**DESENVOLVIMENTO DE GUIA DE PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIO DE CORROSÃO POR SALT SPRAY**

**Resumo**

**O estudo da corrosão é de alta relevância, permitindo conhecer o comportamento de um material, verificar tempo de desgaste do mesmo, e melhor tratamento de superfície a ser usado. Para isso, utiliza-se o ensaio de corrosão acelerada por névoa salina, pelo método Salt Spray, avaliando a perda de massa por área dos corpos de prova dos materiais, comparando os valores especificados pelas normas, prevenindo o comportamento dos materiais no meio ambiente, etc. O objetivo deste, é disponibilizar um guia contendo informações relevantes sobre o ensaio citado, facilitando ao pesquisador as etapas do experimento. A metodologia utilizada para os ensaios, depende do que se pretende avaliar, pois a norma permite ensaios com diferentes tempos de duração. Após os ensaios, é possível avaliar resistência estrutural da superfície, determinar melhor banho químico, inibidores e revestimento a ser utilizado, e tempo que o material suporta à uma dada condição aproximando da corrosão marítima.**

**Palavras-chave:** Corrosão; Ensaio; Salt Spray

**ABSTRACT**

The study of corrosion is of high relevance, allowing to know the behavior of a material, to verify its wear time, and better surface treatment to be used. For this, the salt spray accelerated corrosion test, using the Salt Spray method, is used, evaluating the mass loss per area of ​​the material specimens, comparing the values ​​specified by the standards, preventing the behavior of the materials in the environment, etc. The objective of this work is to provide a guide containing relevant information about the mentioned essay, facilitating the researcher the steps of the experiment. The methodology used for the tests depends on what is intended to be evaluated, as the standard allows for tests with different duration times. After the tests, it is possible to evaluate the structural strength of the surface, determine the best chemical bath, inhibitors and coating to be used, and the time the material can withstand a given condition approaching marine corrosion.

**Keywords**: Corrosion; Test; Salt Spray.

1. INTRODUÇÃO

A corrosão é um problema presente principalmente nos materiais metálicos. Danifica profundamente a estrutura química e desempenho mecânico e com isso deprecia construções e objetos, apresentando esta deterioração, chamado até de “câncer”, por alguns engenheiros.

Existem três formas de corrosão: eletroquímica (esse é o tipo de corrosão mais comum, geralmente na presença de água. Ocorre deslocamento de elétrons), química (é o ataque de algum agente químico diretamente sobre determinado material, que pode ou não ser um metal, não dependendo da presença de água) e eletrolítica (é um processo eletroquímico que ocorre com a aplicação externa de uma corrente elétrica.

Esse processo não é espontâneo, ao contrário dos outros tipos de corrosão mencionados acima.). (1)

Pensando nisso, e como antecipar conhecimento de problemas futuros nas estruturas metálicas, recorre-se aos ensaios de corrosão acelerada. Estes ensaios são realizados medindo a perda de massa em relação ao tempo de exposição à nevoa salina. Esta medição de camada é muito importante no tratamento superficial, por determinar o tempo de vida útil da peça, tempo de resistência a corrosão e o aspecto visual.

Vários fatores devem ser levados em consideração, como por exemplo, a temperatura do meio onde ocorre o ensaio, posição dos corpos-de-prova (CP’s), entre outros e concentração da solução que é vaporizada.

No ensaio de névoa salina, é produzida a névoa com ar comprimido e uma solução de cloreto de sódio em água. A névoa pulverizada cai sob ação da gravidade sobre os corpos de prova. A suspensão em si não é corrosiva, porque seu pH é próximo de 7, porém essa solução é forte eletrólito que provoca corrosão dos substratos metálicos. (2)

O objetivo deste trabalho é disponibilizar as informações necessárias para a realização de ensaios de corrosão acelerada pelo método salt spray, para que possa facilitar o pesquisador encontrando assim, o passo-a-passo necessário para obter êxito durante os experimentos, esclarecendo possíveis dúvidas. Este guia foi **idealizado para atender o critério de avaliação da disciplina de Processamento Metálico do curso de Mestrado em Materiais.**

Após várias buscas bibliográficas em artigos e manuais, pode-se chegar a um resumo das informações mais relevantes para o ensaio, que devem seguir as normas ASTM, ISO e NACE, além da ABNT, pois regulamentam, corrosões em superfícies pintadas, revestimentos metálicos, a metodologia de limpeza antes e após o ensaio, comportamento anódico/ catódico dos materiais, agressividade do ensaio, temperatura, concentração e pressão.

