



## DESENVOLVIMENTO DE UMA CÂMARA DE NÉVOA SALINA CONSTRUÍDA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DA CORROSÃO EM AÇO.

Ana K. S. Vale<sup>1</sup>; Thiago B. S. Amaral<sup>1</sup>.

*Instituto Federal de Ciência e tecnologia do Amapá*  
[anakarolinnevale@gmail.com](mailto:anakarolinnevale@gmail.com)

**Palavras-Chave:** Ensaios acelerados, Salt spray, Atmosfera agressiva.

### Introdução

A corrosão pode ser definida, de acordo com as literaturas recentes, como a degradação de materiais tais como por efeito mecânico ou natural por meio de ações químicas ou eletroquímicas. Apesar de não abranger todos os tipos de corrosão, esse conceito é bem aceito quando falamos de corrosão de metais (GENTIL, 2014). Pela corrosão ocorrer de forma espontânea, e está sempre mudando, o material e a sua durabilidade podem ser um grande risco por conta do desgaste, variações químicas deixando-a inadequada para o uso.

Na metalurgia todos os metais extraídos se fazem à custa de energia, para que esse composto vire um metal é necessário que ele passe por um processo termoquímico forçando com que o metal fique com energia acumulada fora do seu estado natural, a corrosão é o metal voltando a sua forma mais estável liberando energia. Podemos dizer que a metalurgia é o oposto da corrosão, pois os metais tendem a manter-se com a sua energia baixa (Barreto, 2022).

Todos os anos há um grande gasto com a corrosão, principalmente nas indústrias química, petrolífera, petroquímica, naval, de construção civil, automobilística, nos meios de transporte aéreo, ferroviário, metroviário, marítimo e rodoviário. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), o custo atual de corrosão se estipula em 290 bilhões, isso é 4% do PIB do Brasil se as empresas colocassem em prática todas as prevenções, economizariam bilhões de dólares anualmente em escala nacional. Dentre esses valores de perda por corrosão estão as paralisações acidentais, perda de produtos, perda de eficiência, contaminação de produtos e superdimensionamento nos projetos.

A corrosão é classificada em três subgrupos a corrosão eletroquímica, a corrosão química e corrosão eletrolítica. A corrosão eletroquímica acontece na presença de água e em processos espontâneos de reações catódicas e anódicas, a corrosão química não necessita de água para ocorrer e o agente químico ataca direto o material, corrosão eletrolítica ocorre pela aplicação de corrente elétrica externa provocada por correntes de fuga, sendo as mais importantes para o nosso estudo a corrosão eletrolítica e corrosão química.

Justifica-se esse projeto, uma vez que a corrosão, de modo geral, é um processo espontâneo que promove a degradação contínua dos materiais metálicos comprometendo sua durabilidade e seu desempenho a ponto de deixarem de atender às suas finalidades (GENTIL, 2014). Desse modo, grande parte dos materiais passam por processos de corrosão todos os anos e devido aos avanços tecnológicos o uso de material metálico aumenta e junto com ela a corrosão. É de extrema importância que sejam avaliadas novas formas de prevenir a corrosão



através dos estudos, buscando viabilizar os processos para o instituto é que se pensou em uma câmara de baixo custo que facilita esses ensaios.

Para que haja a proteção dos materiais metálicos, segundo as normas NACE MR-10175 que busca solucionar problemas nas indústrias ligadas à corrosão principalmente causadas por óleo e gás, falhas na proteção anticorrosiva de estruturas de aço geralmente ocorrem quando áreas críticas não recebem tratamento adequado. Por isso, é essencial aplicar revestimentos complementares específicos nessas condições, mesmo quando o revestimento principal é de boa qualidade, para garantir a durabilidade e a integridade das estruturas (ABRACO, 2018).

Ademais, acredita-se que quanto mais forem os estudos tecnológicos de corrosão, cada vez mais poderá haver a diminuição das perdas por corrosão de forma eficaz. Por exemplo, uma das formas muito utilizadas para estudos é o ensaio de *salts pray*, técnica utilizada para simular condições de cloretos em um ambiente de intemperismos afins de estudar a corrosão em condições controladas.

Nesse sentido, por mais que existam muitos motivos para a utilização da técnica de *salts pray*, não são todos os lugares que se permite ser estudado, já que o equipamento possui um custo bem elevado, razão pela qual seu uso fica restrito ao setor industrial. Diante dessa constatação, o objetivo desse estudo é desenvolver uma câmara de névoa salina, de baixo custo, visando aproximar os resultados de laboratório às condições reais de exposição simulando ambientes com elevada corrosividade atmosférica, predominantemente por ação do íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ). Além disso, o equipamento ficará à disposição posteriormente do Instituto Federal do Amapá (IFAP) a fim de ser usada, tanto pelos alunos como pelos professores para pesquisas, e atividades práticas voltadas para o aprendizado, atendendo às seguintes normas NACE MT-0175 e ISO 15156 para conseguirmos atingir o objetivo com a maior eficácia e precisão.

