

## ANÁLISE DA CORROSÃO EM AÇO 1020 UTILIZANDO MEIO DE PROTEÇÃO COM ANTICORROSIVO E MISTURA DE CLORO COM ÁGUA COMO AGENTE CORROSIVO

**SALES, Denis Edson Leite**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. denis.sales27@outlook.com

**TAKENOBU, Guilherme Massao Uehara**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. guilhermetakenobu@hotmail.com

**ALVES, Leonardo Wallace da Silva**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. aps.leo10@gmail.com

**PERÍCOLI, Victor Edson Neto de Araújo**

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. victorpericoli@unievangelica.edu.br

### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo realizar testes de corrosão no aço 1020 anteriormente revestido com os anticorrosivos. Para a análise os corpos de prova serão submergidos em uma mistura corrosiva de água e cloro. Posteriormente os protótipos serão submetidos a teste de perda de massa, conferindo e determinando assim as configurações do aço com e sem a utilização de anticorrosivos. Esta pesquisa é de suma importância no meio industrial, uma vez que aços de menor valor agregado apresentam, por natureza, baixa resistência à corrosão. Os diagnósticos são imprescindíveis para determinação de tempo de vida do aço e para maior conhecimento dos benefícios da aplicação de anticorrosivos em materiais metálicos.

**Palavras-chave:** Corrosão; Anticorrosivo; Agente corrosivo.

### Abstract

The present work has as objective to perform tests of corrosion in 1020 steel previously coated with the anticorrosive ones. For the analysis, the test specimens will be submerged in a corrosive mixture of water and chlorine. Subsequently the prototypes will be submitted to a mass loss test, thus verifying and determining the steel configurations with and without the use of anticorrosives. This research is of great importance in the industrial environment, since steels with lower value added have, by their nature, low resistance to corrosion. Diagnoses are essential for the determination of the life time of the steel and for a better knowledge of the benefits of the application of anticorrosives in metallic materials.

**Keywords:** Corrosion; Anticorrosive; Corrosive Agent.

## 1. Introdução

A corrosão é um tipo de deterioração que pode ser comumente encontrada em estruturas metálicas. Basicamente, o aço oxida quando em contato com gases nocivos ou umidade e este processo destrutivo do material prejudica os elementos estruturais do material agredido, assim perdendo suas qualidades essenciais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade e estética [1].

Os aços, em geral, quando expostos a atmosfera ou submerso em água tornam-se muito corrosivos por isso são utilizados vários tipos de anticorrosivo para ajudar na proteção, já que o aço é o cerne das estruturas metálicas. Entre os tipos mais comuns de proteção anticorrosiva está a utilização de tinta como meio de proteção contra esse ataque, normalmente, a pintura de proteção anticorrosiva desempenha uma função importante no produto final, inclusive na estética, proporcionando um acabamento customizado. Para uma maior eficiência no sistema anticorrosivo aplicado ao aço, pontos relevantes são essenciais, como: conhecimento técnico do material empregado para proteção, especificação correta das tintas, mão-de-obra especializada, controle de qualidade, o tempo de pintura inicial, as condições ambientais durante o preparo do material, contaminações e uma devida preparação da superfície onde será aplicada essa tinta [2].

No presente artigo será realizada a comparação entre um metal (Aço 1020) com proteção anticorrosiva por meio de pintura e esse mesmo metal com as mesmas medidas sem a devida proteção, simulando uma condição na qual se encontra estruturas de tobogã de piscinas que estão expostos constantemente à mistura de água e cloro.

Atualmente, o aço é a liga metálica de maior importância, pois é empregada em larga escala na fabricação de ferramentas, máquinas, na construção civil, entre muitas outras aplicações. Para estruturas metálicas o aço carbono 1020 está entre os mais utilizados devido ao baixo preço e desempenho mecânico [3].

Na fase de testes os corpos de prova serão submetidos ao teste de perda de massa. Neste teste, os corpos de prova serão mergulhados em uma mistura de água e cloro, ocorrendo o processo corrosivo. Para efeito comparativo, serão feitos testes nos corpos de prova sem corrosão, visando utilizar os resultados para determinar a eficiência dos processos anticorrosivos em estruturas metálicas e a importância de se fazer um tratamento correto na estrutura para proteção do aço contra corrosão [4].

