

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PINTURA PARA O CONVÉS PRINCIPAL DE UNIDADES OFF-SHORE *

Carlos A.M. Ferreira¹
Verônica Scarpini Candido²
Sergio Neves Monteiro³
Ana Beatriz Rodrigues Porto⁴
Alisson Clay Rios Silva⁵

Resumo

A corrosão, segundo Gentil (2003), pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. Além dos compostos de enxofre, destacam-se outros agentes corrosivos em ambiente off-shore. Os cloretos e os sulfatos promovem o aumento da velocidade de corrosão do aço. Eles reagem com a superfície do aço, produzindo sais ferrosos solúveis que podem se concentrar em pites que, por sua vez, são muito agressivos ao aço. A proposta deste trabalho é analisar sistemas de pinturas a serem utilizados no convés principal de unidades marítimas a fim de oferecer maior proteção anticorrosiva, bem como o aumento da vida útil do sistema de proteção, reduzindo assim as atividades de reparo e como consequência os custos de manutenção do convés. Os resultados mostraram que dois, dos três, esquemas de pintura mostraram resistentes e satisfatórios para sua utilização como sistema de pintura a ser utilizado no convés principal de unidades marítimas.

Palavras-chave: Tintas, Corrosão, Off-shore.

EVALUATION OF PAINT SYSTEMS FOR THE MAIN CONCEPT OF OFF-SHORE UNITS

Abstract

The second gentle Corrosion (2003), can be defined as the deterioration of a material, usually metallic, by chemical or electrochemical action of the environment associated or not to mechanical efforts. In addition to sulfur compounds, other corrosive agents are highlighted in an off-shore environment. Chlorides and sulfates promote the increased corrosion speed of steel. They react with the surface of steel, producing soluble ferrous salts that can concentrate on pites which, in turn, are very aggressive to steel. The proposal of this work is to analyze systems of paintings to be used on the main deck of marine units in order to offer greater anti-corrosion protection, as well as the increase of the service life of the protection system, thus reducing the activities of repair and As a consequence the maintenance costs of the deck. The results showed that two of the three, painting schemes showed resistant and satisfactory for their use as a paint system to be used on the main deck of marine units..

Keywords: Paints, corrosion, Off-shore .

¹ Universidade Estadual da Zona Oeste – UEZO/RJ

² Bióloga, Doutora em Ciência dos Materiais, Professora Adjunta I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.

³ Engenheiro de Materiais, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, Professor, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais/Departamento de Engenharia mecânica e Materiais, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

- ⁴ *Graduanda em Engenharia de Materiais, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil*
- ⁵ *Químico industrial, Doutor em Ciência dos Materiais, Professor Adjunto I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.*
- ⁶

1 INTRODUÇÃO

Uma unidade marítima offshore, durante a sua vida útil, fica exposta à atmosfera marinha e, em diversas áreas, submetida a diferentes meios corrosivos, o que implica na especificação de sistemas comprovadamente eficazes de proteção contra a corrosão. Quando se especifica um esquema de pintura, o objetivo primordial é a obtenção de excelente desempenho frente ao meio corrosivo (FRANCISCO; JASINSKI, 2007).

A corrosão, segundo Gentil (2003), pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais e indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para uso. No caso particular do aço, que é o material mais usado na construção naval, este sofre um ataque destrutivo que traz como consequência a perda de resistência estrutural.

Segundo Pannoni (2006), a maior parte dos processos envolvendo a corrosão do aço estrutural é de natureza eletroquímica e acontece em estágios. O ataque inicial ocorre em áreas anódicas sobre a superfície, onde os íons ferrosos passam à solução. Elétrons são liberados das áreas anódicas e se movem através da estrutura metálica para as áreas catódicas adjacentes existentes na superfície, onde se combinam com o oxigênio e com a água, formando íons hidroxila. Estes reagem com os íons ferrosos gerados no anodo, produzindo hidróxido ferroso que, por sua vez, é oxidado ao ar, produzindo o óxido de ferro hidratado, conhecido como ferrugem.

No ambiente off-shore o dióxido de enxofre, SO₂, e o trióxido de enxofre, SO₃, são os mais frequentes constituintes corrosivos, em razão de as indústrias usarem óleos combustíveis contendo geralmente 3 a 4% de enxofre (GENTIL, 2011). Essas unidades marítimas autopropelidas, possuem posicionamento dinâmico e, conseqüentemente, utilizam diesel como geradores de energia e os gases expelidos da queima desse combustível são lançados na estrutura de ré da unidade.

