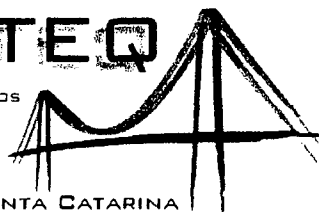


7ª COTEQ

CONFERÊNCIA SOBRE
TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS09-12/SETEMBRO
2003

FLORIANÓPOLIS • SANTA CATARINA

PRODUÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA
DO IPEN
DEVOLVER NO BALCÃO DE
EMPRESTIMO

myata

ok

COTEQ223_03 (a)

ESTUDO COMPARATIVO DE ENSAIOS ACELERADOS PARA SIMULAÇÃO DA
CORROSÃO ATMOSFÉRICASérgio L. Assis¹, Isolda Costa²

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

In this study, specimens coated with five organic coating systems were exposed to accelerated and also to weathering for five years. The accelerated tests consisted of salt spray test, according to ASTM B-117, ASTM G 85-98 annex 5A and ASTM D 5894-96. Coated specimens were exposed with and without incision for substrate exposure. The onset and progress of corrosion at and from the uncovered metallic surface, besides coating degradation, were followed by visual observation, and photographs were taken. The coating systems were classified according to the extent of corrosion protection given to the substrate, using a method based on ASTM standards D-610, D-714, D-1654 and D-3359. The rankings of the coatings obtained from accelerated tests and weathering were compared. Coating degradation was strongly dependent on the test, and could be attributed to differences in test conditions. The best correlation between accelerated test and weathering was found for the test Prohesion alternated with cycles of exposure to UV-A radiation and condensation (ASTM D 5894-96).

Resumo

Neste estudo, corpos-de-prova com cinco tipos diferentes de revestimentos orgânicos foram submetidos a ensaios acelerados e a exposição ao intemperismo climático durante cinco anos. Os ensaios acelerados adotados foram ASTM B-117, ASTM G 85-98 anexo 5A e ASTM D 5894-96. Corpos-de-prova com revestimento, sem e com incisão para exposição do substrato, foram ensaiados utilizando os ensaios especificados, e o desenvolvimento de corrosão na superfície exposta do substrato e a partir desta, bem como a degradação do revestimento, foram acompanhados por observação visual, registro fotográfico e avaliados através de um método baseado nas normas ASTM D-610, ASTM D-714, ASTM D-1654 e ASTM D-3359. Os resultados obtidos possibilitaram classificar os sistemas de revestimento em ordem de proteção conferida ao substrato de aço. O objetivo foi identificar o ensaio acelerado que apresentasse melhor correlação com dados obtidos pela exposição ao intemperismo climático. A degradação

¹ Mestre, Engenheiro Químico – IPEN/CNEN² PHD, Engenheira Química – IPEN/CNEN

dos sistemas apresentou forte dependência do tipo de ensaio utilizado, o que pode ser atribuído às diferentes condições de cada ensaio. O ensaio ASTM D-5894-96 apresentou melhor correlação com o ensaio de intemperismo.

Palavras-chave: ensaios acelerados, ensaio prohesion, névoa salina, revestimentos orgânicos.

1. Introdução

Avaliar antecipadamente o desempenho e o comportamento de materiais metálicos, com ou sem revestimentos, projetados para uso em exposição atmosférica, não é uma tarefa trivial, devido principalmente à complexidade e aos diferentes modos de atuação dos fatores atmosféricos. Esta tarefa é realizada utilizando vários ensaios acelerados de laboratório, muitos deles realizados em câmaras fechadas, expondo o corpo-de-prova à névoa salina de diferentes composições e concentrações. Essas câmaras permitem comparar o desempenho de diferentes materiais. Assim, se determinado material apresenta desempenho superior a outro, pode-se afirmar, com grande possibilidade de acerto, que este material terá uma durabilidade, durante exposição real, também superior. Porém, quanto maior será esta durabilidade, os ensaios acelerados não podem prever.