Após os ensaios, traça-se uma média de perda de massa dos corpos-de-prova (CP’s), com isso observa-se a capacidade de resistência à corrosão num determinado tempo, durante uma determinado condição. Pode-se obter várias informações modificando algum/ alguns dos parâmetros do ensaio. Em uma mesma amostra pode-se obter diferentes interpretações caso ela apresente diversos tipos de tratamento de superfície ou mesmo esteja sem ser tratada.

**2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Com o avanço da tecnologia e das mudanças de necessidades do homem, principalmente em grandes centros urbanos, o setor metalúrgico vem tentando suprir essas diversas faltas, este setor brasileiro vive um período de crescimento consistente, o qual repousa sobre ações desenvolvidas no passado pelo campo empresarial, governamental e acadêmico. A versatilidade dos metais, permite que cada vez ganhem mais espaço para diversos tipos de aplicações. (3)

Porém, como estes aços são os materiais mais utilizados na forma de chapas, placas, barras e tubos, pelas indústrias metalomecânicas e da construção civil, resultam os exemplos mais claros do que se chama "corrosão". (4).

Pela importância dos compostos metálicos no nosso dia-a-dia, a corrosão é um processo de degradação que deve ser analisado com todo o cuidado necessário por envolver custos diretos e indiretos, assim como por expor vidas ao perigo. (5).

A palavra CORROSÃO, é entendida como o desgaste gradual de um corpo qualquer que sofre transformação química e/ou física, proveniente de uma interação com o meio ambiente. (6). Neste processo, existem diversas reações químicas que normalmente ocorrem na interface ou superfície entre o metal e o meio corrosivo. A corrosão é também entendida como todo processo eletroquímico que produz degradação e perda de propriedades químicas, físico-químicas ou mecânicas do material metálico. (7)

Na ocorrência deste processo químico, é importante notar que o ferro (Fe) é inicialmente oxidado a Fe(II), que os produtos intermediários de corrosão incluem tanto Fe(II) quanto Fe(III) e que os produtos finais de corrosão incluem apenas Fe(III). Um ponto crucial é a identidade dos oxidantes principais e as etapas de reação no processo como um todo. Oxigênio é o principal oxidante em uma superfície seca. (8).

Com o estudo de corrosão acelerada nos metais, pode-se avaliar vários aspectos de qualidade e estrutura do material. Com este processo laboratorial, pode-se avaliar rapidamente o comportamento de materiais e componentes para uma condição particular de serviço. (9)

Alguns tratamentos são indispensáveis para a maior durabilidade do aço. A alteração das propriedades destes materiais, somente na superfície pode ser vantajosa, possibilitando a melhoria de propriedades como dureza e resistência ao desgaste, à corrosão e à fadiga. (10).

Uma tecnologia tradicional para se reduzir as taxas de corrosão é a aplicação de inibidores de corrosão. (11). Dentre os vários inibidores, têm se destacado o uso dos tipos orgânicos. Eles atuam formando um filme protetor na interface metal-meio corrosivo, cuja eficiência depende da qualidade do filme formado. (12).

Nesse contexto, pode-se citar como uma importante área de estudo os tratamentos superficiais por plasma (13).

É possível o estudo da corrosão, através de testes acelerados que preveem o comportamento dos materiais no meio ambiente, como o Salt Spray. (14).