Além dos compostos de enxofre, destacam-se outros agentes corrosivos em ambiente off-shore. Segundo Riley e Hirrou apud LIMA et al. (2004), a concentração dos principais componentes da água do mar pode variar conforme a influência de diversos processos, tais como a evaporação, formação e derretimento das geleiras, aporte fluvial e a própria chuva. Pannoni (2006) destaca que os cloretos e os sulfatos promovem o aumento da velocidade de corrosão do aço. Eles reagem com a superfície do aço, produzindo sais ferrosos solúveis que podem se concentrar em pites que, por sua vez, são muito agressivos ao aço.

Nesse contexto, a construção de unidades marítimas que apresentem elevada resistência à corrosão torna-se uma necessidade constante o que representa investimentos vultuosos a fim de evitar acidentes com danos materiais incalculáveis ou danos pessoais irreparáveis. Nunes (2007) cita que uma das soluções encontradas para minimizar os efeitos da corrosão, refere-se ao recobrimento dos materiais, ou seja, a aplicação de um sistema de pintura adequado sobre o material para que tais efeitos sejam minimizados.

De forma geral, para selecionar as tintas, os seguintes aspectos devem ser considerados: a forma de emprego, resistência à intempérie, resistência à água do mar, resistência à radiação ultravioleta e elevada resistência à abrasão (ALMEIDA, 1998).

Dessa forma, a proposta deste trabalho é analisar sistemas de pinturas a serem utilizados no convés principal de unidades marítimas a fim de oferecer maior proteção anticorrosiva, bem como o aumento da vida útil do sistema de proteção, reduzindo assim as atividades de reparo e como consequência os custos de manutenção do convés.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de três sistemas de pintura anticorrosão foi avaliada por meio de ensaios não acelerados a bordo da plataforma SS Pantanal, ensaios “in-situ”, e ensaios acelerados realizados no Instituto Mauá de Tecnologia e no Centro Universitário da Zona Oeste.

Os corpos de prova foram confeccionados em aço ASTM A-131 Grau A “aço naval”, de acordo com a norma ASTM A131 / A131M (2013). As chapas de aço que foram utilizadas para a confecção dos corpos de prova possuíam grau A de oxidação, ou seja, possuíam carepa de laminação intacta, com pouca ou nenhuma corrosão, conforme o padrão da norma Sueca SIS 055900 (1967).

Foi realizado jateamento abrasivo, com o propósito de obter um grau de limpeza Sa3 (metal branco). O abrasivo utilizado no processo de jateamento foi a granalha de aço (shot) S-330 16 da FEBRATEC, com pressão de ar comprimido de 7 kg/cm², obtendo-se um perfil médio de rugosidade de 65 µm, em conformidade com a norma Petrobras N-9 (rev. E – 2004).

Foram preparados 15 (quinze) corpos de prova (cps) por sistema de pintura previamente definido, a fim de verificar a proteção anticorrosiva dos revestimentos à exposição ao ambiente marinho em concordância com o prescrito na norma ISO 12944-5(1998), realizando ensaios laboratoriais e de campo. A tinta utilizada foi, gentilmente, cedida pela empresa Tintas Vinci Indústria e Comércio Ltda e a pintura foi realizada nas dependências do laboratório dessa mesma empresa. Buscando uma maior proximidade com a realidade de bordo os CP's foram pintados utilizando rolos de pelo curto, norma Petrobras N – 13 (rev. G -2005). A figura 1 apresenta a pintura dos corpos de prova.



Figura 1: Pintura dos corpos de prova.

A tabela 1 apresenta o tipo de tratamento utilizado em campo, os sistemas de pinturas a serem analisados e o tipo de aplicação. Foram analisados 3 (três) sistemas de sendo os sistemas 1 e 2 destinados ao convés principal e o sistemas 3 destinado as rotas de fugas do convés.

Tabela 1: Sistemas de pintura.

Sistema de pintura	Limpeza de superfície	de Tinta de Fundo	Tinta Intermediária	Tinta de Acabamento	de Aplicação
1	Hidrojateamento WJ 1.	VINCICHEMICAL 298 (400 µm)	XXX	XXX	Rolo
2	Hidrojateamento WJ 1.	VINCICHEMICAL 298 (400 µm)	XXX	VINCIPOLY 550 (60µm)	Rolo
3	Hidrojateamento WJ 1.	VINCICHEMICAL 298 (300 µm)	VINCIPOXI 228 (200 µm)	VINCIPOLY 515 (30µm)	Rolo

Após a confecção e pintura, os corpos de prova foram identificados seguindo a ordem numérica apresentada na Tabela 1:

- 1) Somente com tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III;
- 2) Tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III e Tinta Poliuretano Acrílica;
- 3) Tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III + Epoxí antiderrapante e Poliuretano Acrílica;

O tempo de secagem da tinta foi de aproximadamente 24 horas e, em seguida, realizou-se o ensaio de medida de espessura de película úmida com base na norma Petrobras N – 13(rev. G -2005) e película seca com base na norma Petrobras a N – 2135(rev. B-2002). A norma Petrobras N – 2135(rev. B-2002) equivale a norma internacional ISSO 19840 (2012) (LOMBARDI et al, 2011).