## 2. Materiais e métodos

### 2.1. Materiais

O material utilizado como corpo de prova é uma chapa de aço 1020, sendo confeccionados 12 corpos de prova. As Tabelas 1 e 2 apresentam a composição química percentual e as principais propriedades mecânicas do aço carbono 1020 [5].

Tabela 1 - Composição química (%) do aço-carbono comum / ABNT/SAE J403:2001

ABNT/SAE/AISI	C	Mn	P	S
1020	0,15-0,23	0,30-0,60	≤ 0,030	≤0,050

Fonte –[5].

Tabela 2 - Propriedades Mecânicas Estimadas de Barras de Aço Laminadas a Quente e Trefiladas / CONFORME SAE J1397 MAI/92

SAE/AISI	Processamento	LR(MPa)	LE (MPa)	A (2)%	Z (%)	HB
1020	LAMINADO	380	210	25	50	111

Fonte–[5].

#### 2.1.1. Agente corrosivo

Durante o teste, o meio corrosivo analisado compreende um conjunto com água tratada com adição de cloro. O cloro em água irá gerar uma reação química que forma o ácido hipocloroso (Fórmula Molecular - HClO). O meio corrosivo (solução de ácido hipocloroso), basicamente, irá simular a água de uma piscina convencional, propiciando assim, testar a proteção aplicada nas peças.

É altamente instável ao aquecimento, e a temperaturas relativamente brandas, em torno de 40°C, decompõe, dando origem a dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), água e ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>), cujo a equação é mostrada a seguir:



Pode ser sintetizado no laboratório diretamente a partir de seus sais, os cloratos, que são compostos mais estáveis do que o ácido [6].

### 2.1.2. Anticorrosivo

Nos testes, a aplicação do anticorrosivo envolve uma pintura do tipo industrial, que possui como foco principal a proteção anticorrosiva. Pelo baixo custo e alto rendimento, os anticorrosivos utilizados nos testes serão: tinta líquida convencional, tinta epóxi e primer (tinta de fundo). Esses anticorrosivos possuem resinas que isolam o corpo de prova e impede que o metal reaja com o meio aquoso.

De acordo com o fabricante, na tinta líquida convencional, é necessária uma mistura de 30% de solvente para a aplicação, exigindo a utilização, como ferramenta de aplicação, um rolo específico ou pistola de ar comprimido apropriada. A tinta após a cura forma uma película que possui papel de acabamento, escoamento e proteção.

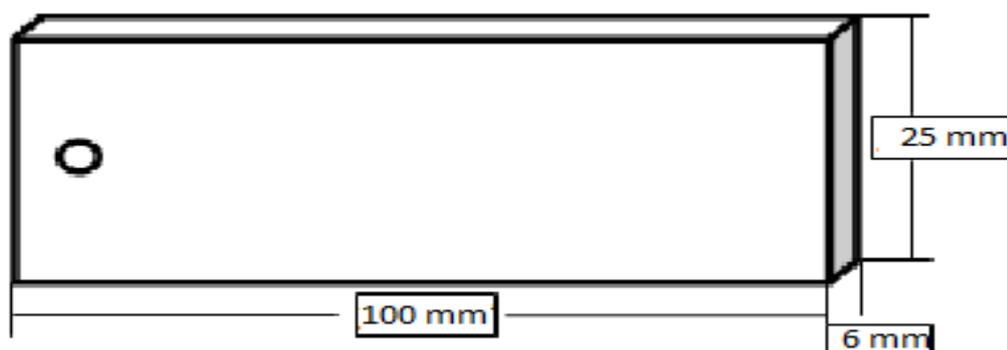
O primer é uma proteção do tipo catódica que contém altos teores de pigmentos metálicos anódicos em relação a superfície do aço a ser protegida. O mecanismo de proteção anticorrosiva do tipo catódica se dá por meio de técnicas eletroquímicas ou por aplicação de tintas específicas e apropriadas, esse mecanismo controla a corrosão de forma a proteger uma célula eletroquímica ou eletrolítica. Efetivamente é uma técnica que de forma inteligente interrompe o processo de corrosão neutralizando-a, diferente de mecanismos cimentícios ou poliméricos que atuam como barreiras cegas, formando apenas obstáculos a serem vencidos pela corrosão [7].