O ensaio é regido pela norma *INTERNATIONAL STANDARD* ISO 9227, que determina que a temperatura dentro da câmara seja de 33°C a 37°C, pH de 6.5 a 7.2, concentração de NaCl de 4 a 6 %, temperatura do saturador 46° a 49°C, pressão de 83 Kpa a 124 kpa e 1 a 2 ml de névoa salina por hora. (14).

Câmaras de névoa salina são projetadas para reproduzir os resultados que ocorrem nas condições reais de intemperismo. A complexidade e os diferentes fatores que atuam durante exposição atmosférica tornam a avaliação antecipada do desempenho e do comportamento de materiais metálicos (com ou sem revestimentos. (15).

Vários testes laboratoriais são necessários, a fim de validar os resultados, pois pequenas variações na calibração do equipamento podem mascarar os resultados.

De acordo com a norma ISO 9227:2006, para que o ensaio seja validado, a câmara deve apresentar perda de massa de 70 ± 20 g/m2.

O método utilizado para a realização dos ensaios, bem como a confecção dos corpos de prova, devem ser baseados nas normas:

ASTM, NACE *International*, ABNT, ISO, entre outras; onde:

1.ASTM B117, é usada como padrão também de ensaio de corrosão em superfícies pintadas, revestimentos metálicos e componentes elétricos.

1.2.ASTM G1, descreve a metodologia que se deve usar para limpeza dos produtos de corrosão nos diversos metais.

1.3.ASTM G5, para medidas de polarização. Determinam o comportamento anódico/ catódico dos materiais através de curvas de polarização, E (V) vs i. Tem como objetivo verificar a agressividade das soluções e seu efeito sobre os metais através das correntes resultantes da faixa de passivação e da incidência de corrosão localizada na forma de pites.

1.4. ASTM G31, usada para taxa de corrosão.

1.5.ASTM G46, utilizada para a avaliação da corrosão localizada.

2.ISO 9227, os corpos –de- prova devem ser confeccionados com dimensões de 150x70x1,06 mm segundo norma ISO 9227/2006.

3.*INTERNATIONAL STANDARD* ISO 9227, que determina que a temperatura dentro da câmara seja de 33°C a 37 °C, pH de 6.5 a 7.2, concentração de NaCl de 4 a 6 %, temperatura do saturador 46° a 49°C, pressão de 83 Kpa a 124 Kpa e 1 a 2 ml de névoa salina por hora.

4.ABNT NBR 8094/1983, prescreve método para execução de ensaios de exposição à névoa salina, em materiais metálicos revestidos e não revestidos.

Na tabela 1, pode-se observar mais a fundo as normas específicas para cada caso que se deseja analisar com o teste, constando informações sobre polarização, desempenho, qualidade, revestimentos, deslocamentos catódicos, entre outros. Estas normas tentam assegurar uma fiel reprodutibilidade, para que não haja distorções a cada ensaio. Tornando possível assim, que pessoas diferentes possam chegar a resultados próximos seguindo os mesmos procedimentos.

As formas a qual a corrosão pode ocorrer são: uniforme; por placas; alveolar; puntiformes ou por pites; intergranular (ou intercristalina); intragranular (ou transgranular ou transcristalina); filiforme; por esfoliação; grafítica; dezincificação; empolamento pelo hidrogênio; em torno do cordão de solda; corrosão em frestas; corrosão sob tensão e corrosão galvânica. (16)