## Material e Métodos

A seguir, serão apresentados os principais materiais utilizados na construção da câmara de névoa salina, organizados por subsistemas funcionais. Esse projeto de pesquisa baseia-se em estudos desenvolvidos por Carvalho e Pigatti (2025), no qual pretende-se a partir deles aprimorar o equipamento e promover a viabilidade de outros estudos na área. A seleção dos materiais foi feita com base em critérios de viabilidade técnica, resistência a ambientes agressivos e baixo custo, visando garantir o desempenho e a conformidade do equipamento com normas aplicáveis.

Estrutura da câmara

- 5 placas de vidro temperado;
- canaletas 4m
- poliuretano para fixação e vedação dos componentes.
- suporte móvel de rodinha

---

<sup>1</sup> "NACE MR-0175 (Materials Requirements for Sulfide Stress Cracking Resistant Metallic Materials for Oilfield Equipment) é uma norma desenvolvida pela NACE International (National Association of Corrosion Engineers), agora conhecida como AMPP (Association for Materials Protection and Performance). Ela foi posteriormente adotada pela Organização Internacional de Normalização (ISO) como ISO 15156 (Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H<sub>2</sub>S-containing environments in oil and gas production). Ambas são essencialmente a mesma norma, com pequenas distinções"



#### Teto da câmara

- 1 chapa de acrílico (500 x 700 x 4mm);
- dobradiça;
- velcro.

#### Sistema de aquecimento

- 2 soquetes de plástico para lâmpadas (bocais);
- 2 lâmpadas halógenas de 150W;
- 3 m de fio condutor antichamas (3mm);
- 1 equipamento multifuncional (controlador de temperatura digital e temporizador).

- 1 fonte CC de 18V;
- 2 anéis de vedação oring;
- poliuretano;
- silicone
- EVA de Vedação.

#### Sistema para pulverização

- 1 umidificador de ar (3,4L) modelo Batiki Refresh JSS 13301;
- 1 tubo de PVC (DN 1");
- 3 joelhos (90°, 1");
- 1 fita veda rosca;
- 1 adaptador tipo rosca flange (1").
- cola

#### Sistema para coleta da solução pulverizada

- 1 Balde (12L);
- fitas de pH.
- Câmara de ar para bicicleta

#### Sistema de resfriamento.

- Sensor de temperatura

#### Sistema para simulação do intemperismo

- 1 soquete de plástico para lâmpada;
- 1 lâmpada UVB de 50W.

#### Corpos de Prova

- 2 amostras de aço ASTM A36,

#### Porta Amostras

• 2 blocos de madeira (50 x 200 x 20mm) com cavidades de fixação anguladas em 30° e 45°, com 05 mm de largura, 50mm de comprimento e 07mm de profundidade.

A estrutura da câmara para ensaios em névoa salina deve possuir volume igual ou superior a 0,4m<sup>3</sup>. Foi desenvolvida uma câmara composta por cinco placas de vidro temperado de 4mm de espessura. Será colocado um teto de acrílico, bem fixado a três dobradiças coladas ao vidro para facilitar a abertura e mantê-la bem presa, evitando vazamento de gás, com velcros presos no topo e nas laterais do vidro.

Nos furos laterais da câmara, serão fixados soquetes para lâmpadas, com cola e silicone. Após a fixação, duas lâmpadas halógenas serão posicionadas para promover