O mecanismo de proteção anódica consiste em proteger a estrutura aplicando sobre ela um potencial anódico a fim de manter estável a película aplicada sobre o material. O anticorrosivo que será utilizado possui pigmentos de zinco que demonstra maior eficiência e grau de satisfação no experimento [7].

### 2.1.3. Corpo de prova

Para obtenção dos corpos de prova para ensaio de perda de massa, foi utilizado o centro tecnológico da faculdade UniEvangélica onde foram usinados 12 corpos de provas com dimensões: 100 mm de comprimento 25 mm de largura e 6 mm de espessura, com uma área de 63,66482 cm<sup>2</sup> Figura 1 [8].

Figura 1 - Corpo de prova



Fonte - Os autores

## 2.2. Métodos

Após a confecção dos corpos de prova foi realizado o trabalho de limpeza utilizando escova de aço nas suas superfícies deixando as peças com aspecto visual limpo e prontas para pesagem e enumeradas para realização da pesagem no Laboratório de Química do Centro Tecnológico da Faculdade UniEvangélica. Depois de realizada a pesagem das peças, foi realizado o trabalho de pintura das peças utilizando pistola de ar comprimido para aplicação da tinta, simulando a pintura realizada em estrutura metálica realizada no local onde foi encontrado o tobogã, fonte desta pesquisa. Foi determinado que as peças fossem pintadas duas a

duas com cada tipo de proteção anticorrosiva e ficaram duas peças sem pintura para se ter um parâmetro de comparação maior em relação as peças com pintura conforme tabela 3 a seguir.

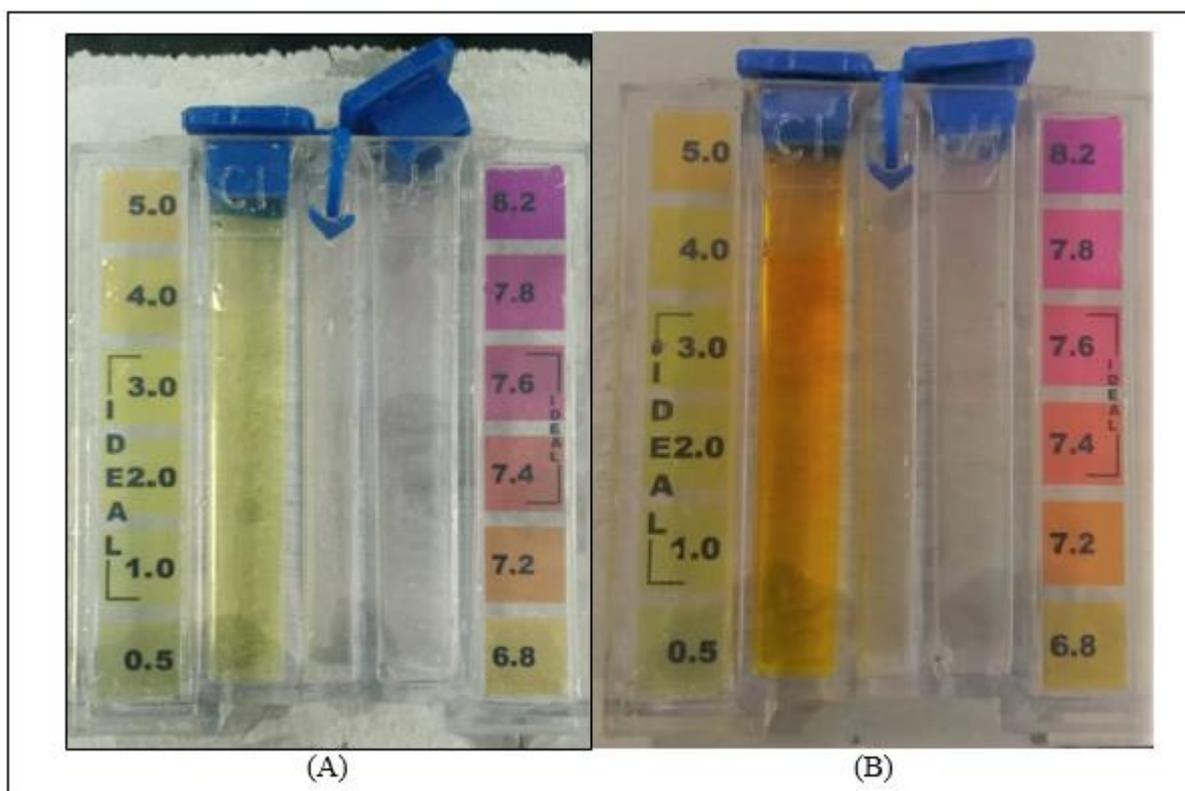
Tabela 3 – Aplicação de protetor anticorrosivo nos corpos de prova