Durante a pintura dos corpos de prova utilizou-se o medidor de película úmida da fabricante Elcometer , de 25 – 2000 microns, número de série EG159M.

Para determinar a espessura da película seca, utilizou-se um medidor de espessura magnético da fabricante Elcometer, modelo elcometer 211, número de série A211F-1M.

Em seguida, avaliou-se a resistência à névoa salina, resistência ao intemperismo artificial com lâmpada de Xenon, aderência, microscopia óptica e espectroscopia de impedância eletroquímica. Esses testes foram realizados no Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo e no Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro por um tempo de 1000 horas.

O ensaio de resistência a nevoa salina foi realizado com base na norma NBR 8094(1983). O ensaio total teve uma duração de 1000 (mil) horas, e para tal, utilizou-se a câmera de névoa salina modelo SS600e da EQUILAM Indústria e Comércio Ltda.

O ensaio de resistência ao intemperismo artificial foi norteado pela norma ASTM G 155(2013). O ensaio total teve uma duração de 1000 (mil) horas, e para tal fez-se uso do equipamento modelo EQUV da EQUILAM Indústria e Comércio Ltda.

O ensaio de aderência, “pull-off ”, foi realizado no Instituto Mauá de Tecnologia de acordo com as orientações contidas na norma ASTM D 4541(2009).

Após essa etapa, prepararam-se as amostras para avaliação microscópica a fim verificar a eficiência na adesão entre as camadas dos revestimentos utilizados nos corpos de prova antes e após a exposição em campo. Para tanto, foram retiradas amostras dos corpos de prova expostos no ambiente marinho com área de cerca de 100 mm², as quais sofreram o processo de embutimento com baquelite, utilizando-se uma embutidora metalográfica hidráulica manual da fabricante Pantec, modelo

PANPRESS 3D. Em seguida, realizou-se o polimento até o grau de diamante (pasta 1 μ m) na seção transversal das amostras. A microscopia ótica foi realizada em microscópio da fabricante Pantec, modelo MMI200,

A espectroscopia de impedância eletroquímica foi realizada em corpo de prova pintado com o esquema de pintura 1, onde foram realizadas medições antes da exposição ao ambiente marinho e após a exposição de 100 dias in situ. O equipamento usado foi o AUTOLAB, modelo PGSTAT302N utilizando-se uma célula eletroquímica clássica dotada de três eletrodos, a saber: dois eletrodos de grafite e um eletrodo de referência. Foi utilizada uma solução de NaCl a 3,5%, pH 6,0, com uma frequência inicial de 65535 Hz e frequência final de 50mHz, com 10 pontos/década, com 63 pontos medidos.

Para os ensaios de corrosão atmosférica foram utilizados corpos de prova pintados e expostos à ação dos agentes atmosféricos e contaminantes ambientais, proporcionando informações, in situ, sobre o sistema de proteção. Em setembro de 2017, os cp's foram expostos a uma coluna de boreste (BE) proa da plataforma de perfuração que estava posicionada no campo de Marlin Sul - BC, onde ficaram sujeitos as intempéries marítimas por um período de 100 dias. A figura 2 apresenta o ensaio de exposição in situ.