O ensaio de intemperismo natural é a maneira mais confiável de avaliar revestimentos de substratos metálicos, pois o revestimento é exposto simultaneamente a todos os fatores agressivos a que estará sujeito durante uso, por exemplo: luz solar, chuva, umidade, poluentes atmosféricos e flutuações de temperatura e umidade. Entretanto, a principal desvantagem quanto à utilização deste ensaio é a lenta degradação por ele produzida.

O ensaio acelerado mais antigo e mais utilizado para simulação dos efeitos do intemperismo é o ensaio ASTM B-117 [1], o qual foi originalmente desenvolvido entre 1910-1920 e padronizado em 1939. Este ensaio procura simular as condições encontradas em atmosferas marítimas, através da névoa contínua de solução de cloreto de sódio a uma concentração de 5%(P) e temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. O pH da solução varia entre 6,5 e 7,2 e a umidade relativa é de 100%.

O ensaio ASTM B-117 tem sido utilizado na avaliação de revestimentos orgânicos há várias décadas, apesar das críticas que tem recebido de diversos autores, devido à ausência de correlação com os resultados obtidos de ensaios de exposição natural [2-5]. Pelo menos três fatores importantes não são considerados pela norma ASTM B-117, a saber: ciclos de secagem e umidificação, espécies agressivas como sulfato e amônia e radiações ultravioleta, sem mencionar o modo randômico com que estes fatores se apresentam na natureza [6,7].

A luz solar, especialmente a luz ultravioleta de curto comprimento de onda, é provavelmente um dos agentes mais importantes na deterioração de materiais orgânicos [8]. Conseqüentemente, quando se pretende estudar o desempenho de revestimentos orgânicos através de ensaios acelerados, é importante que se incorpore ao ensaio este fator agressivo [9]. As normas ASTM G53-88 [10] e ASTM D5894-96 [11], introduziram os fatores agressivos mencionados acima e não previstos na ASTM B-117. A primeira, ASTM G53-88, descreve ensaios cíclicos de exposição à radiação ultravioleta e condensação, e a segunda, ASTM D5894-96, combina exposição cíclica à radiação UV e a condensação com o ensaio ASTM G85-98, que expõe os corpos-de-prova a ciclos de secagem e umidificação [12,13]. No ciclo UV/condensação, os corpos-de-prova sofrem ação de radiação UV, proveniente de lâmpadas UV-A 340 nm, durante 4 horas, a 60°C , a qual é alternada com 4 horas de exposição à condensação a 50°C . Na exposição aos ciclos de secagem e umidificação, os corpos-de-prova são expostos a ciclos de 1 hora de névoa salina à temperatura ambiente alternados com 1 hora de secagem à 35°C . A solução da névoa salina é constituída por 0,05% (p/p) NaCl e 0,35% (p/p) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Os corpos-de-prova permaneceram 162 horas em cada câmara de ensaio.

2. Materiais e Métodos

Corpos-de-prova de aço com dimensões de 10 cm x 15 cm ou de 15 cm x 7 cm, cuja composição é mostrada na Tabela 1, foram utilizados como substrato para os cinco sistemas de revestimentos especificados na Tabela 2. Os corpos-de-prova foram inicialmente desengraxados com tetracloreto de carbono (CCl_4) e em seguida suas superfícies foram preparadas por jateamento com micro-esferas de vidro, obtendo um acabamento Sa 2½ de acordo com a norma SIS SS 055900 [14]. Posteriormente, os sistemas de revestimento foram aplicados aos corpos-de-prova. Durante aplicação, entre uma demão e outra, foi obedecido o tempo de cura e os valores de espessura de demão, especificados pelo fabricante das tintas [15]. Esses corpos-de-prova foram submetidos aos ensaios acelerados e de intemperismo indicados na Tabela 3.