**Tabela 1 –** Normas de Corrosão

|  |  |
| --- | --- |
| **NACE RP0394** | Apêndice M: Teste de polarização estressante (Para) determinação do efeito de estresse quando a proteção catódica é aplicada). |
| **NACE RP0399** | Aplicação em planta, sistema externo de coaltar enamel: Aplicação, desempenho e controle de qualidade. |
| **NACE RP0602** | Aplicação em campo, sistema externo de coaltar enamel: Aplicação, desempenho e controle de qualidade. |
| **NACE RP0185** | Sistema de revestimento de resina poliolefina extrudada com adesivos para dutos enterrados e submersos. |
| **NACE RP0394** | Apêndice H: teste de descolamento catódico 24h ou 28 dias. |
| **CSA Z245.20:** | Seção 12.8: Deslocamento catódico de revestimentos (3,0-3,2-mm diâmetro de falha; espessura de revestimento não especificado; 1,5V, 20±3ºC para mínimo de 28 dias; e 65±Cº para mínimo de 24h). Critério de aceitação |
| **CSA Z245.20:** | Seção 12.8: Deslocamento catódico de revestimentos sob estresse (28 dias de descolamento em fenda para qualificação de revestimento). |
| **CSA Z245.21:** | Seção 12.3: Deslocamento catódico de revestimentos (falha 6,4mm, 1,5V, 20±Cº pra mínimo de 24h.). |
| **ASTM G8** | Teste métodos de deslocamento catódico para revestimentos de tubulações. |
| **ASTM G19** | Teste métodos de deslocamento. Características de revestimentos de tubulações enterradas. |
| **ASTM G42** | Teste métodos de deslocamento catódico para revestimentos de tubulações sujeitas a elevadas temperaturas. |
| **ASTM G80** | Teste métodos de deslocamento catódico para revestimentos de tubulações específicas. |
| **ASTM G95** | Apêndice H: Teste métodos de deslocamento catódico para revestimentos de tubulações (Acoplado ao método de célula). |

**Fonte:** FREITAS (s/n)

A diferença entre Corrosão Branca, que é observada por meio de formação de “sal” branco sobre a superfície da peça, que significa que a passivação já foi comprometida e camada de zinco já está sendo deteriorada. E Corrosão Vermelha, onde é observada por meio de formação oxidação alaranjada sobre a superfície da peça, que significa que a camada de zinco já foi comprometida e a superfície do material base está exposto. (2)

**2 Materiais e Métodos**

**2.1 Preparo das Amostras**

Existem várias marcas e modelos de câmaras para ensaio de corrosão por Salt Spray (névoa salina) no mercado. Dentre elas, temos os que realizam ensaios em corpos de prova metálico ou não metálico revestidos com camadas orgânicas ou inorgânicas, atendendo a Normas técnicas

Segundo a norma ISO 9227-06,as chapas de aço devem ser, cuidadosamente, limpos antes do ensaio, salvo especificação em contrário. O método de limpeza utilizado dependerá da natureza do material, da sua superfície e dos contaminantes, não incluindo o uso de quaisquer abrasivos ou solventes que possam atacar a superfície das amostras. Deve-se tomar cuidado para que os cp’s não sejam recontaminados após a limpeza por manuseio descuidado. (ISO 9227, 2006). Após o ensaio de corrosão acelerada por névoa salina; as amostras de aço devem ser novamente limpos para que possa ser avaliado.

Após a higienização das amostras, elas devem ser pesadas. Para verificação da massa inicial e final, é necessário uma balança analítica, com resolução de 0,0001g; para o armazenamento das amostras, um dessecador.

Para o preparo da solução aquosa, utiliza-se um béquer com capacidade de 250 ml e uma solução aquosa de 250 g de NaCl; e por último, para a limpeza química, uma solução de 200 g de citrato de diamônio [(NH4)2HC6H5O7)], água destilada, álcool etílico e secador.

**2.2 O Ensaio Salt Spray**

O ensaio é realizado com uma solução aquosa, num volume de água destilada ou desmineralizada com, aproximadamente, 5% de NaCl, para a obtenção de 1 L de solução, à temperatura ambiente.

Os corpos de prova planos devem ser dispostos somente na zona da câmara de ensaio na angulação de 15° a 30° com a vertical e o posicionamento deve ser, preferencialmente, paralelo ao fluxo horizontal da névoa salina. (19)

A temperatura no interior da câmara deve ser mantida em 35 ± 2 °C e deve ser observada com frequência para que sejam observadas todas as oscilações possíveis na zona de exposição da câmara de ensaio. Para a obtenção dos resultados, os cp’s devem ser secados para, imediatamente, ser efetuada uma cuidadosa avaliação quanto à extensão da corrosão e de outras falhas, conforme estabelecido pelas especificações apropriadas. (ABNT NBR 8094, 1983).

