

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO DE NÉVOA SALINA PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS DE CORROSÃO¹

DEVELOPMENT OF SALT SPRAY EQUIPMENT FOR PERFORMING CORROSION TESTS

**Bruno Maijo Pivoto², Victor Canellas de Almeida³, Claudio Reni Pereira⁴,
Luiz Fernando Rodrigues Júnior⁵ e Diogo Kramer Topolski⁶**

RESUMO

A deterioração de materiais devido à corrosão surge como resposta às intempéries do tempo ou ações do meio ambiente e causam inúmeros prejuízos e problemas para a sociedade. Sendo assim, o presente estudo tem por finalidade avaliar a deterioração em aços causada pela corrosão em ambientes marítimos, como na região da costa litorânea brasileira. O objetivo foi construir um equipamento de névoa salina, seguindo as normas ASTM B117 e ISO 9227, com o intuito de diminuir o valor do equipamento comparado a um equipamento tradicional, bem como avaliar a perda de massa do corpo de prova após o ensaio de névoa salina. As normas exigem a utilização de uma câmara confeccionada com tamanho de 400 mm x 400 mm de acrílico e uma base feita de cantoneira, para que suporte a câmara. Assim, utilizou-se uma solução atomizada com concentração de 5% de NaCl e 95% de água deionizada ou destilada dentro da câmara, com controle de pH na faixa de 6,0 a 7,0. O equipamento foi validado pela perda de massa dos corpos de prova ensaiados. Conforme os resultados obtidos, reportou-se perda de massa de 20,27 g/m² dos corpos de prova (área de 0,3 m²) após 48 horas de exposição em névoa salina, sendo a corrosão do material classificada como uniforme e generalizada. Portanto, o método proposto para análise de corrosão apresenta-se como solução promissora e economicamente viável para a avaliação de durabilidade de materiais comerciais, em especial para análise de corrosão em aço carbono SAE 1020.

Palavras-chave: corrosão; névoa salina; perda de massa.

ABSTRACT

The deterioration of materials due to corrosion occurs as a response of this material to the weather or environmental actions and causes numerous losses and problems for society. Therefore, the present study aims to evaluate the steel deterioration caused by corrosion in maritime environments, such as in the Brazilian coastal region. The objective was to construct a salt spray equipment, following the ASTM B117 and ISO 9227 standards, in order to reduce the cost of the equipment compared to a traditional equipment, as well as to evaluate the loss of mass of the test specimen after the salt spray test. The standards require the use of a

1 Trabalho Final de Graduação II.

2 Autor - Engenharia de Materiais - Universidade Franciscana. E-mail: bruno.pivoto@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5426-8971>

3 Coautor - Engenharia de Materiais - Universidade Franciscana. E-mail: victor.canellas@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1687-8684>

4 Coautor - Engenharia Biomédica. Universidade Franciscana. E-mail: claudio.reni@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9773-7395>

5 Colaborador - Programa de Pós-Graduação em Saúde Materno Infantil - Universidade Franciscana. E-mail: luiz.fernando@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5753-5503>

6 Orientador - Engenharia de Materiais. - Universidade Franciscana. E-mail: topolski@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3571-0673>

chamber made of 400 mm x 400 mm in size from acrylic and a base made of angle iron to support the chamber. Thus, an atomized solution with a concentration of 5% NaCl and 95% deionized or distilled water was used inside the chamber, with pH control in the range of 6.0 to 7.0. The equipment was validated by the mass loss of the tested specimens. According to the results obtained, a mass loss of 20.27 g/m² of the specimens (0.3 m² of area) was reported after 48 h of exposure to salt spray, with the corrosion of the material being classified as uniform and generalized. Therefore, the proposed method for corrosion analysis presents itself as a promising and economical solution for the evaluation of the durability of commercial materials, especially for corrosion analysis in SAE 1020 carbon steel.

Keywords: corrosion; salt spray; weight loss.

INTRODUÇÃO

A corrosão é um processo natural que resulta na deterioração de materiais, especialmente metais, devido a ações do meio ambiente e intempéries. Essa deterioração pode levar à perda gradual de massa, alterações químicas e modificações estruturais, prejudicando o desempenho e a durabilidade dos materiais (Gentil, 2003). A corrosão é um problema comum em várias indústrias, principalmente aquelas que utilizam materiais metálicos em sua construção e seus equipamentos, como metalmeccânica, frigorífico, indústria químicas e de materiais de construção. A exposição em condições ambientais agressivas, como a presença constante de maresia, pode afetar significativamente esses materiais, comprometendo a integridade estrutural e promovendo falhas mecânicas (De Souza *et al.*, 2024). Os problemas causados pela corrosão têm impactos econômicos, ambientais e estruturais, o que resulta em aumento de custos de produção, sendo necessária a substituição de peças ou equipamentos corroídos, manutenção e processos de proteção (Han; Yang; Frangopol, 2021).