Tabela 1 - Composição química do substrato usado.

| Elemento | C | Si | Mn | S | P | Ni | Cu | Al | Sn | Fe |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|---------|
| %(p) | 0,058 | 0,012 | 0,24 | 0,012 | 0,011 | 0,02 | 0,03 | 0,046 | 0,013 | Balanço |

Tabela 2 - Sistemas de revestimentos.

| Sistema | Fundo | Demão | Intermediária | Demão | Acabamento | Demão |
|---------|--|-------|---|-------|--|-------|
| 1 | anticorrosivo alquídico monocomponente | 3 | - | - | alquídico semibrilhante | 2 |
| 2 | anticorrosivo à base de zarcão | 1 | anticorrosivo à base de zarcão e óxido de ferro | 1 | alumínio à base de óleo polimerizado e resina fenólica | 2 |
| 3 | anticorrosivo alquídico monocomponente | 3 | - | - | alumínio à base de óleo polimerizado e resina fenólica | 2 |
| 4 | epóxi zarcão-óxido de ferro curada com poliamina | 2 | - | - | tinta à base de resina acrílica | 2 |
| 5 | epóxi zarcão-óxido de ferro curada com poliamina | 2 | - | - | alumínio à base de óleo polimerizado e resina fenólica | 2 |

Tabela 3 – Ensaio realizados.

| Ensaio | Tipo de exposição | Descrição/Duração |
|------------------------------|--|---|
| Intemperismo | atmosfera urbana | 5 anos |
| ASTM B-117 | exposição constante a névoa salina | névoa contínua de NaCl 5%(p/p), T=35°C, duração total: 1000 horas |
| Prohesion ASTM G85-98 | ciclos de umidificação e secagem | 1 h de névoa de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,35% p/p) + NaCl (0,05% p/p), alternada com 1 h de secagem a 35°C, duração total: 2000 h |
| Prohesion/UVCON ASTM 5894-96 | ASTM G85-98 alternado com ciclos de exposição a UV-A e condensação | 162 h de ciclos de umidificação e secagem alternada com 162 h de ciclos de exposição à UV-A/condensação (UVCON), duração: 2000 h |

3. Avaliação dos modos de degradação

A degradação dos sistemas de revestimento expostos aos ensaios foi avaliada por um método indicado na literatura [16] que foi adaptado das normas ASTM D-610 [17], ASTM D-714 [18], ASTM D-1654 [19] e ASTM D-3359 [20], possibilitando avaliar as seguintes características:

(a) - Extensão de enferrujamento da superfície - o grau de enferrujamento da superfície foi avaliado através da observação da corrosão da superfície próxima à incisão vertical. Adotou-se a escala de “0” a “10” para quantificar a extensão do enferrujamento. A nota “0” significa que aproximadamente 100% da região ao redor da incisão se encontra corroída, e a nota “10”, que menos do que 0,01% da região ao redor da incisão está afetada por corrosão.

(b) - Grau de empolamento - a avaliação do grau de empolamento foi realizada nos corpos-de-prova com incisão vertical, e foram adotados os seguintes valores para classificação do tamanho de bolhas: “10” para a não ocorrência de bolhas; “8” para pequenas bolhas; “6”, “4” e “2” para a ocorrência de bolhas progressivamente maiores. Para avaliação da frequência de bolhas, foram adotados os valores: “10”, “8”, “6” e “4”, que indicam a variação progressiva de menor para maior frequência.

(c) - Corrosão sob o revestimento - a avaliação da corrosão sob o revestimento (“undercutting”) foi realizada nos corpos-de-prova que continham incisão vertical, após a remoção do revestimento, que estava delaminado nessa região. Para remover esse revestimento, utilizou fita adesiva. A quantificação da região afetada foi feita atribuindo notas que variaram de “0” a “10”. As notas “0” e “10” foram atribuídas às amostras com a maior e a menor proporção de áreas corroídas sob o revestimento, respectivamente.

(d) - Aderência do revestimento - a aderência do revestimento ao substrato foi avaliada nos corpos-de-prova que não continham incisão vertical. Para isso, fez-se nestes corpos-de-prova uma incisão em forma de “X” e, após a aplicação e remoção da fita adesiva, atribuiu-se notas entre 0 e 5, onde “5” indica que não ocorreu remoção do revestimento após aplicação da fita adesiva, e “0” quando houve remoção do revestimento além da área da incisão em forma de “X”. A avaliação de cada característica nos corpos-de-prova, conforme descrito acima, forneceu uma nota. A soma destas notas produziu o índice de desempenho global do sistema. Este índice permitiu a classificação de desempenho dos sistemas de revestimentos, em ordem de proteção conferida ao substrato.

