



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA

**ANA CLARA DO NASCIMENTO MACEDO
THALES ANTÔNIO BARBOSA COELHO SANTOS
WINE VITÓRIA DE OLIVEIRA RIBEIRO**

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE CÂMARA DE NÉVOA
Uma Avaliação das Interações entre Condições Microclimáticas e a Degradação
de Materiais

**Salvador
2025**

**ANA CLARA DO NASCIMENTO MACEDO
THALES ANTÔNIO BARBOSA COELHO SANTOS
WINE VITÓRIA DE OLIVEIRA RIBEIRO**

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE CÂMARA DE NÉVOA
Uma Avaliação das Interações entre Condições Microclimáticas e a Degradação
de Materiais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso técnico em Mecânica do Instituto Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do Certificado de Conclusão.
Orientador (a): Prof^ª. Moacir Bispo

**Salvador
2025**

**ANA CLARA DO NASCIMENTO MACEDO
THALES ANTÔNIO BARBOSA COELHO DOS SANTOS
WINE VITÓRIA DE OLIVEIRA RIBEIRO**

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE CÂMARA DE NÉVOA

Atividade de Conclusão de Curso apresentado ao curso Técnico em Mecânica do Instituto Federal da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção do Certificado de Conclusão

Salvador, 23 de Maio de 2025.

Ricardo Aurélio Fragoso de Sousa _____

Doutor em Engenharia Mecânica
Instituto Federal da Bahia - IFBA

Raimundo Jorge Santos Paranhos _____

Doutor em Ciências e Engenharia de Materiais
Instituto Federal da Bahia - IFBA

Moacir Bispo Ramos _____

Doutor em Engenharia Mecânica
Instituto Federal da Bahia - IFBA

Raimisson Bezerra de Assis _____

Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais
Instituto Federal da Bahia - IFBA

AGRADECIMENTOS

Por fim, expressamos nossa sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, agradecemos ao nosso orientador, Professor Moacir Bispo, cuja atuação foi de fundamental importância para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso. Somos imensamente gratos por sua paciência, dedicação e criatividade, que nos permitiram enxergar perspectivas que antes não havíamos considerado.

Estendemos nossos agradecimentos ao Professor Everaldo, que colaborou significativamente com a construção prática do protótipo da câmara de névoa. Agradecemos, ainda, aos estudantes William Cunha Mascarenhas e Gabriel Yoshihiro Sato, pelo valioso auxílio prestado nas partes elétrica e hidráulica do protótipo.

Por fim, agradecemos, com profundo carinho, aos nossos familiares, que nos apoiaram ao longo de toda essa trajetória — não apenas durante o desenvolvimento do TCC, mas também ao longo dos três anos de ensino médio.

RESUMO

Macedo, A. C; Ribeiro, W. V; Santos, T. A. **CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE CÂMARA DE NÉVOA**. Orientador (a): Prof. Dr. Moacir Bispo. 2025. Atividade de Conclusão de Curso (Graduação em Técnico em Mecânica) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador -BA, 2025.

Este trabalho apresenta o projeto, a construção e a montagem de um protótipo de câmara de névoa para ensaios de corrosão acelerada. A corrosão é um fenômeno que compromete a durabilidade e a integridade de materiais metálicos, sendo essencial o desenvolvimento de métodos para sua avaliação. Este estudo tem como objetivo explorar de que maneira o microclima dentro das fendas afeta a corrosão e a perda de peso dos materiais metálicos, oferecendo suporte para a criação de estratégias de proteção mais eficazes.

A escolha da problemática em questão está relacionada com sua presença persistente no Instituto Federal da Bahia (IFBA), instituição dedicada ao ensino e à aprendizagem, onde alunos e professores interagem para adquirir conhecimentos e habilidades, oferecendo riscos iminentes aos seus estudantes e funcionários com a possibilidade de falhas estruturais e impactos ambientais.