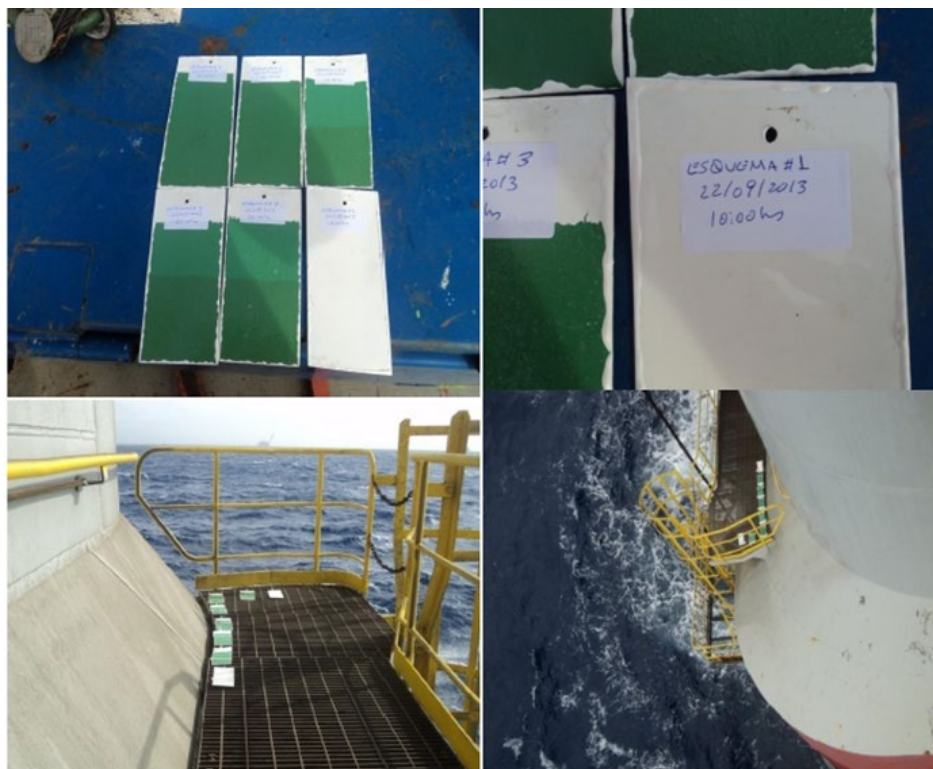


Figura 2: Corpos de prova na coluna de BE proa.

Em 31 de Dezembro de 2013, os corpos de prova foram desembarcados e enviados para o Instituto Mauá de Tecnologia para análise e comparação com os resultados obtidos dos corpos de prova ensaiados em laboratório.

2.2 Resultados e Discussões

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir do ensaio de espessura.

Tabela 2: Valores médios obtidos para a medida de espessura de película seca.

Corpos de Prova	Espessura (μm)
Somente com tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III	360
Tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III e Tinta Poliuretano Acrílica	450
Tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III + Epoxí antiderrapante e Poliuretano	550

Os valores obtidos da espessura da película seca atenderam a norma Petrobras N-2912 (2010) sugerindo que películas finas podem contribuir para proteção contra corrosão.

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos por meio do ensaio de névoa salina.

Tabela 3: Resumo do desempenho dos esquemas de pintura no ensaio de exposição contínua em névoa salina – 1000 horas

Esquema de pintura	Propriedades					
	Empolamento	Corrosão	Fendimento	Descascamento	Brilho inicial	Brilho após o ensaio
1	0	Ri0	0	0	96,0 \pm 0,8	92,4 \pm 3,2
2	0	Ri0	0	0	61,2 \pm 1,4	60,9 \pm 1,2
3A	0	Ri0	0	0	19,5 \pm 2,2	21,3 \pm 2,2
3B	0	Ri0	0	0	16,5 \pm 0,6	13,1 \pm 1,2

No aspecto empolamento, corrosão, fendimento e descascamento, os esquemas de pintura 1, 2 e 3 receberam grau 0 (zero), ou seja, não apresentaram falhas após o término do ensaio. Com relação ao brilho, ocorreu uma pequena variação entre o estágio inicial e após a realização do ensaio, não comprometendo de forma geral as características do revestimento de acordo com a norma ASTM D 4214 (2007).

No que se refere ao ensaio de exposição ao intemperismo artificial (xenon), observou-se que, tanto em relação ao empolamento quanto à corrosão e ao fendimento, todos os corpos de prova receberam grau 0 (zero), indicando que não houve formação de bolhas, não se observou a presença de processos corrosivos e não ocorreu falha na pintura.

Com relação ao gizamento, os corpos de prova dos esquemas de pintura 2 e 3B, foram avaliados com grau 10, ou seja, sem a ocorrência deste defeito na película da tinta, já os corpos de prova dos esquemas 1 e 3A, foram classificados com grau 8, ocorrendo assim a deterioração superficial da película devido à degradação de parte do veículo quando exposto aos raios ultravioletas, conforme a Figura 3.

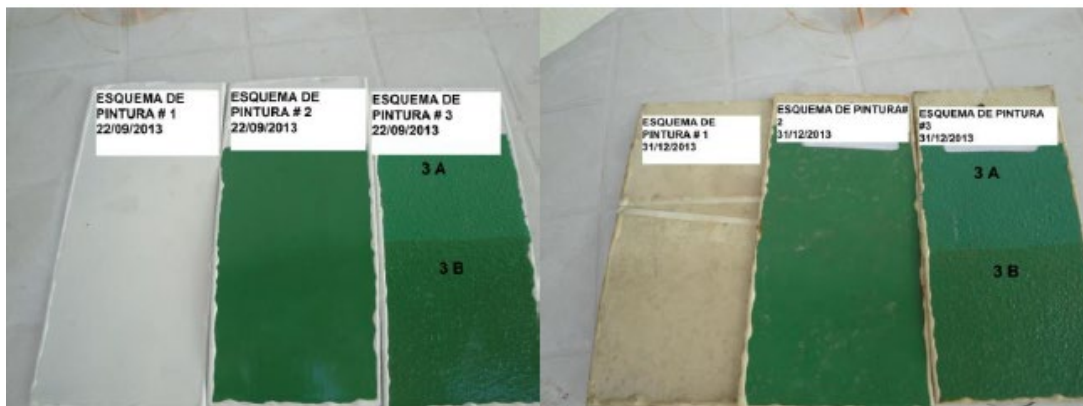


Figura 3: Processo de gizamento no revestimento epóxi dos esquemas de pintura 1 e 3A.