4- Resultados

As Figuras 1 a 4 apresentam corpos-de-prova com os cinco sistemas de revestimento testados, após 832 h de ensaio ASTM B-117, 2000 h de ensaio ASTM G85-98, 2000 h de ensaio ASTM D 5894 e 5 anos de exposição ao intemperismo climático, respectivamente.

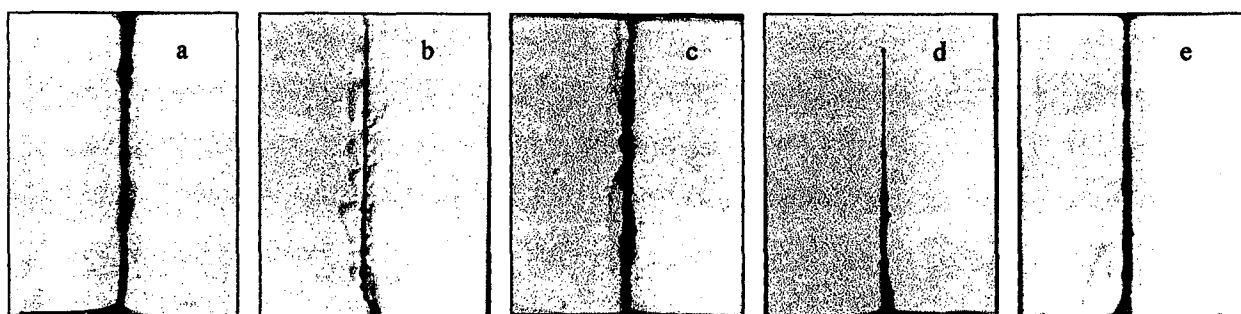


Figura 1 – Corpos-de-prova com os sistemas: (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4 e (e) 5, após 832 horas de ensaio de névoa salina - ASTM B-117.

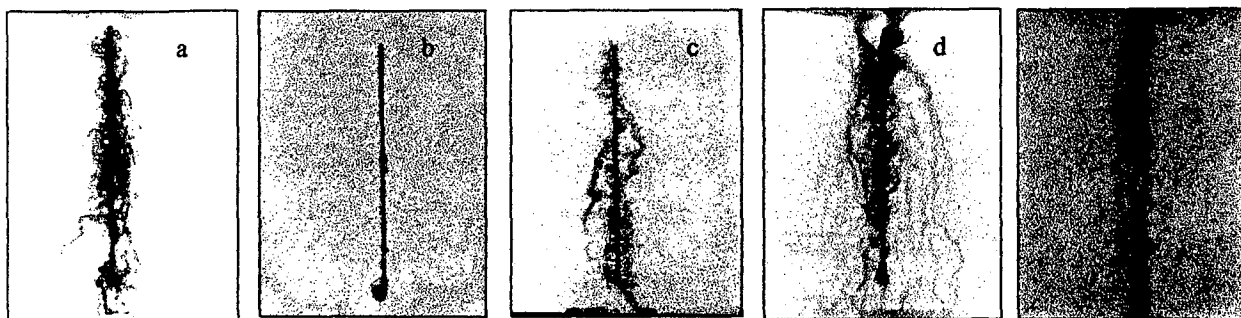


Figura 2 – Corpos-de-prova com os sistemas: (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4 e (e) 5, após 1000 h de ensaio Prohesion alternado com 1000 h de ensaio UVCON.