As câmaras de névoa são amplamente utilizadas para simular condições agressivas em ambientes controlados, seguindo normas como a ASTM B117 e a ISO 9227, e ela é projetada para acelerar os processos de corrosão, permitindo a avaliação da durabilidade e resistência de materiais em curto período de tempo. É amplamente utilizada em indústrias como a automobilística, aeroespacial e naval, garantindo que materiais e estruturas não falhem prematuramente devido à corrosão.

O desenvolvimento do protótipo envolveu a seleção de materiais para resistir a corrosão, um sistema de nebulização eficiente e um controle preciso de temperatura e umidade. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade do equipamento para a realização de testes padronizados, contribuindo para estudos sobre a durabilidade de revestimentos e ligas metálicas.

Com isso, obtivemos como resultados principais um protótipo capaz de atender as necessidades dos materiais do instituto e um material didático principalmente para o curso de mecânica industrial, podendo ser palco de ensaios metalográficos e testes de ambientes corrosivos.

Palavras-chave: Corrosão; Câmara; Microclima; Névoa; Brasil; Câmara de Névoa; Protótipo.

ABSTRACT

Macedo, A. C; Ribeiro, W. V; Santos, T. A. CONSTRUCTION OF A FOG CHAMBER PROTOTYPE. Advisor: Prof. Dr. Moacir Bispo. 2025. Course Completion Activity (Undergraduate in Mechanical Technician) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador -BA, 2025.

This paper presents the design, construction and assembly of a prototype fog chamber for accelerated corrosion testing. Corrosion is a phenomenon that compromises the durability and integrity of metallic materials, and the development of methods for its evaluation is essential. This study aims to explore how the microclimate within cracks affects corrosion and weight loss of metallic materials, providing support for the creation of more effective protection strategies.

The choice of the problem in question is related to its persistent presence at the Instituto Federal da Bahia (IFBA), an institution dedicated to teaching and learning, where students and professors interact to acquire knowledge and skills, offering imminent risks to its students and employees with the possibility of structural failures and environmental impacts.

Fog chambers are widely used to simulate aggressive conditions in controlled environments, following standards such as ASTM B117 and ISO 9227, and they are designed to accelerate corrosion processes, allowing the evaluation of the durability and resistance of materials in a short period of time. It is widely used in industries such as the automotive, aerospace and naval industries, ensuring that materials and structures do not fail prematurely due to corrosion.

The development of the prototype involved the selection of materials to resist corrosion, an efficient nebulization system and precise temperature and humidity control. The results obtained demonstrate the viability of the equipment for carrying out standardized tests, contributing to studies on the durability of coatings and metal alloys.

With this, we obtained as main results a prototype capable of meeting the needs of the institute's materials and a teaching material mainly for the industrial mechanics course, which can be used as a stage for metallographic tests and tests in corrosive environments.

Keywords: Corrosion; Chamber; Microclimate; Mist; Brazil; Fog Chamber; Prototype.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Corrosão Uniforme
- Figura 2** - Representação da corrosão em placas
- Figura 3** - Corrosão por placa em flange
- Figura 4** - Corrosão Alveolar
- Figura 5** - Corrosão por pites
- Figura 6** - Corrosão intergranular
- Figura 7** - Corrosão Transgranular
- Figura 8** - Empolamento por Hidrogênio
- Figura 9** - Tubulação em contato com o solo
- Figura 10** - Tubulação em contato com o solo
- Figura 11** - Formação da ferrugem por processos eletroquímicos
- Figura 12** - Corrosão Galvânica
- Figura 13** - Corrosão Seletiva
- Figura 14** - Corrosão por Célula Oclusa
- Figura 15** - Aspecto típico de falhas por fragilização por Hidrogênio
- Figura 16** - Corrosão sob tensão
- Figura 17** - Corrosão associada a erosão
- Figura 18** - Superfície de veículos com corrosão atmosférica
- Figura 19** - Estrutura com corrosão marinha
- Figura 20** - Esquema com a classificação geral da corrosividade de atmosferas
- Figura 21** - Modelo de desenvolvimento de produtos Kotler e Armstrong
- Figura 22** - Modelo de desenvolvimento de produtos Boone e Kurtz
- Figura 23** - Carcaça antes da soldagem dos pés
- Figura 24** - Carcaça depois da soldagem do Tubo de aço galvanizado
- Figura 25** - Aquecendo as laterais da carcaça
- Figura 26** - Especificações técnicas do cilindro de oxigênio
- Figura 27** - Especificações de prevenção do cilindro de oxigênio
- Figura 28** - Especificações da válvula de admissão do cilindro de oxigênio
- Figura 29** - Manômetro do cilindro de oxigênio
- Figura 30** - Lixando a carcaça
- Figura 31** - Escova de aço circular
- Figura 32** - Solvente limpador/removedor
- Figura 33** - Pintura da Carcaça com os apoios
- Figura 34** - Tinta Esmalte
- Figura 35** - Vista frontal e lateral esquerda
- Figura 36** - Vista superior
- Figura 37** - Vista da porta da porta de acesso com o plástico
- Figura 38** - Vista da porta da porta de acesso com o plástico
- Figura 39** - Modelagem do fio de aço galvanizado
- Figura 40** - Termo - Higrômetros
- Figura 41** - Especificações da bomba de aquário
- Figura 42** - Vista frontal e lateral direita da bomba de aquário

