



**XXIV Congresso Nacional de Estudante de Engenharia Mecânica – 11 a
15/09/2017 – Rio Grande – RS**

**COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO DE REVESTIMENTO DE
ESMALTE SINTÉTICO EM SUPERFÍCIES METÁLICAS**

Ruan A. Carvalho e Henara L. Costa

Universidade Federal de Rio Grande

Av. Itália km 8, s/n, bairro carreiros, Rio Grande – RS.

ruan.oak@gmail.com

RESUMO: Componentes mecânicos, sobretudo as partes móveis, sofrem com os desgastes físicos (atrito, temperatura, pressão etc), iminentemente. No entanto, em regiões costeiras o desgaste é agravado pela presença de sais de metais trazidos pela maresia. Entre outros, o cloreto de sódio é um dos mais reativos, altamente oxidativo, e que reage com a superfícies metálicas (reação de oxirredução). Uma das formas de reduzir os danos da oxirredução causada pelos sais marinhos é o tratamento das superfícies metálicas com o uso de esmalte sintético, no qual o esmalte serve como película protetora, reduzindo o contato do metal com o oxidante. Esse trabalho propõe uma avaliação da eficácia do tratamento de superfícies metálicas com esmalte sintético no combate aos danos causados pela maresia. Para a avaliação foram preparadas amostras de aço ABNT 1020 revestidos por esmalte sintético e imersos em solução de cloreto de sódio. Um pendulo de Uppsala foi fabricado para avaliar a resistência do revestimento, em que as amostras serão riscadas com um indentador de geometria conhecida. Os danos causados na estrutura do revestimento pelo cloreto de sódio superam a eficiência desejada.

Palavras-Chave: Esclerometria pendular, corrosão, desgaste abrasivo

ABSTRACT: Mechanical components, especially as moving parts, suffer from physical wear (friction, temperature, pressure, etc.), imminently. However, in coastal regions the wear and aggravation by the presence of signs of metals brought by sea air. Among others, sodium chloride is one of the most reactive, highly oxidative, and that reacts with metallic surfaces (oxidation reaction). One of the ways to reduce the corruption damages caused by the saucers and the treatment of the metal surfaces with the use of synthetic enamel, without product quality as protective film, reducing the contact of the metal with the oxidant. This work proposes an evaluation of the efficacy of the treatment of metal surfaces with synthetic enamel without combat to damages caused by the sea. For an evaluation, samples of ABNT 1020 steel coated with synthetic enamel and immersed in sodium chloride solution were prepared. A pendulum from Uppsala was fabricated to evaluate the strength of the coating, where as samples and scratched with a known geometry indenter. The damage caused to the coating structure by sodium chloride exceeds the desired efficiency.

Keywords: Pendular sclerometry, corrosion, abrasive wear



INTRODUÇÃO

As superfícies dos materiais estão sujeitas aos danos causados pelo meio, tanto com a ação do oxigênio, quanto com os ambientes ricos em cloreto de sódio, ou a ação do enxofre, dentre outros elementos que reagem com a superfície do material, gerando uma reação química de oxidação do metal, dando, assim, início aos danos de corrosão superficiais. “A corrosão é resultado de uma reação de oxidação de um metal em presença de alguma substância ou elemento que sofre redução” (OLIVEIRA, 2012), apesar de enxergarmos a corrosão como um fenômeno que reduz o volume útil do material, temos que ter em mente que a “Corrosão não é uma forma de desgaste porque ela não é causada pelo movimento relativo” (BAYER, 2004), porém, quando associado a um desgaste, como o abrasivo, pode causar um efeito físico-químico gerando danos severos ao material. O desgaste por abrasão é um dos danos mais recorrentes sofridos pelos equipamentos. Os movimentos relativos entre seus componentes causam fricção entre as partes gerando desgastes por abrasão. Segundo EYRE (1976) o desgaste por abrasão é o tipo de desgaste que mais causa falhas na indústria global, em média, responsável por 50% dos problemas. Em nosso século, países desenvolvidos ainda tem grande perdas com os mais diversos tipos de desgastes, “estimando custos variáveis entre 1% e 5% do PIB” (MARAGON, 2017). A tribologia - ciência do atrito, desgaste e lubrificação de superfícies sólidas em movimento relativo (KAWAKAME, 2000, p. 12) - surgiu para que se pudesse entender melhor esses danos. “Leonardo da Vinci (1452–1519), que pode ser considerado o pai da tribologia moderna, deu importantes contribuições para o entendimento dos fenômenos de atrito e desgaste” (RADI, 2007).