Nota-se na Figura 3 que os esquemas de pintura 1 e 3A sofreram o processo de gizamento. Segundo Fragata (2002), o processo de gizamento em inglês “chalking”, simplificado, ocorre devido ação da radiação ultravioleta, a qual está presente no espectro solar, sobre a resina da tinta. No processo ocorrem reações fotoquímicas que são as responsáveis pela liberação dos pigmentos da tinta.

Segundo Fragata (2002), para esquemas de pintura epóxi/epóxi (tinta de fundo/tinta de acabamento), ou seja, os esquemas de pintura 1 e 3A, as restrições são somente estéticas, uma vez que as tintas epoxídicas são sensíveis aos raios ultravioletas e, por este motivo, apresentam gizamento, perda de brilho e cor após curto espaço de tempo de exposição ao intemperismo natural, todavia este fato não afeta as suas propriedades anticorrosivas.

Na figura 4 são observados os corpos de prova pintados com tinta poliuretânica para o esquema de pintura 2 e 3.



Figura 4: Pintura utilizando poliuretano acrílico.

Nota-se que os corpos de prova mantiveram suas propriedades iniciais de coloração e brilho após os ensaios. As tintas de acabamento como poliuretano acrílico, além de apresentarem excelentes propriedades anticorrosivas, apresentam boa retenção de cor e brilho quando expostos aos raios ultravioletas.

A Tabela 4 apresenta o desempenho dos esquemas de pintura 1 e 3A submetidos à exposição ao intemperismo artificial.

Tabela 4 - Resumo do desempenho dos esquemas de pintura no ensaio de exposição ao intemperismo artificial (xenon) – 1000 horas

Esquema de pintura	Propriedades						
	Empolamento	Corrosão	Fendimento	Gizamento	Descascamento	Brilho inicial	Brilho após o ensaio
1	0	Ri0	0	8	0	92,4 ± 3,2	2,7 ± 0,2
2	0	Ri0	0	10	0	60,9 ± 1,2	47,3 ± 1,2
3A	0	Ri0	0	8	0	21,3 ± 2,2	2,1 ± 0,2
3B	0	Ri0	0	10	0	13,1 ± 1,2	17,1 ± 0,2

Observou-se que após o término do ensaio houve uma redução acentuada do brilho e um descoloramento do corpo de prova revestido com o esquema de pintura 3 A. A figura 5 apresenta o aspecto do corpo de prova após o ensaio.

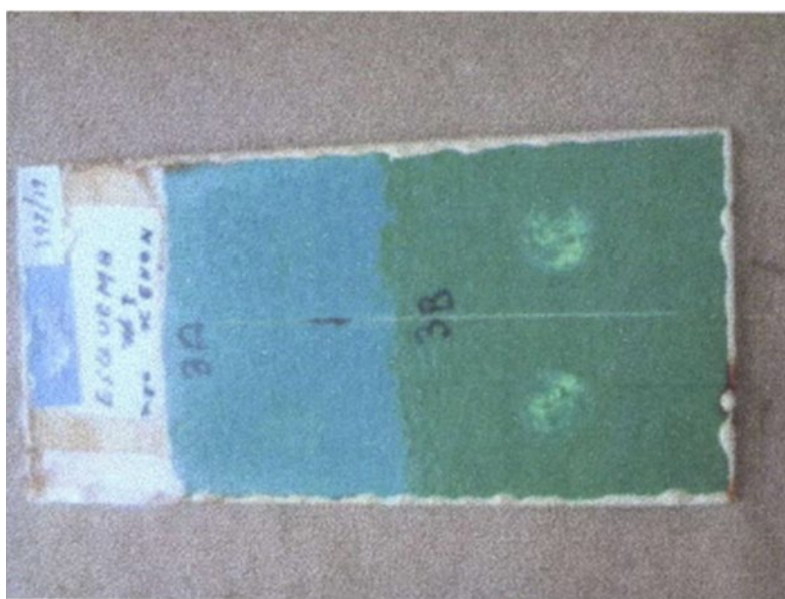


Figura 5: descoloramento do esquema de pintura 3A.