- Figura 43** - Gráfico da relação coluna/vazão da bomba de aquário
- Figura 44** - Ventiladores
- Figura 45** - Parte elétrica com o interruptor, o conector e o plug de tomada.
- Figura 46** - Interruptor
- Figura 47** - Conector de cabo de força para notebook
- Figura 48** - Conector de cabo de força para notebook
- Figura 49** - Fonte de carregador de notebook e suas especificações
- Figura 50** - Fonte de carregador de notebook e suas especificações
- Figura 51** - Entrada tripolar da fonte
- Figura 52** - Parte elétrica com a tomada e os bocais das lâmpadas
- Figura 53** - Tomada para 3 pinos
- Figura 54** - Ventiladores instalados na câmara
- Figura 55** - Ventiladores instalados na câmara
- Figura 56** - Ventiladores instalados na câmara
- Figura 57** - Bandeja para apoio dos corpos de prova
- Figura 58** - Bandeja com dreno
- Figura 59** - Bomba de aquário com mangueira
- Figura 60** - Medição do Termo - Higrômetro dentro da câmara
- Figura 61** - Medição do Termo - Higrômetro dentro após 20min da câmara

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação em termos de tempo de superfície úmida

Tabela 2 - Características operacionais para os ensaios de névoa salina

Tabela 3 - Fluxograma sistemático sobre o processo de construção

Tabela 4 - Especificação detalhada da bomba de aquário

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIM	Corrosão induzida por microorganismos
SCC	Stress Corrosion Cracking
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
PUC - Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
CEFET - MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
ACIESP	Academia de Ciências do Estado de São Paulo
UV	Ultravioleta
/C	Celsius
F	Fahrenheit

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 CORROSÃO	13
2.1.1 COMO A CORROSÃO SE APRESENTA?	14
2.2 MICROCLIMA	26
2.3 INTERAÇÃO ENTRE O MICROCLIMA E A CORROSÃO	27
2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	30
2.5 CÂMARA DE NÉVOA	33
2.6 PROJETO, CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO DE CÂMARA DE NÉVOA	35
3. METODOLOGIA	37
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40

4.1 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DA CÂMARA	40
4.2 PERSPECTIVAS FUTURAS	65
5. CONCLUSÃO	66
6. REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

A corrosão pode ser definida como a degradação de materiais, predominantemente metálicos, resultante de reações químicas ou eletroquímicas originadas do ambiente, muitas vezes acompanhadas de esforços mecânicos. Esta degradação envolve interações que produzem efeitos adversos, como desgaste e modificações estruturais, comprometendo a funcionalidade do material. Além disso, a corrosão também se aplica à deterioração de materiais não metálicos, como concreto, borracha e madeira, que são afetados quimicamente. Por exemplo, a deterioração do cimento por sulfatos e a perda de elasticidade na borracha por ozônio ilustram essa aplicação. Sendo um fenômeno inerentemente espontâneo, a corrosão afeta constantemente a durabilidade e eficácia dos metais, revelando sua relevância crucial na sociedade contemporânea, que depende amplamente de estruturas e meios de transporte metálicos.