Em alguns ensaios, para se aumentar o limite de solubilidade de alguns inibidores, podem ser utilizados como co-solvente o etileno glicol (EG). (20)

A duração do ensaio, depende da especificação de resistência à corrosão, da espessura da camada de zinco, do tipo de passivação e/ou selante aplicados.

Para melhor obtenção de dados do material a ser analisado, procura-se realizar a caracterização microestrutural feita em Microscópio Metalográfico Invertido, e um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Após a caracterização, realiza-se o ensaio de Dureza Rockwell Normal, HRB, utilizando-se um Durômetro com 100Kgf de carga máxima e um penetrador esférico de aço temperado 1/16.

Diante da identificação do teor de carbono na amostra metálica, faz-se a medição dos corpos de prova, para cálculo da área, como podemos ver no exemplo a seguir da tabela 1, onde os valores são resultados de ensaio dos autores:

Tabela 2 – Exemplo de Dimensão dos cp’s dos aços (19)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **AÇOS EXTRAS DOCE** | | | | **AÇO IF (*Intersticial-Free)*** | | | | **BQ (Bobinas laminadas a quente)** | | |
| **CP’S** | L  (m) | C  (m) | A  (m2) | L  (m) | | C  (m) | A  (m2) | L  (m) | | C  (m) | A  (m2) |
| **1** | 0,0697 | 0,1507 | 0,0105 | 0,0706 | | 0,1508 | 0,0106 | 0,0704 | | 0,1515 | 0,0107 |
| **2** | 0,0697 | 0,1507 | 0,0105 | 0,0704 | | 0,1509 | 0,0106 | 0,0704 | | 0,1515 | 0,0107 |
| **3** | 0,0715 | 0,1507 | 0,0108 | 0,0698 | | 0,1509 | 0,0105 | 0,0705 | | 0,1516 | 0,0107 |
| **4** | 0,0698 | 0,1497 | 0,0104 | 0,0698 | | 0,1508 | 0,0105 | 0,0693 | | 0,1517 | 0,0105 |
| **5** | 0,0701 | 0,1503 | 0,0105 | 0,0701 | | 0,1508 | 0,0106 | 0,0710 | | 0,1492 | 0,0106 |
| **6** | 0,0716 | 0,1510 | 0,0106 | 0,0693 | | 0,1508 | 0,0105 | 0,0700 | | 0,1494 | 0,0105 |
| **7** | 0,0697 | 0,1508 | 0,0105 | 0,0703 | | 0,1510 | 0,0106 | 0,0714 | | 0,1491 | 0,0106 |
| **8** | 0,0701 | 0,1511 | 0,0106 | 0,0700 | | 0,1509 | 0,0106 | 0,0704 | | 0,1490 | 0,0105 |
| **9** | 0,0720 | 0,1516 | 0,0109 | 0,0693 | | 0,1508 | 0,0105 | 0,0703 | | 0,1513 | 0,0106 |
| **10** | 0,0697 | 0,1506 | 0,0105 | 0,0700 | | 0,1507 | 0,0105 | 0,0690 | | 0,1512 | 0,0104 |
| **11** | 0,0700 | 0,1511 | 0,0106 | 0,0697 | | 0,1506 | 0,0105 | 0,0705 | | 0,1508 | 0,0106 |
| **12** | 0,0715 | 0,1514 | 0,0108 | 0,0695 | | 0,1506 | 0,0106 | 0,0695 | | 0,1509 | 0,0105 |
| **13** | 0,0696 | 0,1503 | 0,0105 | 0,0696 | | 0,1509 | 0,0105 |  | |  |  |
| **14** | 0,0701 | 0,1505 | 0,0106 | 0,701 | | 0,1508 | 0,0106 |  | |  |  |
| **15** | 0,0715 | 0,1506 | 0,0108 | 0,0698 | | 0,1508 | 0,0105 |  | |  |  |
| **MÉDIA** | 0,0704 | 0,01507 | 0,0106 | 0,0699 | | 0,1508 | 0,0105 | 0,0702 | | 0,1506 | 0,0106 |