Nosso país tem uma vasta costa marítima, onde estão localizados portos, ferrovias, fabricas, estaleiros e outras grandes obras, porém as estruturas das mesmas sofrem com a ação destruidora da maresia, rica em cloreto de sódio. Para evitar a degradação dos patrimônios são necessários alguns tratamentos superficiais, o revestimento com esmalte sintético é uma boa opção para o revestimento de estruturas pequenas e que necessitem de um melhor acabamento. O revestimento de superfícies com tintas é um dos revestimentos mais baratos e de fácil manuseio, mas para que se tenha uma alta eficiência é necessária uma série de preparos das superfícies que receberão o tratamento, algo que muitas das vezes é negligenciado, gerando falhas que reduzirão a vida útil e a eficiência do revestimento e, conseqüentemente, o contato do material com o meio. A escolha da tinta é feita tomando como base o meio em que o revestimento irá atuar, além dos esforços e tipos de desgastes premeditados.

Esse estudo irá avaliar a resistência abrasiva de revestimento feitos em aço carbono e submerso em solução salina, simulando um efeito corrosivo similar ao da maresia na costa brasileira.

METODOLOGIA

Fabricação do Esclerômetro

Para o ensaio da resistência ao desgaste abrasivo das superfícies revestidas, após os testes corrosivos, foi fabricado um equipamento de ensaio de risco de passe único, que utilizará da técnica de esclerometria pendular, “O desgaste abrasivo pode ser considerado como um processo de risco múltiplo [1, 2] que induz o deslocamento de massa e a subsequente degradação da superfície. Este é um fenômeno complexo que pode ser simulado por um riscador de ponto único usando a técnica esclerométrica” (FRANCO, 1992).

O esclerômetro (fig. 01) foi fabricado a partir da estrutura de uma “máquina Charpy” (SOUZA, 1982, p.94), onde componentes foram desmontados dando lugares a novos acessórios do esclerômetro, o equipamento cedido poderá retomar a utilização original com a remontagem de seus componentes removidos. O equipamento tem um penetrador de aço rápido e de geometria conhecida que será fixado na extremidade do pendulo, de massa previamente determinada, o pendulo será lançado a uma certa altura, com carga de 200 g, fazendo uma remoção de material, ao passar pela amostra, com a variação de altura será calculado o consumo de energia após o risco gerado.



Figura 01 – Esclerômetro Pendular

O conjunto do porta amostra (fig. 02) possui um sistema de cunha, que garante o deslocamento vertical da amostra. O deslocamento vertical da amostra garante uma penetração micrométrica do indentador, com uma resolução de 0,25 μm .

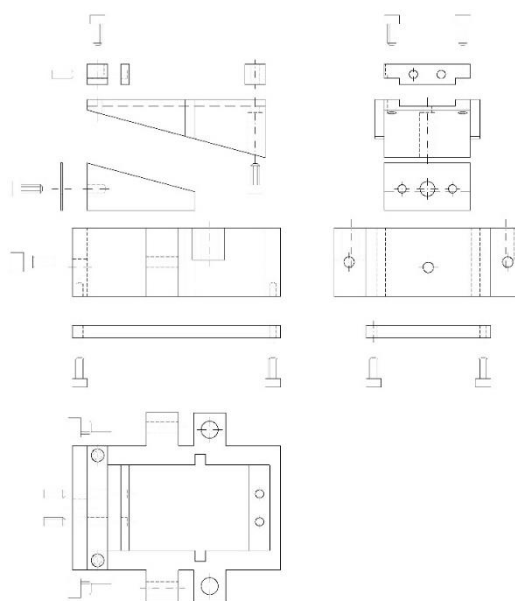


Figura 01 – Conjunto porta ferramenta

Um micrometro foi adaptado ao conjunto do porta amostra para garantir o deslocamento horizontal da cunha com a precisão exigida para o ensaio.

Procedimento experimental

Foram fabricadas amostras de aço ABNT 1020 nas dimensões 9 x 9 x 60 mm, lixadas com lixa de granulometria P600 (fig. 03), em seguida lavadas com detergente para remover resíduos de graxas. Uma solução de 85% de tinta de fundo (zarcão) para 15% de diluente, para aplicar a primeira demão, outra solução de 90% de tinta de fundo para 10% de diluente para a segunda demão. Foi dada primeira demão de fundo sobre as superfícies das amostras 1, 2 e 3, e dado um intervalo de secagem de 1(uma) hora para a aplicação da segunda demão. Foi preparado uma solução de 85% de esmalte sintético ER preto fosco e 15% de solvente. Após 24 (vinte e quatro) horas da aplicação do zarcão, foi aplicado com um rolo a primeira demão da solução de esmalte sintético e com um intervalo de 1 hora foi aplicado a segunda demão, mais 1 hora foi dada para a secagem da segunda demão e a aplicação da terceira camada de revestimento na amostra 3, buscando uma camada homogênea (fig. 04).