Diante desse cenário, o conhecimento das composições dos materiais e dos fenômenos que causam a corrosão é fundamental para realizar testes que avaliem a perda de massa e para determinar a agressividade do meio corrosivo, permitindo um controle mais eficiente e melhorias nos materiais utilizados, principalmente por meio do uso de inibidores, revestimentos ou tintas específicas, para aumentar o desempenho e a durabilidade (Khan *et al.* 2022). Para avaliar a resistência à corrosão dos materiais, ensaios acelerados de corrosão em laboratórios, como o ensaio de névoa salina (*salt spray*), são realizados para simular as condições atmosféricas agressivas, como a presença de maresia (Da Silva Pimenta, 2016).

As normas ISO 9227 e ASTM B117 são amplamente adotadas na realização de ensaios de *salt spray*, estabelecendo condições operacionais e os procedimentos para conduzir corretamente os testes de névoa salina, definindo requisitos, como a concentração de sal, a temperatura do ensaio e o tempo de exposição (Coutinho; Palmeira, 2019). Além disso, estes ensaios fornecem uma base consistente para a comparação dos resultados obtidos por diferentes laboratórios, permitem uma avaliação precisa e garantem a reprodutibilidade e a confiabilidade dos resultados obtidos da resistência à corrosão dos diferentes materiais (Rodrigues, 2017).

Ao seguir as normas ISO 9227 e ASTM B117, as empresas podem realizar ensaios de névoa salina de forma confiável, a fim de obter resultados consistentes e tomar decisões no desenvolvimento de materiais e revestimentos resistentes à corrosão (Dos Santos *et al.*, 2018) Esses ensaios desempenham um papel vital na seleção de materiais, principalmente para a área da construção civil em áreas litorâneas do Brasil, onde a maresia está presente, e para aplicações específicas, na avaliação de revestimentos protetores e no desenvolvimento de estratégias de manutenção preventiva (Aráujo, 2019).

A corrosão pode ocorrer de diversas formas, incluindo uniforme, em frestas, intergranular, galvânica, por pites, sob tensão, erosão-corrosão e lixívia-seletiva, com cada tipo de corrosão apresentando características específicas, a depender das condições ambientais e dos materiais envolvidos (Callister Jr, 2016). Os meios corrosivos incluem a atmosfera, as águas naturais e do mar, o solo, os produtos químicos e os alimentos, cada um com suas características e efeitos corrosivos específicos (Wolyneec, 2003).

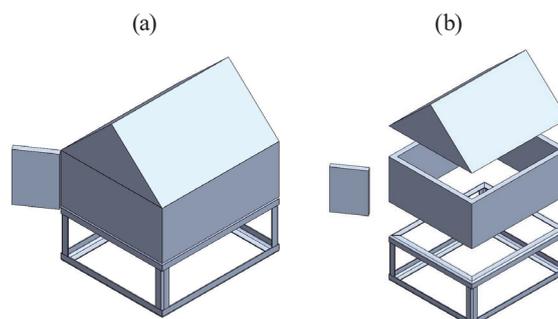
Paralelamente, a construção de um equipamento de névoa salina, seguindo as normas ASTM B 117 e ISO 9227, apresenta vantagens econômicas, pois reduz os gastos em comparação com equipamentos comerciais já disponíveis. Além disso, é uma oportunidade para estudar as normas e projetar um equipamento que cumpra suas resoluções, visando ao tratamento de materiais expostos a ambientes marinhos suscetíveis à corrosão.

Nesse contexto, com este trabalho, objetivou-se construir um equipamento de névoa salina para avaliar a resistência de materiais à corrosão em ambientes marinhos. Os objetivos específicos incluem avaliar as normas técnicas relacionadas, analisar soluções comerciais existentes, desenvolver o projeto técnico do equipamento, realizar ensaios para verificar as alterações causadas em materiais corroídos e, por fim, validar o equipamento de acordo com as normas e calcular a perda de massa dos materiais analisados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a construção do equipamento de névoa salina, foi feito um esboço no *software* de desenho Solid Edge, a fim de visualizar o projeto e dividi-lo em etapas (Figura 1).

Figura 1 - Desenho de equipamento névoa salina no *software* Solid Edge:
(a) sistema completo e (b) sistema particionado (encaixe das partes superior e inferior).