A corrosão em frestas é um fenômeno que afeta a durabilidade e a integridade dos materiais metálicos, especialmente em condições adversas. Esse tipo de corrosão se manifesta em locais fechados, como sobreposições, junções e interfaces entre diferentes materiais, onde o fluxo de oxigênio é limitado e há acúmulo de substâncias corrosivas. No interior dessas fendas, as condições climáticas podem ser muito diferentes das do ambiente externo, o que

impacta a taxa de corrosão e, por conseguinte, a perda de material e variações no peso das peças afetadas.

A análise da interação entre o microclima e a corrosão em fendas é fundamental para compreender como aspectos como umidade, temperatura, níveis de íons e variações de aeração influenciam a deterioração do metal. A diminuição de massa resultante da corrosão pode prejudicar a resistência mecânica das estruturas, elevar os custos de manutenção e, em situações extremas, culminar em falhas catastróficas. Por isso, a avaliação do peso das peças antes e após a exposição a ambientes corrosivos possibilita a mensuração dos danos e a avaliação da gravidade da corrosão.

Este estudo tem como objetivo explorar de que maneira o microclima dentro das fendas afeta a corrosão e a perda de peso dos materiais metálicos, oferecendo suporte para a criação de estratégias de proteção mais eficazes. Entender esses elementos pode ajudar na seleção de materiais, no desenvolvimento de estruturas mais robustas e na adoção de métodos preventivos que minimizem os efeitos da corrosão.

1.1 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivo geral se tem, não só a conclusão do curso em questão, como também a obtenção de um material didático para o instituto, facilitando a compreensão dos conteúdos dados em sala de aula de forma prática, tornando o ensino mais dinâmico e interessante, com a finalidade de consolidar o conhecimento de forma mais eficaz. E, desta forma, o material educativo proposto, servirá como apoio extra ao corpo discente no ingresso ao mercado de trabalho, que busca e valoriza cada vez mais candidatos que possuam experiência prática, visto sua capacidade de adaptação às demandas do serviço.

Os objetivos específicos, por sua vez, estão relacionados a degradação acelerada e a análise do microclima, tópicos referentes ao tema inicial, responsável pela elaboração deste trabalho. Durante os anos na instituição, a observação de pontos de corrosão em equipamentos e ferramentas eram frequentes, principalmente nas aulas práticas nas oficinas e laboratórios, devido a isso, surgiu a possibilidade da criação de um trabalho de conclusão que buscasse formas de mitigar a deterioração destes materiais, a fim de evitar a falha prematura dos mesmos que, por seu lado, seria capaz de causar danos e acidentes.

O tema inicial, no que lhe diz respeito, se resume na análise de microclimas específicos presentes no instituto, essa análise permitiria a melhor escolha possível para proteção de materiais metálicos do ambiente, servindo como barreira protetora contra a corrosão, impedindo que agentes corrosivos, como a água e o oxigênio, entrem em contato com a superfície metálica. Desta forma, foi viabilizada a oportunidade da criação da câmara de névoa comum, protótipo capaz de acelerar as reações químicas e eletroquímicas que resultam na corrosão do material exposto a ela, resultando em uma amostra habilitada justamente para a obtenção dos resultados buscados nas análises planejadas anteriormente, porém, de forma mais rápida, efetiva e eficiente. Portanto, esse trabalho foi feito com o objetivo de construir um protótipo de câmara de névoa comum para o estudo das formas de corrosão, permitindo simular condições agressivas e avaliar o comportamento do material em atmosferas corrosivas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CORROSÃO

A corrosão é um fenômeno natural que resulta na deterioração de materiais metálicos devido a interações químicas e eletroquímicas com o meio ambiente (GENTIL,2011). A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso (GENTIL, 2011). Inicialmente, a corrosão remove a camada protetora da superfície do metal, tornando-o vulnerável à progressão do desgaste. Imagine, por exemplo, uma estrutura metálica exposta à umidade e à poluição do ar. Com o tempo, ela pode começar a enferrujar e perder sua resistência, comprometendo sua segurança e funcionalidade (GENTIL, 2011).