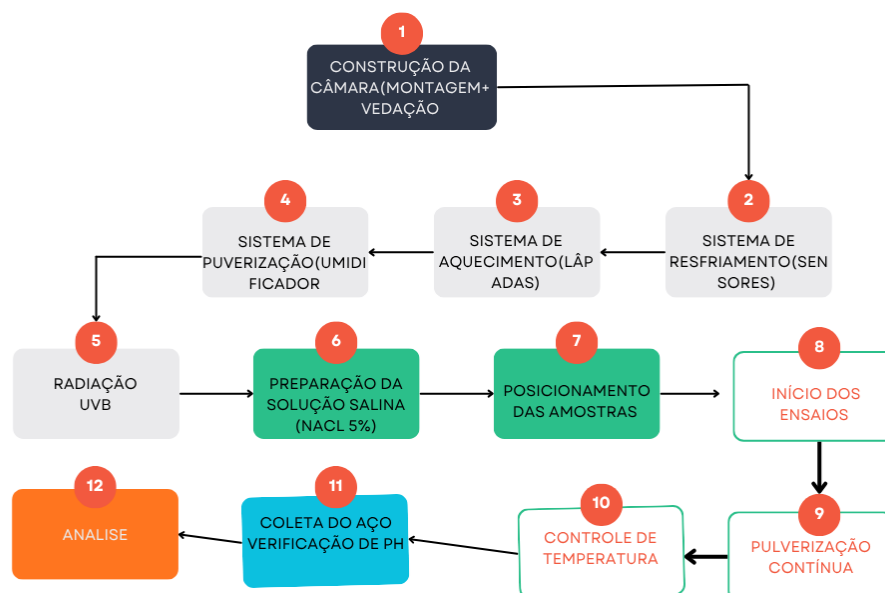
aquecimento uniforme do ambiente interno. Para a pulverização, será usado um umidificador de ar com capacidade adequada, responsável pela aspersão contínua da solução salina no interior da câmara. As placas de vidro terão dois orifícios, na parte superior e inferior, para evacuação da água e do gás; a água é coletada em um balde, onde o pH é medido.

Foi instalada uma lâmpada UVB para aquecimento e simulação de intemperismo, conectada ao temporizador. Pretende-se utilizar um tipo de material metálico: o aço ASTM A36, liga ferro-carbono, o aço mais barato e que sofre corrosão rapidamente.

## Resultados e Discussão

A câmara de névoa salina desenvolvida neste trabalho demonstrou-se eficiente e funcional ao longo das seis semanas consecutivas de ensaios. O sistema como um todo garantiu estabilidade, controle térmico automatizado, simulação de ciclos ambientais e funcionamento estável dos subsistemas de pulverização, aquecimento e iluminação UVB. Não foram registradas falhas operacionais, o que confirma a eficácia do projeto e o atendimento pleno ao objetivo inicial: criar uma estrutura experimental de baixo custo capaz de simular condições ambientais agressivas para avaliação da corrosão em metais.

Fluxograma 1- Montagem completa da câmara



Fontes: Autores 2026

O fluxograma acima demonstra todo o processo de construção da câmara, etapa por etapa, para facilitar a visualização dos processos realizados no projeto, ao longo da montagem da câmara proposta.



Utilizou-se um tipo de material metálico para os ensaios de corrosão, totalizando dois corpos de prova, sendo um para cada angulação (30° e 45°). O aço ASTM A36, uma liga de ferro-carbono, é o aço mais econômico, porém apresenta rápida suscetibilidade à corrosão, conforme mostrado na Imagem 1.

Imagem 1 - Amostra de aço Ferro-Carbono



Fontes: Autores 2026

Observou-se corrosão uniforme em toda a superfície exposta do aço carbono, demonstrando a eficácia da câmara em manter a névoa sobre todo o metal de forma homogênea. A estrutura da câmara destinada a ensaios em névoa salina possui volume igual ou superior a  $0,4\text{m}^3$ , composta por cinco placas de vidro temperado com 4mm de espessura. As placas de vidro foram divididas em duas de 400mm x 400 mm e outras duas placas de 600mm x 600mm, com cada uma dessas últimas possuindo um furo de 40mm de diâmetro nas laterais da câmara. Na lateral direita de uma das faces de vidro, há dois furos de 5mm de diâmetro, um na parte superior e outro na inferior da câmara. Uma placa de 600mm x 600mm está posicionada no fundo da câmara. Todas as dimensões foram baseadas no trabalho de Carvalho e Pigatti (2025). A vidraçaria responsável pela produção realizou as perfurações, montagem e corte dos vidros, entregando a câmara já bem vedada, conforme mostrado na Imagem 2.

Imagem 2-estrutura da câmara



Autores 2026

Foi instalado um teto de acrílico com dimensões de 500mm x 700mm, levemente maior que o tamanho da câmara para melhor fixação e facilidade de manuseio. O teto possui três dobradiças coladas ao vidro na face posterior para facilitar a abertura da câmara. Velcro foi colocado na parte externa, três na face frontal e três nas laterais para manter o teto firmemente preso. Nos furos laterais, foram fixados soquetes para as lâmpadas, utilizando cola e silicone. Após a fixação, foram instaladas duas lâmpadas halógenas de 150W, posicionadas para promover aquecimento uniforme do ambiente interno (Imagem 3).