Figura 03 – Amostras Lixadas



Figura 04 – Amostras revestidas com esmalte sintético

Uma solução de Cloreto de sódio foi preparada na proporção de 3,5% de NaCl por 96,5% de água destilada. As amostras 2, 3 (fig. 05), com revestimentos, e a 4 (fig. 06), sem revestimento, foram pesadas e submersas na solução e deixadas por um período de 65 horas, em local com humidade e temperatura constante.



Figura 05 – Amostras revestidas imersas em solução de NaCl

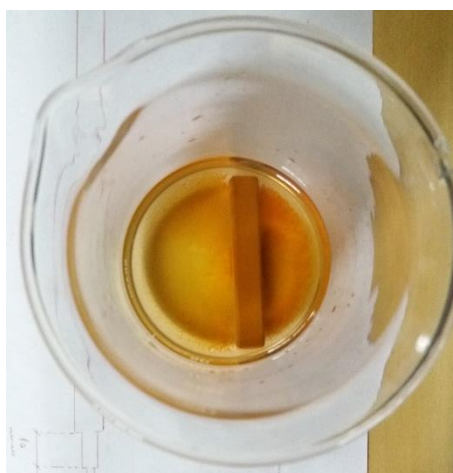


Figura 06 – Amostra sem revestimento imersa em solução de NaCl

Após a retirada das amostras foram lavadas com água destilada, afim de remover a camada de sal depositado na superfície a ser ensaiada. As espessuras dos revestimentos foram medidas pelo microscópio óptico com uma lente de aumento de 20x (fig. 07) e formulado uma tabela (tab. 01) com os dados coletados.

Tabela 01 - Espessuras dos revestimentos

Amostra	Espessura do Esmalte sintético	Espessura da tinta de fundo
01	75,25 μm	57,95 μm
02	96,00 μm	100,53 μm
03	113,8 μm	99,11 μm

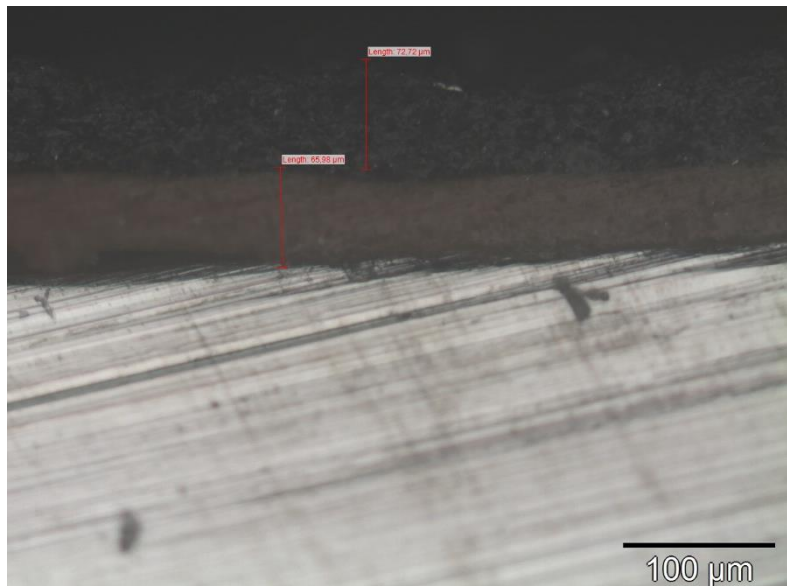


Figura 07 – Medida da espessura do revestimento

As amostras foram colocadas no porta amostras e referenciadas em relação a ponta do riscador. Foi dado uma profundidade de 70 μm com o intuito de riscar apenas os revestimentos de esmalte sintético (fig. 08).