Por isso, ao projetar equipamentos, construções ou qualquer outra aplicação que envolva metais, é essencial escolher materiais que resistam à corrosão e mantenham suas propriedades ao longo do tempo. Se ignorarmos esse fator, as consequências podem ser

graves, como falhas estruturais, aumento de custos com manutenção e até riscos à segurança (GENTIL, 2011).

A corrosão acontece principalmente na superfície do metal, onde ocorre a troca de elétrons entre o material e o ambiente. Basicamente, o metal “doa” elétrons para um agente oxidante presente no meio, como o oxigênio do ar, o enxofre, o gás sulfídrico ou o dióxido de carbono (GENTIL,2011). Esse processo transforma o metal em compostos mais estáveis, semelhantes aos que encontramos na natureza – como a ferrugem, que nada mais é do que o ferro voltando ao seu estado original de óxido (GENTIL,2011).

A corrosão não afeta apenas os metais. Outros materiais, como plásticos, cerâmicas e concreto, também podem sofrer degradação ao longo do tempo (GENTIL,2011). No entanto, neste trabalho, o foco será a corrosão do aço, muito utilizado em dutos e estruturas industriais. Desta forma, a pesquisa busca comparar e esclarecer os resultados obtidos ao longo da análise, a fim de contribuir para o aumento da vida útil do aço utilizado.

2.1.1 Como a Corrosão se Apresenta?

Segundo GENTIL, a corrosão não acontece sempre da mesma maneira. Em alguns casos, ela pode ser discreta e lenta, desgastando o material de forma uniforme. Em outros, pode ser localizada e agressiva, abrindo buracos e comprometendo rapidamente a estrutura. Aqui estão algumas das formas mais comuns:

- Corrosão uniforme: A corrosão se estende de maneira igualitária pela superfície da peça devido às micro-ações eletroquímicas que fazem a corrosão se espalhar homogeneamente (GENTIL,2011).

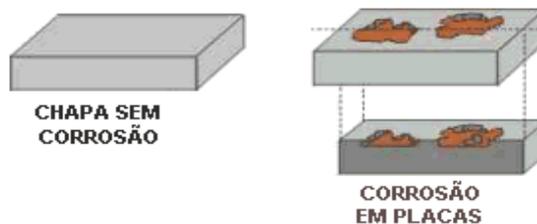
Figura 1 - CORROSÃO UNIFORME



Fonte: UNIFESP (2013)

- Corrosão por placas: Encontrado comumente em metais com películas protetoras. Diferente da corrosão uniforme, essa variedade afeta apenas algumas áreas do aço. O processo corrosivo vai acontecendo progressivamente e pedaços da peça vão se soltando aos poucos da superfície, formando um desnível onde só as partes não protegidas são afetadas(SULCROMO,2021).

Figura 2 - Representação da corrosão em placas



Fonte: SULCROMO (2021)

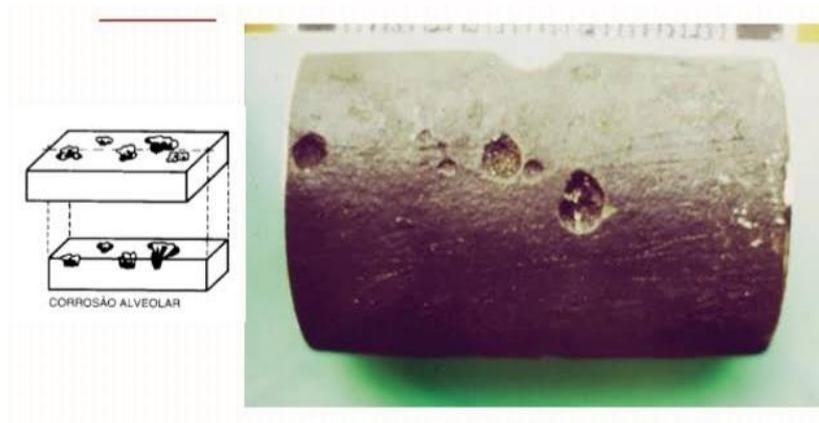
Figura 3 - Corrosão por placa em flange



Fonte: SULCROMO (2021)