Fonte: AUTORES, 2017

L = Largura

C = Comprimento

A = Área

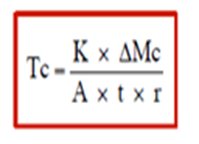
Utilizando um paquímetro para medir a largura e comprimento, e um micrômetro para medir a espessura dos cp’s, são obtidos valores relevantes sobre a amostra.

A medição de perda de massa (método gravimétrico), dos corpos-de-prova em função da área deve ser calculada após o ensaio de corrosão acelerada (névoa salina), a fim de se obter informação sobre a agressividade da câmara. Para avaliar a perda de massa de metal por área (g/m2), deve-se dividir a diferença entre as massas final e inicial pela área da superfície exposta do cp. Segundo a Associação Brasileira De Corrosão – ABRACO; podemos calcular a perda de massa das seguintes formas:

1.Perda de massa por unidade de área por unidade de tempo. Ex: mdd- mg/dm2 .dia; g/m2. ano etc.

2. Perda de espessura por unidade de tempo. Ex: mm/ano ou Mpa; milésimo de polegada por ano ou mpy

3. Densidade de corrente de corrosão. Ex: mA/cm2 ; A/ cm2 etc.

, onde:

Tc = taxa de corrosão uniforme, expressa em mm/ano;

 Mc= Perda de massa corrigida, perda de massa dos cp’s ensaiados após limpeza química, menos a perda de massa dos cp’s não ensaiados após limpeza química, expressa em gramas;

A = Área do cp, em cm2;

T = Tempo de ensaio, expresso em horas;

r = Massa específica do material metálico ensaiado (ex.: 7,86 g/ cm3 ( aço carbono);

K = fator de conversão para mm/ano: 8,76 x 10 4

**Tabela 3**- Avaliação da quantitativa da corrosão em dutos,

|  |  |
| --- | --- |
| **Potencial de Corrosividade** | **Taxa Uniforme (mm/ano)** |
| Severo | >0,125 |
| Moderado | 0,025 à 0,125 |
| Baixo | < 0,025 |

Fonte: NACE

Os corpos-de-prova devem ser expostos à névoa salina neutra por um período de horas definidas mediante ao que se quer estudar/ analisar, sendo ao final do período de exposição lavados em água deionizada e, em seguida, efetuada a limpeza química, pesagem, determinação da área de exposição e determinação da perda de massa em função da área exposta.

Os parâmetros de ensaio seguiram as especificações das normas ASTM B117/2009, ISO 9227/2006 e ABNT NBR 8094/1983, complementadas por nosso procedimento PR 5.4 REV. 08. O ensaio teve início em 12/04/2011 e término em 14/04/2011. (15)

Os resultados são satisfatórios quando após a realização do ensaio acelerado de névoa salina, com exposição de 48 horas, os valores das perdas de massa por área de cada cp, com o valor especificado pela norma, que serem de 70 ± 20 g/m2.

**CONCLUSÃO**

Com as informações presentes neste artigo, pode-se verificar a funcionalidade do ensaio de corrosão por Salt Spray. Este tipo de ensaio é amplamente aceito como uma ferramenta para avaliação da uniformidade na espessura e porosidade de revestimentos metálicos ou não metálicos, sendo um dos ensaios mais aplicados para determinar a resistência à corrosão. (2).

Servem para caracterizar a agressividade de um determinado meio corrosivo e fornecer ferramentas para o controle da corrosão, também visam determinar a resistência de um material metálico à degradação por ação de agentes químicos ou por oxidação. (22)

São ensaiados em laboratório, quando não se pode realizar em campo, seja por localização ou outras condições. Com os dados obtidos pode-se avaliar a qualidade de um determinado lote de material, verificar resistência estrutural; e com isso melhor definir a aplicação de materiais metálicos e os devidos tratamentos que devem ser realizados nas superfícies para que aumentem a capacidade de resistência à corrosão.