Fonte: construção dos autores.

CONSTRUÇÃO DA CÂMARA DE ACRÍLICO E SUPORTE DE CANTONEIRA

Na primeira fase da construção, priorizou-se a base estrutural do equipamento: a câmara, o teto, o painel de controle e o suporte de cantoneira. Para a câmara, o teto e o painel de controle, foram utilizadas placas de acrílico com 3 mm de espessura, que foram unidas com o uso de clorofórmio, fornecido pela empresa Propaforma, de Santa Maria/RS, utilizado como solda para o acrílico.

Na câmara, foram utilizadas medidas de 400 mm X 400 mm para que o volume interno ficasse maior ou igual a 0,4 m³ ou 400 L, conforme determinado pela norma ISO 9227, e um furo de 40 mm de diâmetro bem ao centro da base para conectar um tubo de policloreto de vinila (PVC) que será responsável pelo transporte da solução atomizada ao equipamento. Foram feitos furos para a fixação do tubo que fará o escoamento da água interna e para a instalação do sistema de aquecimento. O teto é responsável por fazer com que a névoa do atomizador condense e não crie gotículas em cima dos corpos de prova, fazendo com que a água condensada escoe pelas paredes da câmara. Para isso, foi feito com uma angulação de 90° a 125° segundo a norma ASTM B 117.

O teto foi construído em três partes fundidas juntamente com a câmara para melhor vedação. Uma lateral é fixa e possui um furo para um manômetro, e apenas uma lateral é solta, para que seja possível o acesso dentro da câmara, que foi presa por três dobradiças metálicas. Para o painel de controle, foi utilizada uma chapa de acrílico com 150 mm de largura para alojar os controladores eletrônicos do equipamento (Figura 2). No que se refere ao suporte para a câmara, foram utilizadas cantoneiras de inox que foram doadas pela empresa Agrimec, de Santa Maria/RS, com as medidas da base da câmara para melhor encaixe e com uma altura de 350 mm, sendo soldada e posteriormente pintada com tinta de poliuretano (PU) da marca WEG a fim de evitar maior corrosão no material devido à solução.

Figura 2 - Câmara de acrílico e suporte de cantoneira.

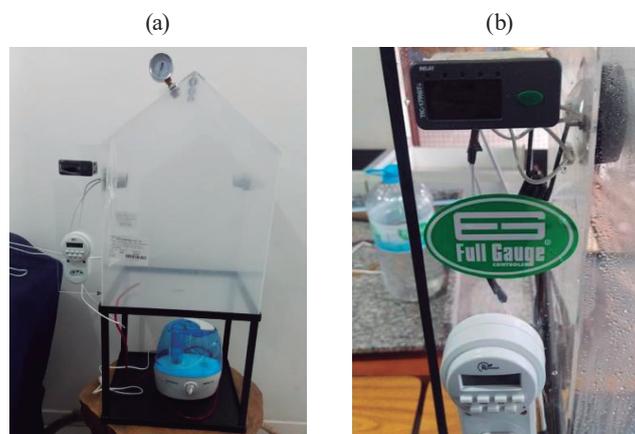


Fonte: construção dos autores.

PAINEL DE CONTROLE

O painel de controle foi disposto na parte frontal para que o operador possa ter fácil acesso aos controles do equipamento. Conforme apresentado nas Figuras 3-(a) e 3-(b), foram instalados dois controladores eletrônicos, um marcando o tempo de ensaio e outro, a temperatura no interior da câmara. Para controlar o tempo, foi utilizado um temporizador digital da marca Rohdina de 10 A, responsável pelo desligamento total após 48 horas de ensaio, tempo mínimo segundo as normas para o ensaio no equipamento.

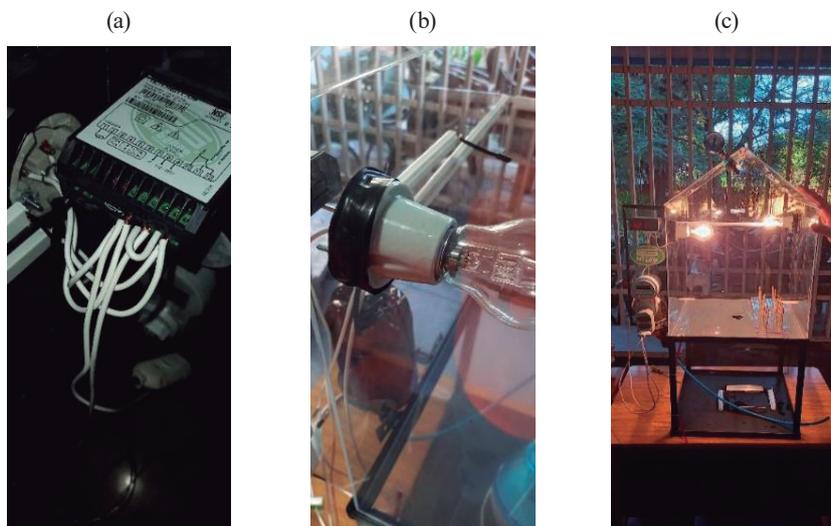
Figura 3 - (a) Disposição do painel de controle na câmara e (b) detalhe dos controladores.