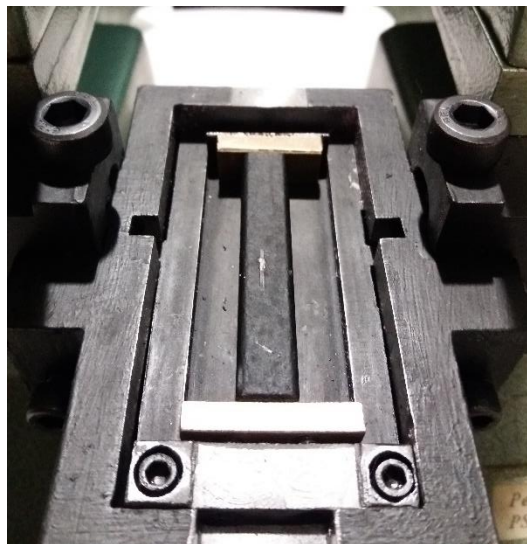


Figura 08 – Risco na amostra após o ensaio abrasivo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio gerou um risco de profundidade de 70 μm e comprimento de aproximadamente 6 mm. Ao comparar os resultados coletados do ensaio, que estão na tabela 02, podemos observar que todas as amostras possuem resistência ao risco, porém as amostras submetidas a solução de cloreto de sódio tiveram uma maior absorção de energia comparadas com a amostra que não foi solicitada à solução corrosiva. As



camadas mais espessas de revestimento apresentaram uma maior alteração da propriedade física do revestimento.

Tabela 02 – Resultados dos experimentos

Amostra	Espessura do Revest.	Imerso na Solução	Ângulo de disparo	Absorção de Energia
A01	75,25 μm	Não	154°	11%
A02	96,00 μm	Sim	154°	13%
A03	113,8 μm	Sim	154°	19%

Levando em consideração que a esclerometria é “um método muito preciso e reprodutível para medir a resistência à abrasão e classificar diferentes materiais em relação a esta propriedade” (VINGSBO AND HOGMARK, 1984), podemos classificar os revestimentos das amostras A02 e A03 como menos resistente a abrasão do que o revestimento da amostra A01.

CONCLUSÃO

Os resultados dos testes mostraram que os revestimentos submetidos a maresia apresentam uma maior absorção de energia, logo uma menor resistência ao desgaste abrasivo. Esse resultado pode ter relação com a reação ocorrida entre o revestimento e o sódio encontrado na composição da maresia, já que o sódio está entre os elementos incompatíveis a composição do revestimento. É suposto que a porosidade do revestimento aloje as moléculas indesejadas de sódio. Camadas mais espessas de tinta ajudam na desestabilização da estrutura cristalina do revestimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro com a contemplação da bolsa do PIBIC-FURG, e aos técnicos do laboratório de Usinagem da FURG pela troca de experiência profissional.

REFERÊNCIAS

ANJO QUÍMICA DO BRASIL LTDA. **Ficha de informação de Segurança de Produtos Químicos – Esmalte Sintético ER Preto Fosco**. Santa Catarina, 2015. P.13

BAYER R.G. **Mechanical Wear Fundamentals and Testing**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 2004. 395 p.

BERGMAN F. JACOBSON S. **Tool wear mechanisms in intermittent cutting of metal matrix composites**. In: Elsevier-Wear. v.179, n.1-2, 1994. p. 89-93.

BRISCOE B. J. DELFINO A. PELILLO E. **Single-pass pendulum scratching of poly (styrene) and poly (methymethacrylate)**. In: ELSEVIER-Wear, 1999.



EYRE, T.S. **Wear characteristics of metals**. In: Elsevier-Tribology international. v.9, n.05, Out. 1976. p. 203-212.

FRANCO S.D. MELLO J.D.B. **An investigation of the abrasive wear of A1-Si alloys with the aid of Upsala's pendulum**. In: Materials Science and Engineering A154, 1992. p. 175-181.

KAWAKAME M.S. BRESSAN J.D. **Atrito e desgaste em Polímero**. São Pedro – SP: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2000.

MARANGON D. **Os danos da corrosão na economia**. In: Diário do comércio, 06. Jun. 2008. Acessado em 05.Jul.2017.

OLIVEIRA A.R. **Corrosão e tratamento de superfícies**. Belém: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, 2012. 104 p.

PARANAÍBA R.S. SILVA JUNIOR W.M. **Caracterização do desgaste abrasivo do aço inoxidável supermartensítico tratado termicamente**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2015. 20 p.

RADI, P.A. **Tribologia, Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Anais do 13º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2007.

SÁNCHEZ F.A.L. **Produção por dip coating e caracterização de revestimentos compósitos de poliuretano/alumina sobre fibras de poliamida 6**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUZA, S. A. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos – Fundamentos teóricos e práticos**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1982.

SALES, F. W. **The use of pendular sclerometry in the study of the performance of cutting fluids**. São Paulo: XV Brazilian Congress of Mechanical Engineering, 1999.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido nesse artigo.