CORPO DE PROVA	1X PRIMER	2X PRIMER	ESMALTE	EPÓXI
1	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
2	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
3	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
4	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
5	SIM	NÃO	SIM	NÃO
6	SIM	NÃO	SIM	NÃO
7	NÃO	SIM	SIM	NÃO
8	NÃO	SIM	SIM	NÃO
9	SIM	NÃO	NÃO	SIM
10	SIM	NÃO	NÃO	SIM
11	NÃO	SIM	NÃO	SIM
12	NÃO	SIM	NÃO	SIM

Fonte – Os autores

Depois de preparados, pesados e pintados os corpos de prova foram imersos em mistura de água e cloro, adicionada em frascos de 200 ml com tampa no Laboratório de Química. Foram preparadas duas soluções de 2 litros cada para depois serem transferidas para os frascos, uma contendo 2mg de clorogranulado (A) e a outra contendo 10mg de cloro granulado (B), onde foi feito o teste de teor de cloro na água, figura 2.

Figura 2–Teste de Teor de Cloro na água (mg/l)



Fonte – Os autores

Esta condição de duas soluções com concentrações diferentes de teor de cloro foi determinada porque a concentração com 1.0mg de cloro por litro d'água é a concentração ideal para uso em piscinas e a

concentração com 5.0mg de cloro por litro d'água, seria a concentração acima do aceitável para uso, a partir dos testes pode-se identificar também a importância de se manter uma água de piscina dentro dos padrões aceitáveis para uso.

### 2.2.1. Perda de massa

Para se determinar a variação das massas das amostras foi utilizado uma balança analítica, marca GEHAKA, modelo AG 200 com precisão de quatro casas decimais, que se encontra no centro tecnológico da faculdade UniEvangélica.

A taxa de corrosão a cada período de tempo é calculada partir da equação 1. [8,9]:

$$k = \frac{(8,76 * 10^4)M}{a * t * \rho} \quad (1)$$

Onde:

K = taxa de corrosão [mm/ano]

M = perda de massa [g]

a = área superficial exposta - 66,66482 [cm<sup>2</sup>]

t = tempo de exposição [h]

$\rho$  = massa específica do aço - 7,86 [g/cm<sup>3</sup>]

O resultado da equação será dado em porcentagem, onde, se houver resultado positivo, haverá ganho de massa e se for negativo, haverá perda. Assim que realizada a pesagem inicial dos corpos de prova, serão colocados em imersão na mistura de água com o agente corrosivo, por um período de 30 dias, após esse período serão retirados, pesados para se obter a massa final, antes de fazer a pesagem final será feita a limpeza destes corpos de prova, assim se tem um parâmetro de peso inicial, antes do processo e peso final, de onde serão retirados os resultados e conclusões.

## 3. Resultados

As peças ficaram imersas por um período de 30 dias em local seco, arejado, ao abrigo de luz natural e em temperatura ambiente, em regime estático. Após a retirada das peças da imersão e secagem das mesmas, foi realizada uma nova pesagem onde obtivemos resultados de perda de massa nos corpos de prova, com exceção dos corpos de prova com proteção de esmalte sintético, que tiveram aumento no peso devido infiltração de solução líquida por baixo da camada de pintura ocasionando bolhas visíveis a olho nu nas peças. Esse tipo de fenômeno é denominado por deterioração por empolamento, este tipo de defeito é originado por imperfeições no revestimento (porosidades, riscos, regiões insuficientemente recobertas, etc.), onde o substrato metálico é exposto ao ambiente [10].

Figura 3 – Peça com proteção 1x Pr. + Es.



Fonte - Os autores

Podemos observar também que a peça com melhor resultado visual, menor perda de massa e menor taxa de corrosão foi a peça que recebeu aplicação de 2 demão de primer e 1 demão de tinta epóxi, e foi imersa em solução com concentração de 1mg de cloro por litro d'água, figura 4.

Figura 4 – peça com proteção 2x Pr. + Ep.