- Corrosão alveolar: Um tipo de corrosão localizada, também chamada de pontual. Produz manchas ou escavações semelhantes a alvéolos. Seu diâmetro costuma ser maior que sua profundidade, tendo seu fundo arredondado (PUC-Rio, 2024).

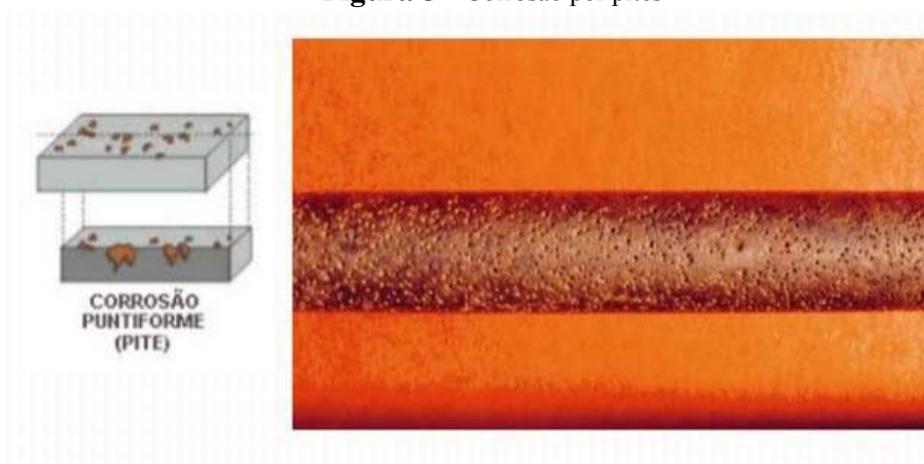
Figura 4 - Corrosão Alveolar



Fonte: UNIFESP (2013)

- Corrosão por pites (pitting): Também chamada de Corrosão Puntiforme, se apresenta com pontos no qual sua profundidade é maior que seu diâmetro e seu fundo é anguloso. Possui dificuldade de ser localizada pois às vezes, esses pontos, se encontram abaixo de manchas da superfície(GENTIL,2011).

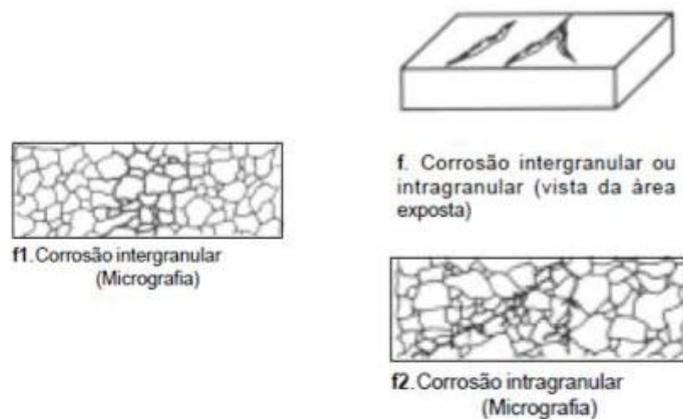
Figura 5 - Corrosão por pites



Fonte: UNIFESP (2013)

- Corrosão intergranular: Um exemplo desse tipo é a Corrosão sob tensão fraturante (stress corrosion cracking, SCC). São trincas localizadas entre os grãos da estrutura cristalina do metal, alterando suas propriedades mecânicas, fazendo a estrutura metálica fraturar com esforços mecânicos menores que o esperado. Muito comuns em aços inoxidáveis quando expostos a ambientes agressivos (PUC-Rio,2024).