Fonte: construção dos autores.

Já para manter a temperatura interna dentro da câmara na faixa de 35 ± 2 °C, o que está de acordo com a norma ISO 9227, foi utilizado um controlador de temperatura digital (Full Gauge, E.U.A.). Para o aquecimento interno, foram usados dois soquetes de material cerâmico, com uma distância de 100 mm da parede, conforme a norma ISO 9227, 2 lâmpadas de halogênio de 100 W e fios antichamas de 1,5 mm de espessura para ser feita a instalação elétrica com canaletas para a condução do fio até seus respectivos lugares. Após a instalação, foram realizados testes para ver se cada controlador respondia pelos comandos programados. As Figuras 4 (a) até 4 (c) ilustram como o sistema elétrico foi montado.

Figura 4 - (a) Instalação elétrica do controlador de temperatura;
(b) conjunto de lâmpadas e soquete instalados na câmara e (c) teste elétrico.

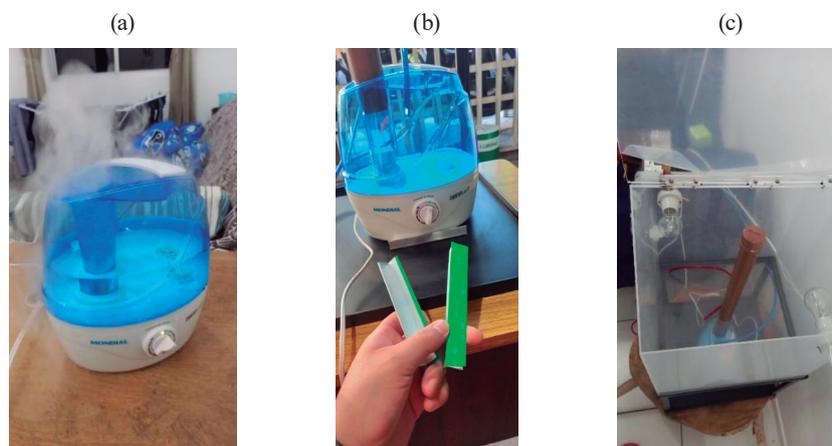


Fonte: construção dos autores.

ATOMIZAÇÃO

Para a parte da atomização, foi utilizado um umidificador de ar ultrassônico Confort Air 2 da marca Mondial de 2,5 L de capacidade, instalado e fixado com o auxílio de cantoneiras de alumínio e fita dupla face na base do suporte, conforme as Figuras 5-(a) e 5-(b). Assim, junto ao umidificador, foi instalado um tubo constituído de PVC com 40 mm de diâmetro e altura suficiente para alcançar 400 mm dentro da câmara, acoplado ao umidificador e passando pelo buraco feito na base da câmara, conforme a Figura 5-(c).

Figura 5 - (a) Atomizador, (b) cantoneiras de alumínio de fixação, (c) tubo PVC.



Fonte: construção dos autores.

TORRE DE ATOMIZAÇÃO

Na ponta superior do tubo PVC ligado ao atomizador, foi acoplada uma torre de atomização (Figura 6), para que a névoa fosse distribuída de forma dispersa, utilizando, uma tampa de tubo PVC de 40 mm de diâmetro, para que pudesse ser feito o encaixe no tubo central de PVC, sendo feitos furos ao redor com o auxílio de furadeira e broca.

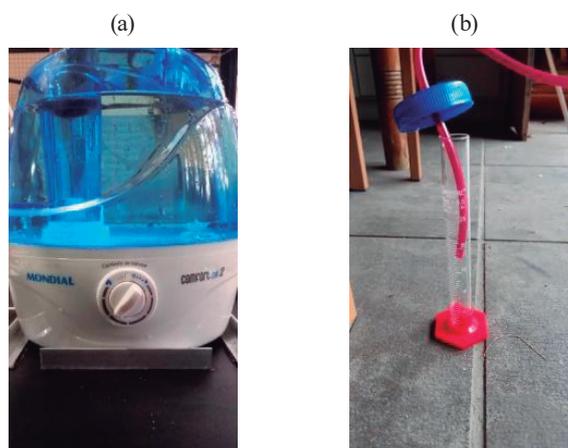
Figura 6 - Torre de atomização acoplada.