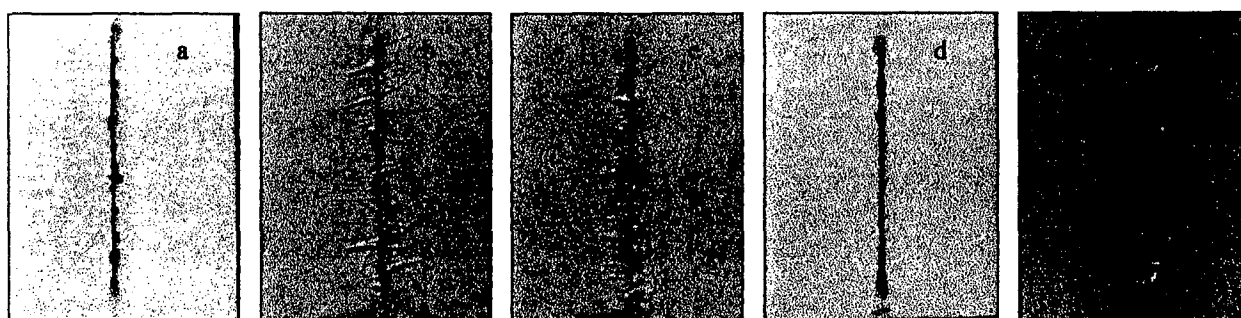


Figura 3 – Corpos-de-prova com os sistemas: (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4 e (e) 5, após 2000 h de ensaio Prohesion.

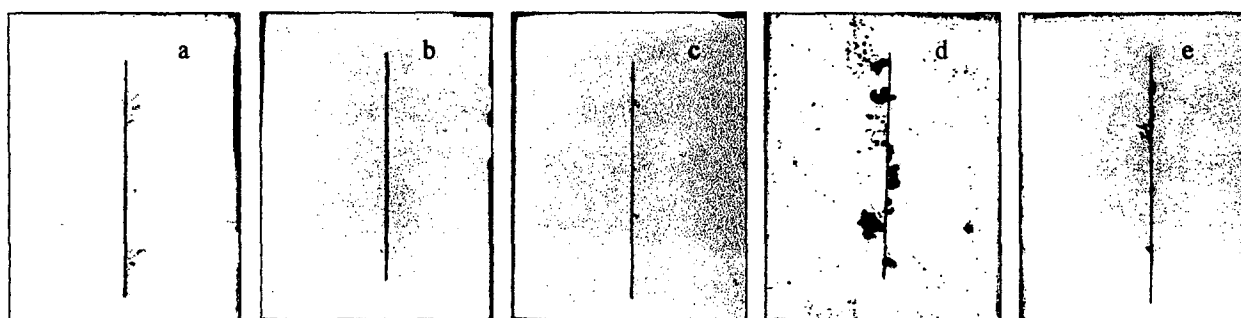


Figura 4 – Corpos-de-prova com os sistemas: (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4 e (e) 5, após 5 anos de exposição ao intemperismo natural.

A Tabela 4 mostra a ordem de classificação de desempenho dos sistemas de revestimentos obtida utilizando o índice de desempenho global de cada sistema, conforme descrito no item 3.

Tabela 4- Ordem de classificação de desempenho dos sistemas de revestimento avaliados segundo o índice de desempenho global do sistema.

| Ensaio | Ordem de classificação de desempenho |
|------------------------------------|---|
| Prohesion | Sistema 1 ≈ Sistema 4 > Sistema 2 ≈ Sistema 3 > Sistema 5 |
| Prohesion + UVCON | Sistema 2 > Sistema 3 ≈ Sistema 5 > Sistema 1 > Sistema 4 |
| Névoa Salina ASTM B-117 | Sistema 4 > Sistema 1 > Sistema 5 > Sistema 3 > Sistema 2 |
| Intemperismo Natural | Sistema 2 > Sistema 3 > Sistema 5 ≈ Sistema 1 > Sistema 4 |
| Literatura [21][†] | Sistema 2 > Sistema 3 ≈ Sistema 1 > Sistema 5 > Sistema 4 |

^(†) Resultados obtidos da literatura para exposição de sistemas similares ao intemperismo durante 2 anos.