Fonte – Os autores

Após um mês imerso, a peça citada na figura 4, resistiu muito bem quanto à impermeabilização da peça e resistência ao agente corrosivo, não apresentando corrosão na área exposta ao agente corrosivo, somente onde a peça foi perfurada, que deve receber um cuidado especial, comparando-se com áreas de emendas de material com solda, dobras de material em estruturas e possíveis danificações ao longo da vida útil de uma estrutura onde pode haver infiltração e assim agredir a parte metálica com a corrosão.

Segue tabela com resultados das pesagens em todas as etapas do processo, peso inicial, peso pós-pintura, peso pós-imersão e peso pós-limpeza final.

Tabela 4 – Pesagem dos corpos de prova.

Corpo de prova	Peso inicial(g)	Peso pós-pintura (g)	Peso pós-imersão (g)	Peso pós-limpeza (Final) (g)	Perda de Massa (g)
1	121,704	-	121,559	121,557	0,147
2	122,905	-	122,850	122,814	0,091
3	122,184	122,680	122,597	122,105	0,079
4	122,334	122,766	122,671	122,258	0,076
5	120,970	121,594	121,598	120,905	0,065
6	122,863	123,490	123,524	122,782	0,081
7	121,861	122,940	122,970	121,792	0,069
8	122,027	123,222	123,281	121,920	0,107
9	122,411	123,396	123,350	122,351	0,060
10	121,761	122,723	122,686	121,697	0,064
11	121,777	123,348	123,313	121,725	0,052
12	122,984	124,582	124,530	122,928	0,056

Fonte – Os autores

Com a obtenção dos resultados de pesagem em todas as etapas do processo, foi realizado o cálculo da taxa de corrosão em relação à perda de massa durante o processo, para identificação do processo de pintura e meio de proteção mais eficaz para o material em estudo, Aço 1020 com e sem meios de proteção, submetido a condições similares as de uma estrutura de tobogã de piscina que está em constante contato com a mistura de água e cloro. A tabela a seguir mostra os resultados obtidos para perda de massa e taxa de corrosão para cada corpo de prova, com proporções de teor de cloro e proteção diferentes, após 30 dias imersos.

Tabela 5–Resultados para perda de massa e taxa de corrosão

Tipos de proteção	Concentração de cloro (mg/L)	Corpo de prova	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Perda de massa (g)	Taxa de corrosão durante 30 dias (%)
SEM PROT.	0,001	1	121,704	121,557	0,147	3,57
SEM PROT.	0,005	2	122,905	122,814	0,091	2,21
1x Pr.	0,001	3	122,184	122,105	0,079	1,92
1x Pr.	0,005	4	122,334	122,258	0,076	1,85
1x Pr. + Es.	0,001	5	120,97	120,905	0,065	1,58
1x Pr. + Es.	0,005	6	122,863	122,782	0,081	1,97
2x Pr. + Es.	0,001	7	121,861	121,792	0,069	1,68
2x Pr. + Es.	0,005	8	122,027	121,920	0,107	2,60
1x Pr. + Ep.	0,001	9	122,411	122,351	0,060	1,46
1x Pr. + Ep.	0,005	10	121,761	121,697	0,064	1,56
2x Pr. + Ep.	0,001	11	121,777	121,725	0,052	1,26
2x Pr. + Ep.	0,005	12	122,984	122,928	0,056	1,36