A tabela 5 apresenta o resultado do ensaio de aderência à tração nos corpos de prova ensaiados em laboratório e nos corpos de prova que estavam expostos no ambiente marinho.

Tabela 5: Resultados do ensaio de aderência à tração.

Esquema de Pintura	Mpa (ensaio acelerado)	Natureza da falha	Mpa (ensaio de corrosão não acelerado)	Natureza da falha
1	15	20% Y 80% Y/Z	16	20% Y 80% Y/Z
2	12	5% C 95% Y/Z	13	Y/Z
3A	8	C	9	C
3B	7	C	7	C

Observa-se que o esquema de pintura 1, ao final dos ensaios, apresentou um valor de 15 MPa para os ensaios acelerados e 16 MPa para o ensaio de corrosão não acelerado. Esses valores atendem a norma Petrobras N-2912 (2010). Sobre a natureza das falhas apresentadas, em ambos os ensaios, os resultados foram os mesmos, sendo 20% de falha coesiva do adesivo e 80% de falha adesiva entre o adesivo e o “Dolly” (carretel).

O esquema de pintura 2, ao final dos ensaios, apresentou um valor de 12 MPa para os ensaios acelerados e 13 MPa para o ensaio de corrosão não acelerado. Segundo a norma Petrobras 2677(rev. A-2002), não se tem um valor estipulado como mínimo para aderência da tinta poliuretano acrílico. Sobre a natureza das falhas apresentadas, pode-se observar que nos ensaios de corrosão acelerados obteve-se 5% de falha coesiva da camada de tinta de acabamento e 95% de falha adesiva entre o adesivo e o “Dolly” (carretel). Para os ensaios não acelerados observou-se que ocorreu somente a falha adesiva entre o adesivo e o “Dolly” (carretel).

Os esquemas de pintura 3A e 3B, ao final dos ensaios, apresentaram, respectivamente, os seguintes valores em MPa para os ensaios acelerados de corrosão: 8 e 7, e para os ensaios de corrosão in situ, os valores foram, respectivamente, 9 e 7 Mpa. Sobre a natureza das falhas apresentadas, em ambos os ensaios os resultados foram os mesmos, ou seja, falha coesiva da camada de tinta de acabamento.

Tal fato pode ser facilmente compreendido, tendo em vista que o acabamento utilizado foi um acabamento epóxi antiderrapante para piso com alto grau de rugosidade. Assim, durante a realização do teste de pull off, o carretel não obteve uma aderência satisfatória em toda a superfície, com isto, esta aderência ocorreu apenas nos picos do material revestido, onde a energia de tração ficou mais concentrada, facilitando tal descolamento. Apesar desses valores, os resultados podem ser considerados satisfatórios, visto que apresentaram valores maiores ou iguais a 7MPa, conforme descrito na norma Petrobras N-2912 (2010).

Os resultados obtidos por microscopia óptica podem ser observados na Figura 6.