5- Discussão

O ensaio (ASTM B-117) apresentou a pior correlação com os resultados da exposição ao intemperismo. Nota-se que os corpos-de-prova dos sistemas 4 e 2 mostraram o pior e o melhor desempenho, respectivamente, durante exposição ao intemperismo natural, enquanto que a classificação destes dois sistemas após ensaio de névoa salina foi exatamente a inversa. Além disso, os corpos-de-prova expostos ao ensaio de névoa salina apresentaram uma corrosão bem mais severa comparativamente que a observada para os corpos-de-prova expostos aos outros ensaios adotados. Após cerca de 1000 horas de ensaio, a degradação e a perda de aderência dos sistemas de revestimentos expostos ao ensaio de névoa salina eram quase completas. Empolamento foi observado nos corpos-de-prova expostos ao ensaio de névoa salina, tanto nos corpos-de-prova com incisões, como nos corpos-de-prova sem incisões. A aderência do revestimento foi seriamente reduzida devido ao empolamento e o revestimento nas regiões próximas às incisões foi facilmente removido com tape após a conclusão do ensaio. Estas observações mostram a extrema severidade do ensaio de névoa salina. A alta concentração de cloreto diminui a eficiência dos pigmentos inibidores que atuam mais efetivamente em atmosferas com menor concentração de cloreto [22].

A classificação resultante do ensaio Prohesion também mostrou baixa correlação com aquela obtida por exposição atmosférica. Enquanto os corpos-de-prova do sistema 4 mostraram um bom desempenho no ensaio Prohesion, este foi o sistema com pior classificação pelo ensaio de exposição ao intemperismo. Corrosão filiforme foi observada somente em corpos-de-prova dos sistemas 2 e 3, expostos ao ensaio Prohesion. Este tipo de corrosão é caracterizado por estreitos filamentos que se propagam em direções randômicas e usualmente se iniciam em defeitos dos revestimentos [23]. O mecanismo envolvido na corrosão filiforme é o de aeração diferencial. As condições essenciais propostas para ocorrer a corrosão filiforme são umidade entre 75% e 95% à temperatura ambiente, permeabilidade da água estimulada por impurezas e defeitos no revestimento [24]. Todas estas condições foram encontradas nos corpos-de-prova expostos ao ensaio Prohesion.

O ensaio Prohesion combinado com períodos de exposição na câmara UVCON (ASTM D5894) apresentou boa correlação com o ensaio de exposição real (intemperismo). Corpos-de-prova dos sistemas de revestimento apresentaram praticamente a mesma classificação de desempenho para os dois tipos de ensaios: Prohesion alternado com UVCON e exposição atmosférica. Estes resultados mostraram que a incorporação dos efeitos da radiação UV, ciclagem entre períodos úmidos e secos, e espécies agressivas encontradas na atmosfera, tais como amônia e sulfato, são essenciais para melhorar a correlação dos resultados dos ensaios acelerados com os obtidos pela exposição ao intemperismo natural. A combinação destes fatores resulta em melhor simulação das condições operantes no ensaio de intemperismo. O bom desempenho dos sistemas 2, 3 e 5 após ensaio Prohesion alternado com ensaio UVCON, parece estar associado com a tinta de acabamento (alumínio fenólico) que foi a mesma nos três sistemas. O melhor desempenho do sistema 2 deve, por sua vez, estar relacionado com a tinta de fundo (Pb_3O_4) em óleo vegetal. Zarcão em óleo vegetal é considerado um dos pigmentos mais eficientes para inibir a corrosão, devido a passivação que este pigmento confere ao aço [21].

6 - Conclusões

- A classificação dos sistemas de revestimento quanto ao desempenho de proteção frente à corrosão, foi fortemente dependente do tipo de ensaio acelerado utilizado. A grande variação dos

modos de degradação observada é atribuída diretamente aos diferentes fatores agressivos de cada ensaio acelerado a que os corpos-de-prova foram submetidos.