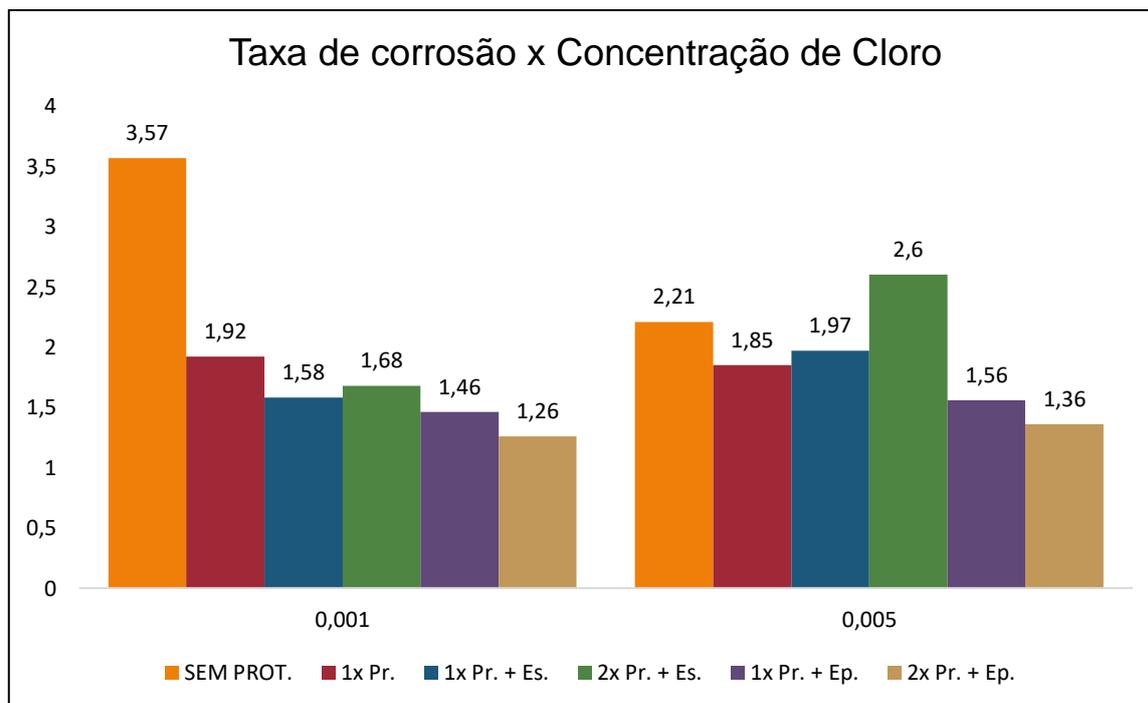
Fonte – Os autores

**Legenda:**

Pr. = Primer  
Es. = Esmalte  
Ep. = Epóxi

Analisando a taxa de corrosão com relação às duas concentrações de cloro por litro d'água, observa-se no gráfico o bom resultado obtido pela peça com proteção 2x Pr. + Ep.