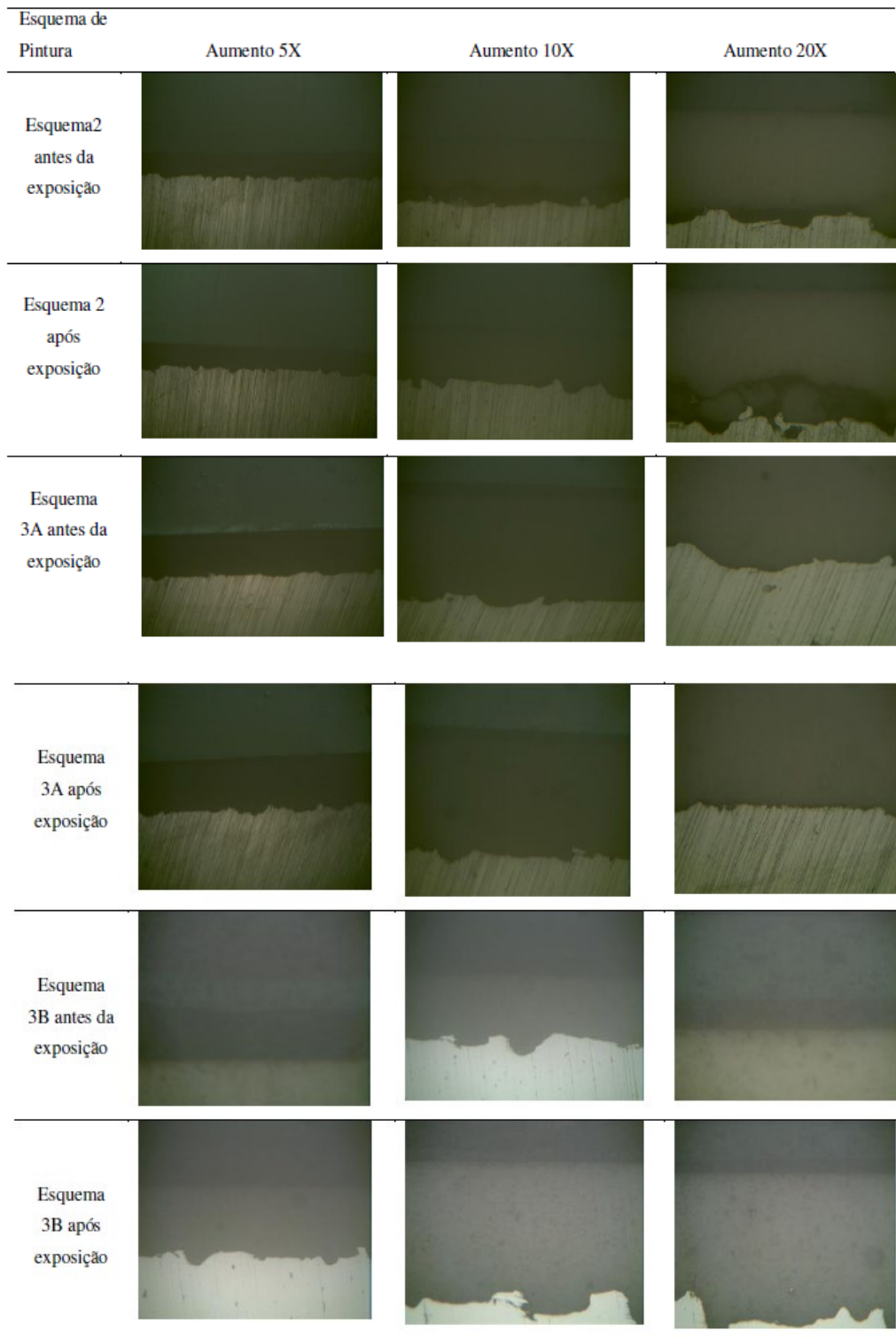


Figura 6: Imagens obtidas por microscopia ótica.

Nota-se que o revestimento utilizado apresentou boa resistência frente ao meio agressivo, não apresentando nenhuma variação entre o filme e o substrato. A figura 7 apresenta o diagrama de Nyquist dos esquemas 1A e 1D.

Diagrama de Nyquist

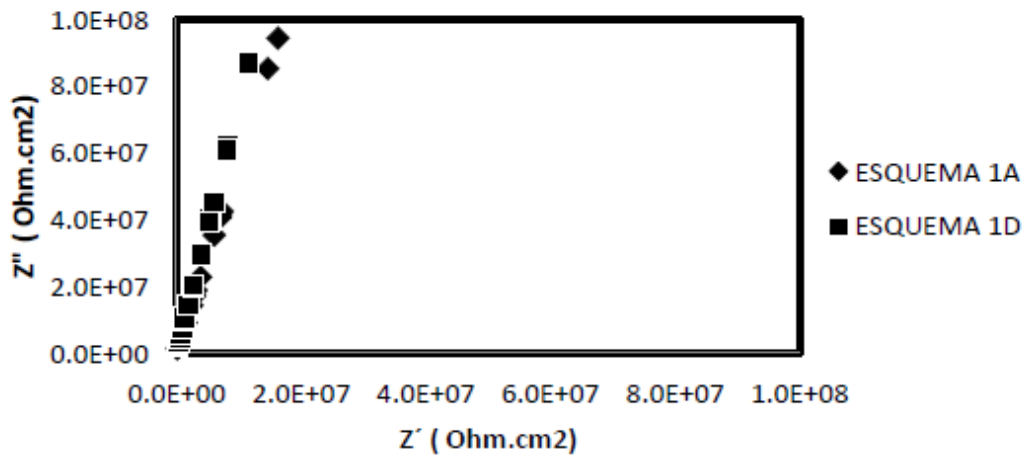


Figura 7: Diagrama de Nyquist.

É possível notar, para o esquema de pintura 1, a tendência de retas, ou seja, arcos com raios infinitos, nas altas frequências. Esse padrão sugere que os esquemas de pintura apresentaram comportamento puramente resistivo. Sendo possível comprovar a eficiência na aderência e na proteção do primer aplicado. Este componente refletiu diretamente nos módulos das impedâncias $|Z|$, em baixas frequências, isto é, resistências superiores a 10^8 Ohm.cm^2 .