- A pior correlação entre ensaio acelerado e ensaio de intemperismo foi obtida para o ensaio de névoa salina ASTM B-117. A classificação obtida por este ensaio foi inversa à classificação obtida pelo ensaio de intemperismo. O ensaio ASTM B-117 demonstrou ser altamente agressivo, não reproduzindo os modos de degradação obtidos com ensaios de intemperismo. A alta severidade desse ensaio dificultou a classificação dos sistemas.
- A classificação dos sistemas, obtida com o ensaio Prohesion, não apresentou boa correlação com a do ensaio de intemperismo. Entretanto, observou-se a ocorrência de corrosão filiforme, que é um tipo de corrosão observado em sistemas revestidos e expostos ao intemperismo.
- A melhor correlação entre exposição atmosférica e ensaio acelerado foi obtida para o ensaio Prohesion combinado com ensaio UVCON. Obteve-se a mesma classificação dos sistemas com este ensaio e com o ensaio de intemperismo, o que indica que a incorporação de radiação ultravioleta alternada com ciclos de secagem e umidificação e a presença de espécies agressivas existentes na atmosfera são essenciais para obtenção de uma boa correlação entre ensaios acelerados e ensaios de intemperismo.
- A classificação de desempenho dos sistemas de revestimentos, obtida pelo ensaio que apresentou a melhor correlação com o ensaio de intemperismo, foi: sistema 2 > sistema 3 ≈ sistema 5 > sistema 1 > sistema 4. O desempenho superior do sistema 2 pode ser atribuído à presença do zarcão nas tintas de fundo e intermediária. Este pigmento é considerado um dos mais eficientes inibidores de corrosão. O pior desempenho do sistema 4 foi provavelmente devido à tinta de acabamento a base de resina acrílica, uma vez que esta é a única diferença entre este sistema e o sistema 5, o qual apresentou desempenho superior.

7 - Referências

- [1]-ASTMB-117 - Methods of Salt-Spray (Fog) Testing. March 29, 1973. In: 1973 ANNUAL Book of ASTM Standards. v. 03.02. p. 1-12.
- [2]-Sherry, B. S.; Alavi, A.; Lindgren, K. I. Environmental and electrochemical test methods for evaluation of protective organic coatings. **Journal of Coatings Technology**, v. 60, n. 765, p. 97-106, 1988.
- [3]-Appleman, B. R. Cyclic accelerated testing: The prospects for improved coating performance evaluation. **Journal of Protective Coatings & Linings**, v. 6, n. 11, p. 71-79, 1989.
- [4]-BOOCOCK, S. K. A report on SSPC programs to research performance evaluation methods. **Journal of Protective Coatings & Linings**, v. 11, n. 10, p. 51-58, 1994.
- [5] - Assis, S. L.; Costa, I. A Comparative Study of Accelerated for Simulation of Atmospheric Corrosion. In: 3rd BRAZILIAN ATMOSPHERIC CORROSION COLLOQUIUM, September 22-24, 1999, São Paulo. Anais ... São Paulo, SP, National Association of Corrosion of Engineers, 1999. p. 163-171.
- [6]-Skerry, B. S.; Simpson, C. H. Accelerated test method for assessing corrosion and weathering of paints for atmospheric corrosion control. **Corrosion Science**, v. 49, n. 8, p. 663-674, 1993.
- [7]-Costa, I. Ensaios acelerados para simulação da corrosão atmosférica em amostras com revestimento orgânico e sua relação com os ensaios de longa duração. In: II COLÓQUIO NACIONAL DE CORROSÃO ATMOSFÉRICA, 14 e 15 Setembro, 1994, São Paulo. Anais ... São Paulo: IPT/ABRACO, 1992.p.51-61.