Fonte: construção dos autores.

Após a instalação completa do sistema de atomização, foram realizados testes para verificar a eficiência. Inicialmente, foi medida a vazão de trabalho no interior equipamento, em que, segundo as normas ASTM B-117 e ISO 9227, a quantidade de névoa deve ser tal qual a cada 80 cm² de área de coleta horizontal, devendo ser coletados na vazão de 1,0 a 2,0 mL.h⁻¹ de solução. Os dispositivos para a coleta consistem em funis de materiais, como vidro ou plástico, com um diâmetro de 100 mm (que equivale a uma área de 80 cm²), ligados ao atomizador durante 1 hora em cada velocidade escolhida de ordem crescente no atomizador. A coleta foi realizada por um sistema adaptado com uma proveta e cola de silicone, conforme a figura abaixo.

Figura 7 - (a) Posição do controle de velocidade do atomizador e (b) sistema adaptado para coleta de líquido.



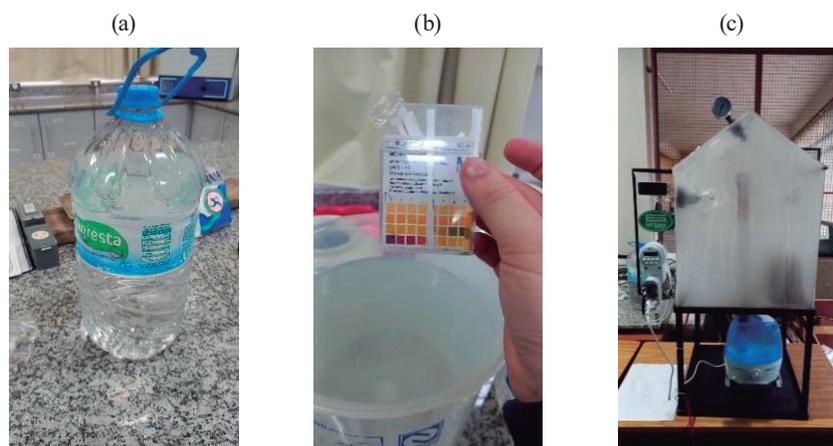
Fonte: construção dos autores.

O sistema apresentado na Figura 7-(a) e 7-(b) apresentou uma boa funcionalidade atentando-se apenas para ajustar o umidificador na velocidade 4, a fim de respeitar o valor permitido para a vazão interna segundo a norma ISO 9227.

NÉVOA SALINA

Para a fabricação da solução da névoa salina foi utilizada uma solução à base de NaCl, aplicada em spray com uma concentração de 5% de NaCl em 95% de água deionizada. O pH da solução ficou num intervalo de 6,0 e 7,0, conforme determinado pelas normas ISO 9227 e ASTM B117. Para o ensaio de 48 horas, foram preparados 5 L dessa solução. O sistema proposto para este ensaio está apresentado na Figura 8 (a)-(c).

Figura 8 - (a) 5 L da solução da névoa salina; (b) papel indicador de pH e (c) disposição do sistema de atomização.



Fonte: construção dos autores.

COLETOR DOS LÍQUIDOS

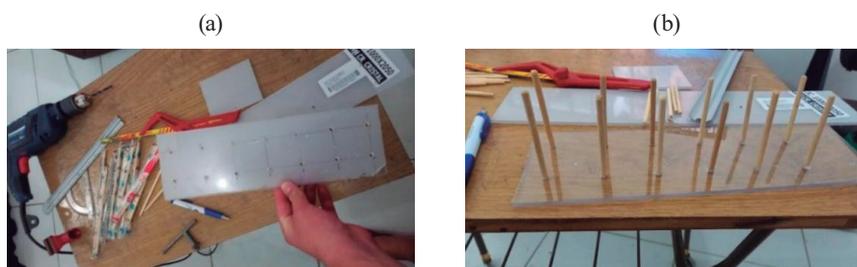
Para a coleta do líquido gerado pela condensação do vapor do atomizador, foi feito um coletor com o auxílio de uma mangueira de silicone com 2 mm de diâmetro, fixada num furo no canto da base da câmara para que não houvesse acúmulo de líquido na parte interna da câmara. Para que o líquido fosse para o coletor, foi colocado um pedaço de papelão no lado contrário ao furo para que formasse um ângulo na câmara para conduzir o líquido para o coletor.