Convém observar que neste trabalho o primer utilizado em todos os esquemas de pintura é o mesmo, ou seja, tinta epóxi Novolac N-2912 Tipo III. Assim, o comportamento puramente resistivo apresentado no esquema de pintura 1 antes e após o tempo de exposição, tal como observado na Figura 34, não se fez necessário realizar os ensaios para os outros esquemas de pintura, visto o resultado obtido com o primer, sugerindo que as demais camadas só irão reforçar tal característica resistiva.

A figura 8 apresenta o diagrama de Bode para os esquemas 1A e 1D.

Diagrama de Bode

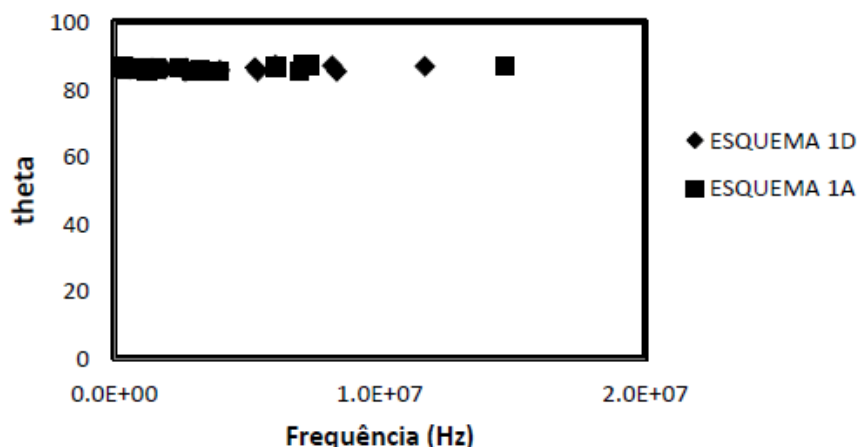


Figura 8: Diagrama de Bode

Analisando-se o diagrama de Bode, na representação do módulo de impedância $|Z|$ versus frequência (na escala logarítmica), observa-se que o esquema de pintura 1 apresentou elevadíssima resistência da película de tinta à passagem do eletrólito (R_t), antes e após o tempo de exposição, sendo que o ângulo de fase obtido para

este esquema de pintura ficou em torno de 85°. Assim, após a realização do ensaio de espectroscopia de impedância eletroquímica foi possível constatar a alta performance dos esquemas de pintura aqui propostos.

3 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no transcórre desse estudo foi possível concluir que:

- No que tange aos ensaios acelerados de corrosão (exposição contínua em névoa salina e exposição ao intemperismo artificial com lâmpada de Xenon, ambos com duração de 1000 horas e a realização dos testes de aderência à tração, microscopia óptica e espectroscopia de impedância eletroquímica) conclui-se que os esquemas de pintura propostos atenderam com eficiência as recomendações das normas Petrobras N-2912(2010) e N-2677(rev. A-2002).
- Os esquemas de pintura 2 e 3B, após a realização dos ensaios e das avaliações com base nas normas aplicáveis, se mostraram resistentes e satisfatórios para sua utilização como sistema de pintura a ser utilizado no convés principal de unidades marítimas.

REFERÊNCIAS

- 1 FRANCISCO, L.J.; JASINSKI, M. Dossiê Técnico, Processamento de Pintura utilizado para a conversão de navios em Unidades Flutuantes de Produção e Estocagem, REDETEC, 2007.
- 2 GENTIL, V. Corrosão, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 4ª Ed.revista, Rio de Janeiro, 2003.
- 3 PANNONI, F.D., “A Prevenção da Corrosão em Estruturas Metálicas”, Gerdau Açominas S.A., São Paulo, SP, Brasil, 2006.
- 4 GENTIL, V. Corrosão, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 6ª Ed.revista, Rio de Janeiro, 2011.
- 5 NUNES, L. P. Fundamentos de resistência à corrosão. Rio de Janeiro. Interficiência: IBP: ABRACO, 2007.
- 6 ALMEIDA M.E.M, Corrosão e Proteção de Metais nas Atmosferas da Ibero – América,1998.
- 7 LOMBARDI, T.F; MAYER, P.C; MACIEL,A.C. Análise Estatística da Camada Seca de Pintura: caso da empresa industrial nova JVA. Rio Grande do Sul, 2011.
- 8 Norma ABNT – NBR 11003. Tintas – Determinação da Aderência, 2009.
- 9 Norma ABNT – NBR 14847. Inspeção de Serviços de Pintura em Superfícies Metálicas, 2002.
- 10 Norma ABNT – NBR 15877. Ensaio de Aderência por Tração, 2010.
- 11 Norma ASTM B117-97, “Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus, 1997.
- 12 Norma ASTM A131 / A131M : “Standard Specification for Structural Steel for Ship”, 2013.
- 13 Norma ASTM G155 “Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials” 2013.