**REFERÊNCIAS**

1 PIMENTA, G.S. Apostila de Corrosão. Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbSgAB/apostila-corrosao. Acessado em 27 de novembro de 2017.

2 TORK, Controle Tecnológico de Materiais. Disponível em:

https://laboratorios-tork.com.br/servicos/intemperismo-e-corrosao/nevoa-salina-salt-spray/. Acessado em 27 de dezembro de 2017.

3 POOR, P.; SINATORA, A. Estudo sobre a influência da carga de deformação e do Coeficiente de atrito nas propriedades do aço 1020. USP, São Paulo- SP, 2009

4 SILVA, M.V.F., et al; Corrosão do aço- carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. Química Nova, vol 38, nº2, São Paulo- SP; Fev. 2015

5 GENTIL,V., Corrosão. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2011.

6 SANTOS, M.R.G.; DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO. Trabalho de Monografia. Faculdade UFMG, Belo Horizonte- MG, 2012

7 OLIVEIRA, A.R. Corrosão e Tratamento de Superfície. IEFCT, Belém – PA, 2012

8 ANTUNES, R.A. Correlação entre ensaios acelerados e ensaios de campo em corpos-de –provas de aço carbono e aço patinável, sem e com revestimento. Dissertação de Mestrado, IPEN, São Paulo- SP, 2002

9 FREITAS, D.S. Técnicas para avaliação da corrosão. Instituto Nacional de tecnologia.

10 PAVANATI, H.C.; COELHO, D.X.R. Cementação de aço baixo carbono enriquecido superficialmente com molibdênio em plasma DC. Instituto federal de Santa Catarina-IFSC, Florianópolis – SC, s/n

11 MAINIER, F. B. Inibidores de corrosão na indústria de petróleo: ontem, hoje e amanhã. Congresso Latino Americano de Hidrocarbonetos. Rio de Janeiro: CONEXPO-ARPEL-96, p. 8; 1996.

12 NETO, A. O. W. et al. Novo inibidor de corrosão para aplicação em oleodutos. 3º Congresso Brasileiro de P&D em petróleo e gás. Salvador- BA, 2005.

13 BOGAERTS, A.; NEYTS, E.; GIJBETLS, R.; VAN DER MULLEN, J. Gas Discharge

de atrito nas propriedades do aço 1020. USP, São Paulo- SP, 2009

14 RIBEIRO L.L., Aumentar a qualidade do teste Salt-Spray, segundo a norma Internacional ISO 9227. Conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena - EEL, 2012.

15 SOUZA, D. O., et al. Investigação da Corrosividade do Ensaio de Névoa Salina segundo Norma ISO 9227. Encontro e Exposição Brasileira de Tratamento de superfície III INTERFINISH Latino Americano - EBRATS, 2012.

16 ARRUDA, E.A.F. Estudo comparativo do processo corrosivo do aço patinável e do aço carbono comum. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Pará, Belém- Pa; 2009

17 RODRIGUES, L.M.; Desenvolvimento de Equipamento para Realização de Ensaios com Névoa Salina para Avaliar à Resistência à Corrosão em Metais. Dissertação de Mestrado. Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA, Volta Redonda – RJ,2017

18 KINA, A.Y. Inibidores de corrosão para sistemas de aço carbono submetidos a meios de alta salinidade e presença de co2. Trabalho de Dissertação. COPPE – UFRJ. Rio de janeiro, RJ, 2011

19 COLMATI, F. Corrosão eletroquímica e conversão eletroquímica de energia. Universidade Federal de Goiás. GO, 2009

20 ENSAIO DE CORROSÃO. Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAABJA4AH/ensaio-corrosao. Acessado em 28 de novembro de 2017