SUPORTE DOS CORPOS DE PROVA

Foi confeccionado apenas um modelo de suporte dos corpos de prova (hastes cilíndricas com 10 mm de diâmetro de 10 mm e 50 mm de comprimento) para a validação do equipamento. Esse suporte fica na base da câmara e é preparado com poli acrílico e palitos de bambu (Figura 9(a) e 9(b)).

A base possui uma distância na qual os corpos de prova estão dispostos com um ângulo entre 15° e 25° , aproximadamente, o que está de acordo com a ISO 9227, para que não entrem em contato direto com a saída do spray.

Figura 9 - (a) Poliacrílico, (b) Suporte dos corpos de prova.



Fonte: construção dos autores.

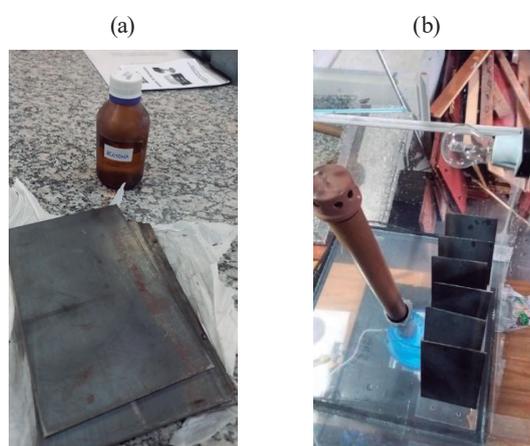
CORPOS DE PROVA

Para a realização do ensaio de corrosão pela perda de massa, seis corpos de prova (aço carbono SAE 1020, nas dimensões 100 x 150 mm, conforme ASTM B 117) foram doados pela empresa Agrimec, situada em Santa Maria/RS. Os corpos de prova foram ordenados com numeração de 1 a 6 e, posteriormente, foram comparados entre si.

LIMPEZA DOS CORPOS DE PROVA

Conforme as normas, é necessário fazer a limpeza dos corpos de prova com solvente orgânico, como acetona. Após a limpeza, procedeu-se à secagem, com o auxílio de papel toalha e, logo após, os corpos de prova foram dispostos, ainda com o uso de luvas, dentro da câmara (Figura 10).

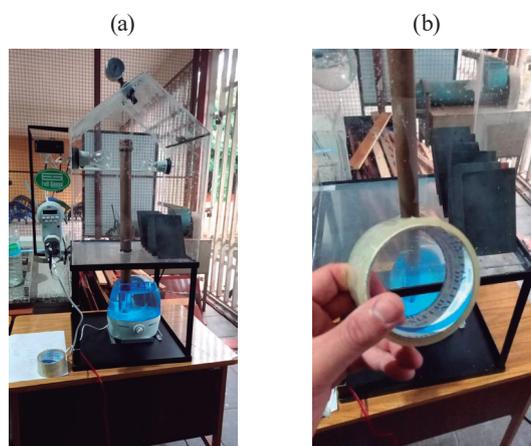
Figura 10 - (a) Limpeza com acetona e (b) disposição dos corpos de prova.



Fonte: construção dos autores.

Para dar início ao teste, foi necessária a utilização de fita adesiva para auxiliar na vedação do equipamento e fazer com que fosse perdido o mínimo possível de pressão interna e da névoa do atomizador (Figura 11-(a) e 11-(b)).

Figura 11 - (a) Equipamento pronto para o ensaio e (b) fita duresx.



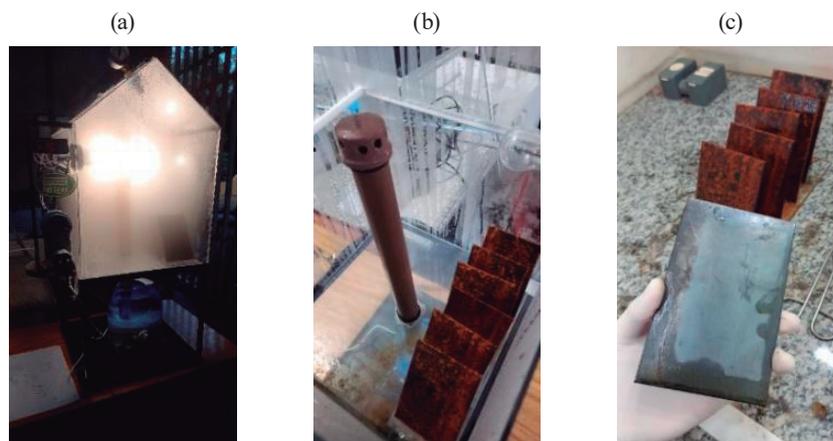
Fonte: construção dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO

Após a preparação inicial para o ensaio, foi ligado o equipamento no dia 14 de junho, às 16h40, e encerrado no dia 16 de junho, às 16h40, com o auxílio do temporizador instalado, totalizando as 48 horas necessárias de ensaio. Logo após o equipamento desligar, esperou-se passar 1 hora sem abrir e sem limpar, conforme a norma ISO 9227 específica, para que não se perca a corrosão ali presente. Depois de aberta a câmara e retirados os corpos de prova, pôde-se constatar que ocorreu uma deterioração apenas na parte dos corpos de prova voltados para cima, onde houve contato com a névoa salina atomizada. A Figura 12 ilustra a realização do ensaio e os resultados obtidos por análise visual.

Figura 12 - (a) Ensaio em processo de finalização, (b) câmara aberta (c) análise visual dos corpos de prova.



Fonte: construção dos autores.

COLETOR DE ÁGUA

Ao final do ensaio, constatou-se que houve o acúmulo de aproximadamente 950 mL no reservatório. Posteriormente, o gasto de solução no atomizador foi de 2400 mL durante as 48 horas, na velocidade posicionada em 4, segundo o cálculo feito para que a vazão fosse equivalente às normas. Dos 2500 mL iniciais de solução dispostos dentro do atomizador antes do início do ensaio, foi constatado que restou aproximadamente 100 mL.

LIMPEZA CORPOS DE PROVA APÓS ENSAIO

A fim de realizar as medidas da perda de massa com maior precisão, após 1 hora do desligamento do equipamento, os corpos de prova foram higienizados segundo as normas ISO 9227 e ASTM B117, sendo necessário um ataque químico (segundo as mesmas proporções da norma, porém em menor quantidade de solução) com uma solução 100 mL de NaOH 25 mol L⁻¹ e 10 g de zinco granulado dissolvidos em 400 mL de água destilada. Posteriormente, os corpos de prova foram imersos na solução de limpeza por aproximadamente 5 minutos, para que houvesse a limpeza sem a necessidade de agente abrasivo. Em seguida, lavou-se o material higienizado com solvente orgânico (acetona) para remoção de impurezas remanescentes nos corpos de prova. Após esses procedimentos, as massas das amostras foram medidas para identificar perda de massa e fazer a análise visual para identificação do tipo de corrosão, cujo resultado é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Análise visual de corpo de prova higienizado.

Fonte: construção dos autores.

DIMENSIONAMENTO DOS CORPOS DE PROVA E CÁLCULO DE SUAS ÁREAS

Para o dimensionamento dos corpos de prova, foram feitas médias em relação à largura e ao comprimento utilizando um paquímetro. Essas medidas foram necessárias para o cálculo da área e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões e área dos corpos de prova.

Corpos de prova	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m ²)
1	0,0983 ± 0,012	0,152 ± 0,05	0,3 ± 0,01
2	0,0984 ± 0,010	0,150 ± 0,06	0,3 ± 0,01
3	0,0983 ± 0,015	0,151 ± 0,09	0,4 ± 0,02
4	0,0989 ± 0,012	0,151 ± 0,08	0,3 ± 0,01
5	0,0984 ± 0,013	306,9 ± 0,09	0,3 ± 0,02
6	0,0986 ± 0,012	311,6 ± 0,08	0,2 ± 0,01

Fonte: construção dos autores.

PERDA DE MASSA

A perda de massa dos ensaios de 48 horas de névoa salina foi determinada pela Eq. 1, e os resultados são apresentados na Tabela 2.

$$P_m = \frac{(M_i - M_f)}{A} \quad (1)$$

Onde: P_m = Perda de massa; M_i = Massa inicial (pré-teste); M_f = Massa final (pós teste); A = área da placa em m².

Tabela 2 - Medição da perda de massa dos corpos de prova em relação à área do material.

Corpos de prova	M_i (g)	M_f (g)	$M_i - M_f$ (g)	A (m^2)	P_m (%)
1	310,4	310,1	0,3	0,0149	20,13
2	307,9	307,6	0,3	0,0147	20,41
3	309,3	308,9	0,4	0,0140	28,57
4	311,2	310,9	0,3	0,0149	20,13
5	307,2	306,9	0,3	0,0147	20,41
6	311,8	311,6	0,2	0,0149	13,42

Fonte: construção dos autores.