Imagem 3- sistema de aquecimento e teto da câmara



Fontes Autores 2026

Para a etapa de pulverização, utilizou-se um umidificador de ar com capacidade de 4,0L, da marca Midea, responsável pela aspersão contínua da solução salina no interior da

câmara. O equipamento foi instalado com auxílio de um dispositivo em PVC, composto por um tubo, três joelhos, uma rosca tipo flange e dois anéis de vedação. Esse sistema foi desenvolvido para conduzir e direcionar o fluxo da névoa salina de forma eficiente.

Figura 4 e 5 - Sistema de pulverização ativo



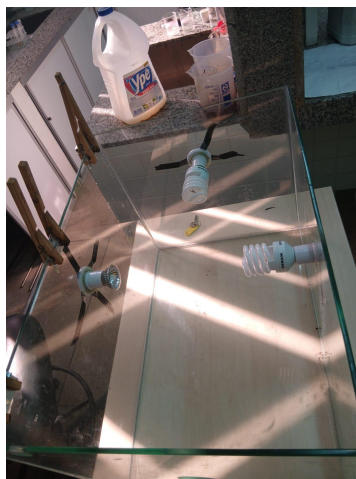
Fontes: Autores 2026

Todo o conjunto possui altura suficiente para acoplamento adequado à estrutura da câmara e todas as conexões roscadas foram vedadas com fita veda rosca, garantindo funcionamento eficiente do sistema e evitando vazamentos. A névoa criada cobre o metal uniformemente, assegurando máxima exposição à salinidade.

Nas placas de vidro, foram feitos dois orifícios, um na parte superior e outro na inferior, onde foram instalados tampões de rosca para controlar a evacuação da água e da névoa. A água coletada foi retirada para medição do PH.

Uma lâmpada UVB foi utilizada para simulação de intemperismo, conectada a um temporizador com controlador de temperatura. Todas as lâmpadas foram conectadas por fios de cobre fixados em uma base sobre um carrinho para facilitar o manuseio e evitar riscos durante a locomoção. O sistema de aquecimento funcionou conforme esperado, promovendo aquecimento uniforme do ambiente interno. A Figura 6 ilustra a disposição dos bocais e lâmpadas halógenas no interior da câmara.

Figura 6 : Sistema de aquecimento da câmara de névoa salina.



Fontes: Autores 2026

Os ensaios realizados demonstraram que a câmara de névoa salina apresentou alto desempenho operacional durante as seis semanas de testes contínuos, mantendo a estabilidade dos sistemas de pulverização, aquecimento e iluminação UVB, sem ocorrências de falhas. Isso confirma a eficiência do equipamento e sua capacidade de simular condições ambientais agressivas de forma controlada.

### Conclusões

Conseguiu-se desenvolver uma câmara de névoa salina, de baixo custo, para testes utilizando o aço carbono ASTM A36, demonstrando a eficácia do projeto. A câmara manteve bom funcionamento ao longo das seis semanas de testes, garantindo que as condições da névoa exposta ao aço fossem contínuas, semelhante ao desempenho de um equipamento *salts spray*.

Além disso, o equipamento está à disposição do Instituto Federal do Amapá (IFAP) para uso por discentes e docentes a qualquer momento, funcionando adequadamente para pesquisas e atividades práticas voltadas ao aprendizado, atendendo às normas NACE MR-0175 e ISO 15156.

### Referências

- ALCÁNTARA, J. et al. Marine atmospheric corrosion of carbon steel: a review. *Materials*, 10(4), 406, 2017.
- AMARAL, T. B. S. Aplicação de nanocompósitos baseados em fosfato de alumínio e polímeros intrinsecamente condutores como revestimento anticorrosivo. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8094:1983 – Materiais metálicos – Determinação da resistência à corrosão por névoa salina – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 12944:2019 – Pinturas industriais – Proteção de estruturas de aço contra a corrosão por sistemas de pintura. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASTM INTERNATIONAL. ASTM B117: Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2016.



ASTM INTERNATIONAL. ASTM D1193: Standard Specification for Reagent Water. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2024.

ASTM INTERNATIONAL. ASTM D5894: Standard Practice for Cyclic Salt Fog/UV Exposure of Painted Metal. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2018.

GENTIL, V. *Corrosão*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Processo de corrosão faz com que 30% da produção mundial de ferro e aço seja desperdiçada. Brasília, DF: IBRAM, 2020.

PIGATTI, R.; CARVALHO, L. Desenvolvimento de uma câmara de névoa salina de baixo custo para realização de ensaios de corrosão e avaliação do desempenho de materiais metálicos em atmosfera agressiva. 2025.

REVISTA DA ABRACO. Revestimento anticorrosivo: recomendações para proteção anticorrosiva de condições especiais. 2018.

RODRIGUES, M. V. Estudo da corrosão atmosférica em estruturas metálicas expostas a ambientes industriais e