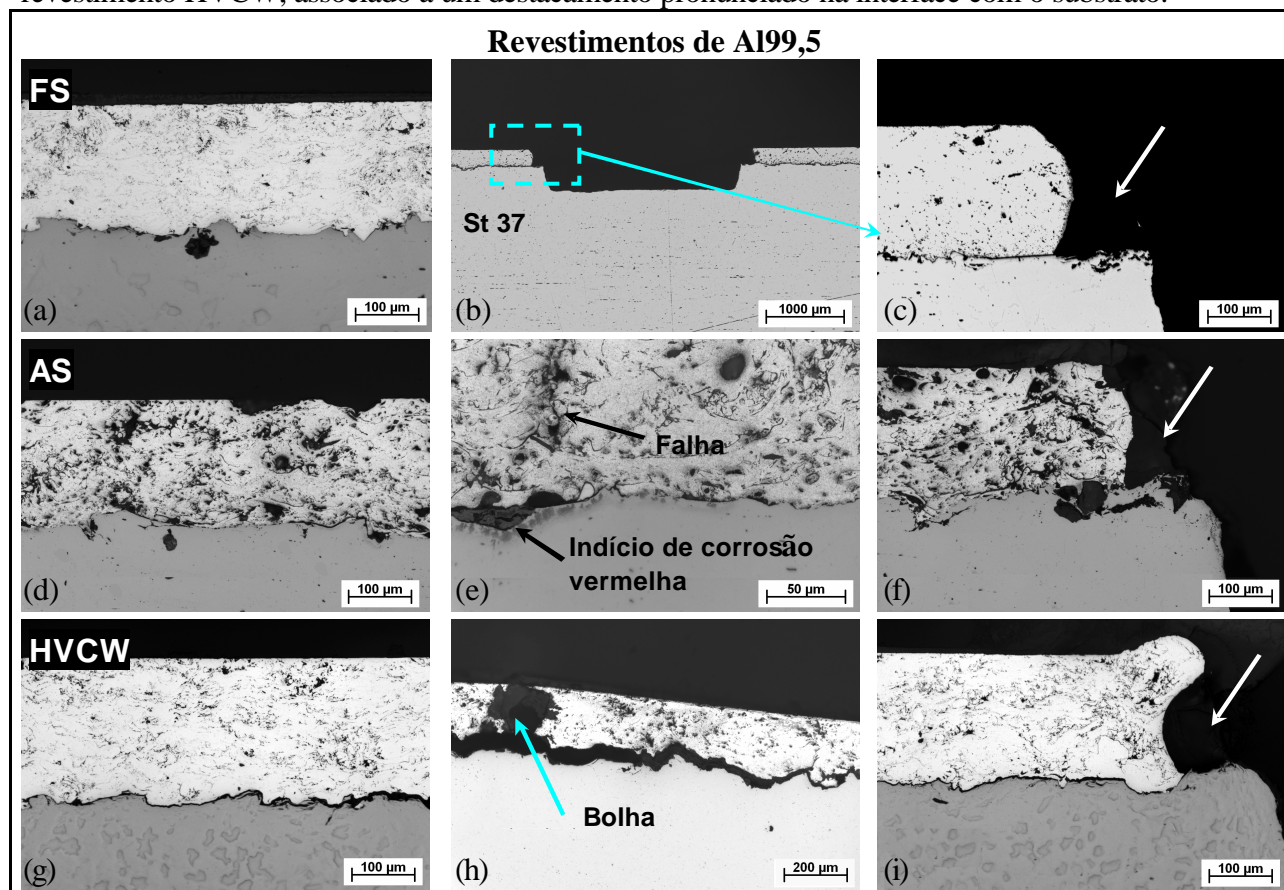


Figura 6 – Seções transversais (micrografias óticas) dos três revestimentos de Al99,5 após o ensaio em



câmara de névoa salina: (a, d, g) Visão geral comparativa; (b) Corte através do furo de 3 mm do revestimento FS; (c, f, i) Detalhes ampliados dos furos de 3 mm dos respectivos revestimentos; (e) Interface revestimento/substrato para AS, indicando falha no primeiro e ataque corrosivo no segundo; (h) Corte através de uma das bolhas originadas no revestimento HVCW.