- [8]-Kinmonth, R. A. Jr. and Norton, J. E. Effect of spectral energy distribution on degradation of organic coatings. **Journal of Coatings Technology**, v. 49, n. 633, p. 37-44. 1977.
- [9]-Patel, J. N. Artificial weathering of paints. **Journal of the Oil & Colour Chemist' Association**, v. 74, n. 3, p. 104-106. 1991.
- [10]-ASTM G-53-88 -. Standard Practice for Operating Light and Water-Exposure Apparatus (Florescent UV-Condensation Type) for Exposure of non-metallic Materials. July 29, 1988. In: 1988 Annual Book of ASTM Standards. v. 3.03. p. 1.088-1.092.
- [11]-ASTM D 5894-96. Standard Practice for Cyclic Salt Fog/UV Exposure of Painted Metal (Alternating Exposure in a Fog/Dry Cabinet and a UV/Condensation Cabinet). Jan 10, 1996. In: 1996 ANNUAL Book of ASTM Standards. v. 3.02. p 1-3.
- [12]-ASTM G 85-98. Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing. April 10, 1998. In: 1998 ANNUAL Book of ASTM Standards. v. 3.02. p. 1-6.
- [13]-Gardner, G. ASTM's new coating test method addresses interactive effects of weathering and corrosion. **Journal of Protective Coatings & Linings**, v. 15, n.9, p. 50-62, 1998.
- [14]-Norma ISO 8501 - 1:1988, SIS SS 05 5900, Edition 3, 1989.
- [15]-Boletins Técnicos da Courtaulds Coatings.
- [16]-Assis, S. L. Estudo comparativo para simulação da corrosão atmosférica, São Paulo: 2000. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares – IPEN/CNEN
- [17]-ASTM D 610-85. Standard Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces. October 25, 1985. In: 1985 ANNUAL Book of ASTM Standards. v. 6.01. p. 64-66.
- [18]-ASTM D 714-87 -. Standard Test Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints. May 29, 1987. In: 1987 ANNUAL Book of ASTM Standards. v. 6.01. p. 90-95.
- [19]-ASTM D 1645-79A -. Standard Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments. Nov. 26, 1979. In: 1980 ANNUAL Book of ASTM Standards. v.6.01. p. 213-215.
- [20]-ASTM D 3359-78 - Standard Methods for Measuring Adhesion by Tape Test. Oct. 1978.. In: 1979 ANNUAL Book of ASTM Standards.v.6.01. p. 703-707.
- [21]-Rodrigues, V. L. K.; Quintela, J. P.; Fragata, F.L. Sistemas de pintura para revestimento externo de tanques de armazenamento. In: ABRACO 16º CONGRESSO BRASILEIRO DE CORROSÃO, 17 – 20 Setembro, 1991, Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro: ABRACO, 1991, p. 455-467.
- [22]-Appleman, B. R.; Campbell, P.G. Salt spray testing for short term evaluation of coatings - Part I: Reaction of coatings in salt spray. **Journal Coatings Technology**, v. 54, n. 686. p. 17-25, 1982.
- [23]-Pellicano, A.; Simison, S. Filiform corrosion on coated steel. **Materials Performance**, v. 37, n. 3, p. 67-68, 1998.
- [24]-Haynes, G. Cabinet. In: BABOIAN, R. Corrosion Tests and Standards: application and interpretation. Philadelphia, PA: ASTM, c 1995, p. 91-97.

IPEN/CNEN-SP
BIBLIOTECA
"TEREZINE ARANTES FERRAZ"

Formulário de envio de trabalhos produzidos pelos pesquisadores do IPEN para inclusão na
Produção Técnico Científica

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

Sérgio L. Assis, Isolda Costa

LOTAÇÃO: CCTM

RAMAL: 9359

TIPO DE REGISTRO:

art. / períod.:
cap. de livro

Publ. IPEN
Art. conf

resumo
outros
(folheto, relatório, etc...)

TÍTULO DO TRABALHO:

ESTUDO COMPARATIVO DE ENSAIOS ACELERADOS PARA SIMULAÇÃO DA
CORROSÃO ATMOSFÉRA.

APRESENTADO EM: (informar os dados completos - no caso de artigos de conf., informar o título
da conferência, local, data, organizador, etc..)

7A COTEQ

9 A 12 Setembro de 2003 - Florianópolis- Santa Catarina

PALAVRAS CHAVES PARA IDENTIFICAR O TRABALHO:

ASSINATURA: _____

DATA: 9/12/2003