Conforme a Tabela 2, constatou-se perda média de massa de 20,27 g/m², o que sugere que os corpos de prova preparados foram atacados quimicamente pela névoa salina. Segundo uma análise visual, o sistema de corrosão pode ser classificado como uniforme e generalizado.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo deste estudo, de desenvolver um sistema para avaliação da corrosão por névoa salina em placas metálicas em ambiente controlado foi plenamente atingido. Os resultados demonstraram que a deterioração significativa ocorreu exclusivamente na superfície superior dos corpos de prova, conforme especificado pelas normas aplicáveis, enquanto não foram observadas alterações na parte inferior das placas. Além disso, verificou-se uma corrosão uniforme e generalizada, resultando em uma perda de massa mensurável das amostras de aço.

O ensaio realizado na câmara de névoa salina, construída com base nas normas ISO 9227 e ASTM B117, confirmou a funcionalidade do sistema ao quantificar a perda de massa das amostras. A média registrada foi de 20,27 g/m² para uma área de 0,3 m², obtida a partir dos seis corpos de prova avaliados. Esses resultados evidenciam a confiabilidade e a precisão do equipamento na análise da corrosão.

Adicionalmente, o custo de produção da câmara de névoa salina, aproximadamente R\$ 1.200,00, representou apenas 2,4% do valor médio de equipamentos similares disponíveis no mercado, como os da marca EQUILAM, cujo preço médio é de R\$ 50.000,00. Assim, este estudo confirma tanto o potencial técnico do sistema proposto quanto sua viabilidade econômica. O equipamento desenvolvido mostrou-se adequado para a avaliação da corrosão em corpos de prova de aço SAE 1020, demonstrando ser uma alternativa eficiente e acessível para estudos em ambientes controlados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM B-117**: Standard Method of Salt Spray (Spray). Philadelphia: ASTM, 2019.

ARAÚJO, A. L. R.; SILVA, N. S. S. 2019. 80 p. **Desenvolvimento de uma câmara de Névoa salina para simulação e análise da ação da maresia na região litorânea da cidade de São Luís-projeto de viabilidade da implementação do primeiro laboratório de corrosão da Universidade Estadual do Maranhão.** Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

ASSIS, S. L. **Estudo comparativo de ensaios acelerados para simulação da corrosão atmosférica.** 2000. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência na Área de Reatores Nucleares de Potência e Tecnologia do Combustível Nuclear) - IPEN, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

CALLISTER JR, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2016.

COUTINHO, L. D. S.; PALMEIRA, A. A. Capítulo 9: Construção de uma máquina de névoa salina atendendo aos requisitos mínimos contidos nas normas ISO 9227 e ATSM B-117 . In: HOLZAMNN, H. A. (Ed.) **As engenharias frente à sociedade, à economia e o meio ambiente 3.** Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. 10.22533/at.ed.3201925069

DE SOUZA, S. S. *et al.* Manifestações patológicas em edificações com estruturas de concreto armado causadas pela maresia: um estudo de caso em uma edificação no litoral de fortaleza. **Revista Engenharia e Ação**, v. 1, n. 1, p. e2301-e2321, 2024.

DOS SANTOS, M. J. G. *et al.* Validação da metodologia sobre o posicionamento das peças no ensaio e salt spray. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 1, p. 31-44, 2018.

GENTIL, V. **Corrosão.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HAN, X.; YANG, D. Y.; FRANGOPOL, D. M. Optimum maintenance of deteriorated steel bridges using corrosion resistant steel based on system reliability and life-cycle cost. **Engineering Structures**, v. 243, p. 112633-112678, 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9227:** Corrosion tests in artificial atmospheres-Salt spray tests. Geneva: ISO,2012

KHAN, Muhammad Azhar Ali *et al.* Development of sustainable inhibitors for corrosion control. **Sustainability**, v. 14, n. 15, p. 9502, 2022.

PIMENTA, E. P. S; GOULART-SANTOS, S. Resistência à corrosão de aços revestidos com zinco submetidos ao teste em câmara de névoa salina. In: INTERCORR, 36, 2016, Búzios. Anais do INTERCORR 2016. Rio de Janeiro: Abracco, 2016. p. 1-14

RODRIGUES, L. M. **Desenvolvimento de equipamento para realização de ensaios com névoa salina para avaliar a resistência à corrosão em metais.** 2017. 83 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) - Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2017.

SILVA, G. B. S. **Caracterização de cupons de corrosão através de diferentes técnicas comparativas.** 2014. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

WOLYNEC, S. **Técnicas Eletroquímicas em Corrosão.** São Paulo: Editora da USP, 2003