### 3. Conclusões

---

De uma forma geral, os revestimentos de Al99,5 se comportaram melhor do que os revestimentos de AlMg5 durante o ensaio de corrosão em câmara de névoa salina. Tal fato sugere que os teores de magnésio remanescentes nos revestimentos AlMg5 após os respectivos processos de aspersão não foram suficientes para melhorar a eficiência de proteção catódica, conforme seria esperado. No caso dos revestimentos contendo furos, todos os corpos de prova de AlMg5 (FS, AS e HVCW) apresentaram pequenas quantidades de corrosão vermelha provenientes do material do substrato exposto, devido aos furos. O mesmo não ocorreu para os corpos de prova Al99,5. Neste caso, o revestimento FS mostrou melhor desempenho, enquanto para AlMg5 os revestimentos FS e AS apresentaram desempenhos equivalentes. Apesar disso, o revestimento AlMg5 AS mostrou uma maior quantidade de produtos de corrosão branca sobre a superfície exposta, indicando que nesta situação a corrente de corrosão gerada é relativamente mais alta do que nos demais casos. Em outras palavras, este revestimento sofre um maior consumo de material para prover o substrato do mesmo grau de proteção catódica. O surgimento de bolhas nos revestimentos Al99,5 HVCW (sem furos) e AlMg5 HVCW (com e sem furos) fez com que os mesmos apresentassem um índice de qualidade relativo ruim. Essas bolhas surgiram a despeito desses revestimentos terem apresentado propriedades microestruturais otimizadas em relação aos dois revestimentos aspergidos convencionalmente (FS e AS). Analisando-se as microestruturas correspondentes, parece haver a necessidade de um teor mínimo de porosidade para permitir a acomodação de parte dos produtos de corrosão formados e, conseqüentemente, evitar a formação de bolhas no revestimento.

### 4. Agradecimentos

---

Agradecimentos são dirigidos à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil) e ao Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD/Alemanha), pela concessão de bolsa de estudo de doutorado ao primeiro autor deste trabalho.

### 5. Referências Bibliográficas

---

- (1) KREYE, H., KIRSTEN, A., GAERTNER, F., QI, X., KRÖMMER, W. *High Velocity Combustion Wire Spraying - Systems and Coatings*. Proceed. of the International Thermal Spray Conference (ITSC 2001), C. C. Berndt, K. A. Khor and E. F. Lugscheider (Eds.), ASM International, Materials Park, Ohio (2001), pp. 461-466.
- (2) ASTM B 117-85. *Standard Method of Salt Spray (Fog) Testing*. ASTM Committee G-1 on Corrosion of Metals, August 1985.
- (3) SCHIEFLER Fo., M. F. O., GÄRTNER, F., VOYER, J., KIRSTEN, A., KREYE, H. & BUSCHINELLI, A. J. A. *Protection of Steel Components against Marine Corrosion by Thermally*

- Sprayed Anodic Coatings*. Proceed. of the International Thermal Spray Conference (ITSC 2003), B.R. Marple and C. Moreau (Eds.), ASM International, Ohio (2003), 10 p.
- (4) SCHIEFLER Fo., M. F. O., VOYER, J., GÄRTNER, F. AND QI, X. *Corrosion Behaviour of High Velocity Combustion Wire Sprayed Coatings*. Proceed. of the International Thermal Spray Conference (ITSC 2002), E. Lugscheider, C. C. Berndt (Eds.), DVS – German Welding Society, Düsseldorf, Germany (2002), pp. 553-558.
- (5) BALDWIN, K. R., BATES, R. I., ARNELL, R. D., SMITH, C. J. E. *Al-Mg Alloys as Corrosion Resistant Coatings for Steel*. Corrosion Science, Vol. 38, No. 1, 1996, pp. 155-170.
- (6) SCHIEFLER Fo., M. F. O., BUSCHINELLI, A. J. A., GÄRTNER, F., VOYER, J. & KREYE, H. *Estudo Eletroquímico e Microestrutural de Revestimentos Aspergidos Termicamente para a Proteção do Aço contra a Corrosão Marinha*. Anais do 22º Congresso Brasileiro de Corrosão (XXII CONBRASCORR), Salvador-BA, 19-21.08.2002, 15 p. (em CD ROM).
- (7) NATISHAN, P. M., LAWRENCE, S. H., FOSTER, R. L., LEWIS, J. & SARTWELL, B. D. *Salt Fog Corrosion Behaviour of HVOF Thermal Spray Coatings compared to Electrodeposited Hard Chromium*. Surface and Coatings Technology, Vol. 130 (2000), pp. 218-223.
- (8) FORSCHEE, A. G. *Salt Spray Testing: Problems with and Suggestions for Improving Confidence*. Metal Finishing, Oct. 1991, pp. 45-47.
- (9) FORSCHEE, A. G. *Salt Spray Failures: Recommendations for Troubleshooting Causes*. Metal Finishing, Dec. 1991, pp. 13-14.
- (10) CAVALCANTI; E. H. S., BONELLI, R. S., FERREIRA, C. A., JAMBO, C. H. M., KIRSTEN, A., BUSCHINELLI, A. J. A. *Avaliação frente à Corrosão de Revestimentos de Alumínio aplicados por Aspersão Térmica através de Ensaio Eletroquímicos*. Anais do 14º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, São Pedro, SP, 3-6.12.2000 (em CD ROM).
- (11) DUDZINSKI, D., AU, P., LEGOUX, J.-G. & SIMARD, S. *Salt Fog Corrosion Resistance of HVOF WC-10Co-4Cr Coated and Electrolytic Hard Chrome Plated AerMet 100 and 300M Steel Alloys*. Proceed. of the International Thermal Spray Conference (ITSC 2002), E. Lugscheider, C. C. Berndt (Eds.), DVS Society, Düsseldorf, Germany (2002), pp. 686-691.