Gráfico 1 – Taxa de corrosão x Concentração de Cloro

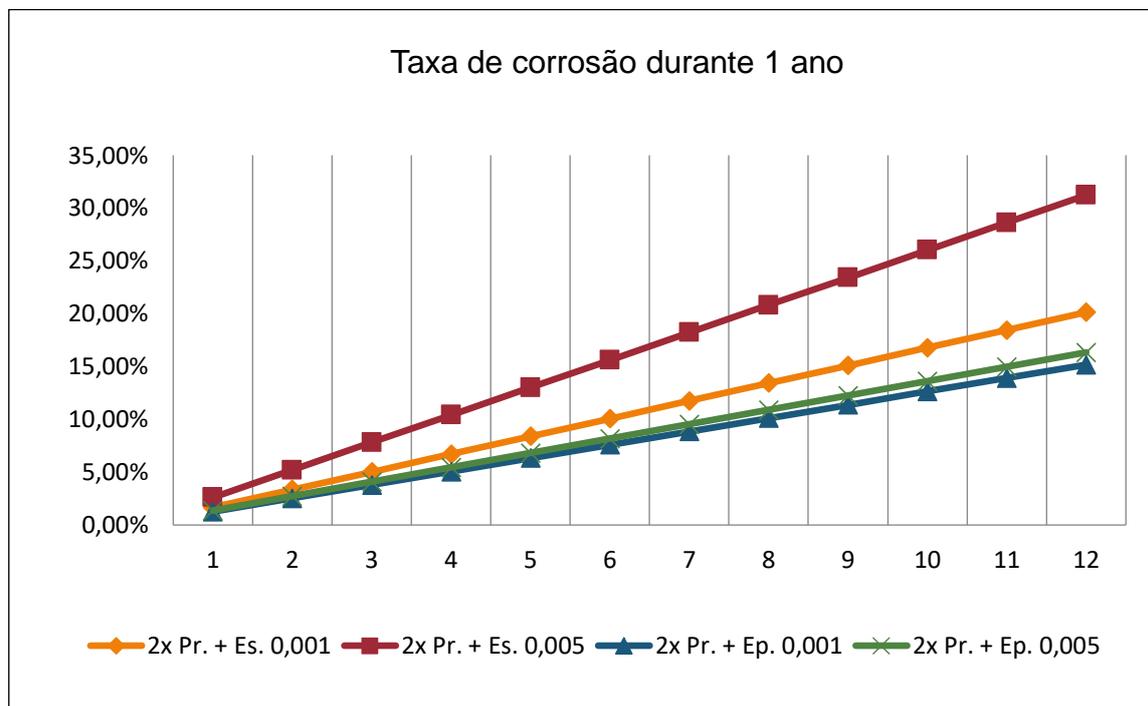


Fonte – Os autores

Considerando que o custo com a pintura com tinta epóxi, que apresentou melhores resultados não é baixo, foi estimada uma proporção da taxa de corrosão para o tempo de 1 ano, tempo em média que a estrutura metálica em estudo é reformada, analisando a porcentagem da taxa de corrosão da pintura com

esmalte sintético em relação a pintura com a tinta epóxi de acordo com os resultados obtidos no experimento, segue análise no gráfico 2.

Gráfico 2 – Taxa de corrosão durante 1 ano



Fonte – Os autores

Ficou evidente que a pintura com tinta epóxi para o período de 1 ano é mais vantajosa, evita-se a possibilidade de ter que se trocar parte da estrutura metálica para substituir as partes de material com alta taxa de corrosão aumentando a vida útil da estrutura, evitando gastos maiores a cada reforma.

#### 4. Conclusão

Atualmente com o aumento de estruturas metálicas, a análise de anticorrosivos que são facilmente encontrados no mercado, tem grande importância para evitar desgastes em tais estruturas e torná-las mais duradoras.

De acordo com os testes realizados, podemos observar que a tinta epóxi mostrou mais resistência a corrosão do que as demais proteções utilizadas no processo, primer e esmalte sintético. Devido as propriedades dessa tinta, ela se torna a melhor opção dentre as tintas analisadas em ambientes húmidos ou submersos em água impura.

No entanto é necessário que a pintura seja realizada com o máximo de destreza para obter o revestimento perfeito e não haver infiltrações.

É necessário que após a pintura, a peça não sofra nenhum dano, pois qualquer ranhura pode causar efeitos contrario a conservação do aço.

As sugestões dadas são referentes aos resultados do teste e de pesquisas, que se aplicadas obtém melhores resultados referente a conservação das estruturas metálicas expostas a ambientes húmidos ou imersas em líquido.

Os testes realizados demonstraram resultados que nos levou a inúmeras pesquisas, onde obtivemos várias informações e soluções para melhorar a proteção contra corrosão, tais como a melhoria proporcionada pela tinta epóxi para a conservação de estruturas metálicas.

#### 5. Referências

[1] GENTIL, Vicente. **Corrosão**, 2ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987, p. 1, 6, 8- 20, 9, 11, 66, 92-110, 101, 314, , 309-318, 385-419.

- [2] GOMEZ BOTERO, **Maryory Astrid et al . Evaluación de metodologías para laAplicaciónde sistemas de protección contra lacorrosiónenel interior de tanques de lastre enembarcaciones marinas.** Ing. Desarro., Barranquilla, v. 35, n. 1, p. 174-197, June 2017 .Availablefrom<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612017000100174&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612017000100174&lng=en&nrm=iso)>. access on 12 Dec. 2017.
- [3] SILVA, A.L.C.; MEI, P.R. **Aços e ligas especiais.** 2ªed., São Paulo, SP, Edgard Blucher, pp. 646, 2006.
- [4] SOUZA, E.D. **Análise de corrosão por meio de perda de massa e espessura em aços pela ação da água produzida de poços petrolíferos,** In: Dissertação M.Sc, Departamento de Engenharia e Ciências de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- [5] LUZ, Gelson. **Aço Carbono SAE 1020 .** Disponível em: <<https://gelsonluz.com/aco-sae-1020-propriedades-mecanicas/>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- [6] SILVA, A. L. S. **Ácido Clórico .** Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/acido-clorico/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- [7] FREIRE, Carlos. **Proteção contra Corrosão .** Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/protecao-contracorrosao>>. Acesso em: 02 dez. 2017.
- [8] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – INTERNATIONAL – ASTM G1-03, **Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens**1, 2011.
- [9] AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS. **Standard practice for characterization of atmospheric test sites:** G92-86. Philadelphia, 1994.
- [10] PANNONI, D.F., "**Fundamentos da Corrosão**", Pintura Industrial, v. 48, n.16, pp. 32-35, 2007.