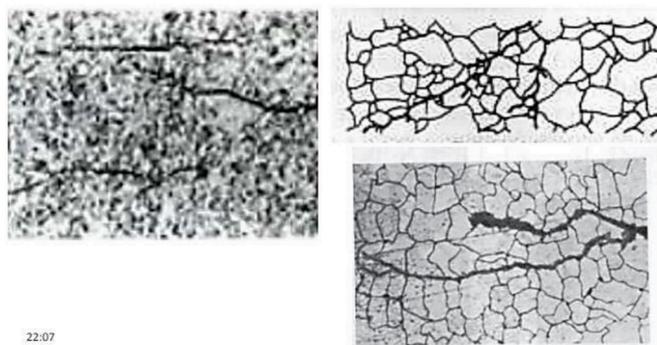
Figura 6 - Corrosão intergranular



Fonte: UFRGS (2022)

- Corrosão transgranular: Apesar de ter efeitos mais catastróficos que a intergranular, seu processo é parecido. A corrosão atinge o interior dos grãos metálicos da rede cristalina do aço, enfraquecendo o material. Suas propriedades mecânicas são perdidas, fazendo com que fracture ao menor esforço(PUC-Rio, 2024).

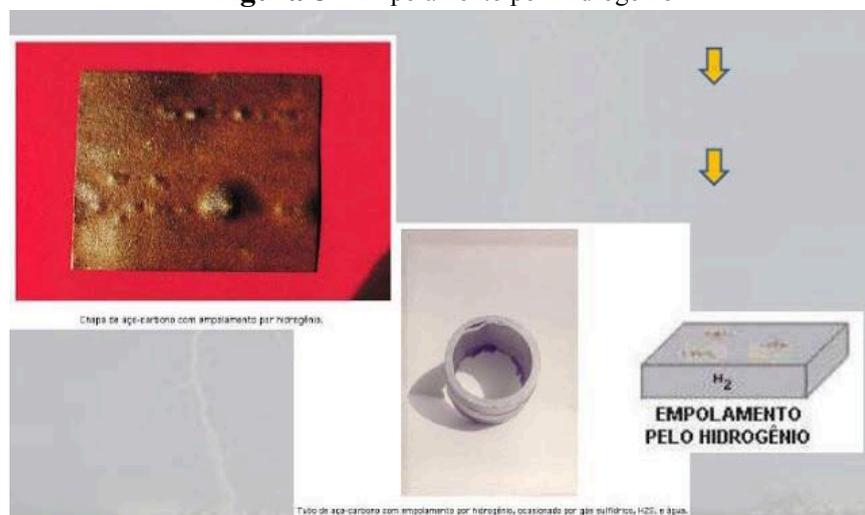
Figura 7 - Corrosão Transgranular



Fonte: UFRGS (2022)

- Empolamento por hidrogênio: O hidrogênio atômico pode se difundir facilmente em materiais metálicos e se acumular em defeitos, como laminações ou inclusões. O acúmulo de hidrogênio pode gerar altas pressões e provocar deformações, incluindo empolamentos, especialmente quando ocorre em falhas próximas à superfície. Dessa forma, o material é enfraquecido pelo agente (PUC- Rio, 2024).

Figura 8 - Empolamento por Hidrogênio



Fonte: UNIFESP (2013)

Além da aparência da corrosão, existem outros fatores que ajudam a classificá-la:

1. Pelo mecanismo da corrosão:

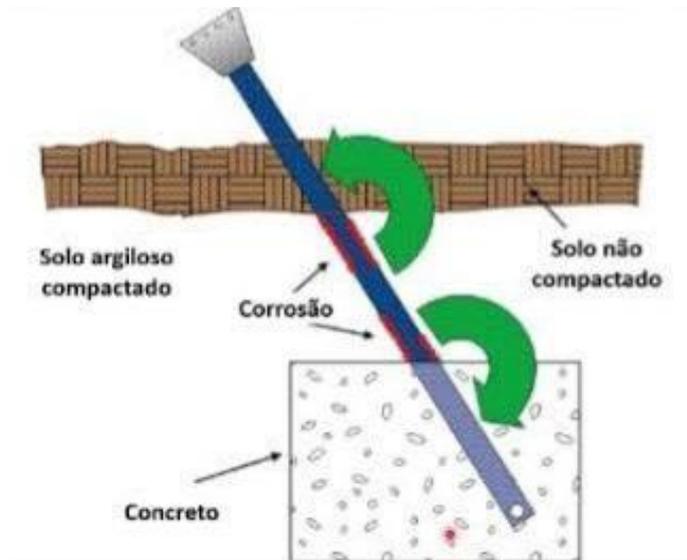
- Corrosão por diferença de aeração: A corrosão acontece decorrente da exposição do material metálico em uma solução que apresenta diferentes concentrações de oxigênio(PUC-Rio,2024). Este tipo de corrosão ocorre frequentemente em espaços intercalados entre dois meios, como ar e água ou ar e solo, um exemplo prático da ocorrência deste tipo corrosão, são em tubulações parcialmente enterradas ou tubulações que estão sujeitas a deposição de materiais sólidas (PUC-Rio,2024).

Figuras 9 - Tubulação em contato com o solo



Fonte: PUC - Rio (2024)

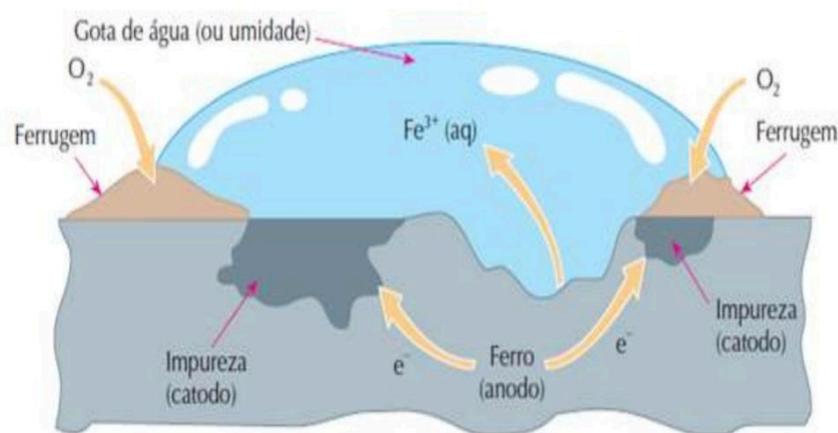
Figura 10 - Tubulação em contato com o solo



Fonte: CEFET-MG (2022)

- Corrosão eletrolítica: A corrosão eletrolítica está intimamente ligada a estruturas metálicas enterradas ou submersas, ocasionada por correntes elétricas de interferência também nomeadas de correntes de fuga. Um ponto importante sobre as correntes de fuga que geram danos e seu grau, está relacionado ao tipo de corrente se é alternada ou contínua(GENTIL,2011).

Figura 11 - Formação da ferrugem por processos eletroquímicos



Fonte: Feltre (2005)

- Corrosão galvânica: Corrosão ocasionada pelo contato de dois materiais metálicos, com potenciais diferentes com a presença de um eletrólito, a partir deste contato

acontece uma transferência de carga elétrica de um material para outro a devido a diferença de potencial(GENTIL 2011).

Figura 12 - Corrosão Galvânica



Placa de latão
e parafusos de aço

Fonte: CRV Industrial (2018)

- Corrosão seletiva: A corrosão seletiva depende do ambiente em que o material está inserido e dos materiais presentes na água deste ambiente. Nesta corrosão, ocorre a remoção de um elemento específico de liga metálica, aparece normalmente em soldas e costuras de tubulações (GENTIL, 2011).

Figura 13 - Corrosão Seletiva



Grafitização

Dezincificação

Fonte: GOOGLE IMAGES

- Corrosão microbiológica: A corrosão causada por microrganismos em questão são as bactérias, no caso as bactérias não atacam o material em si, mas podem acelerar o processo de corrosão já existente modificando sua resistência, devido às mudanças que essas bactérias causam no ambiente que podem tornar condições propícias para que se inicie um processo de corrosão ou intensifique(GENTIL,2011).

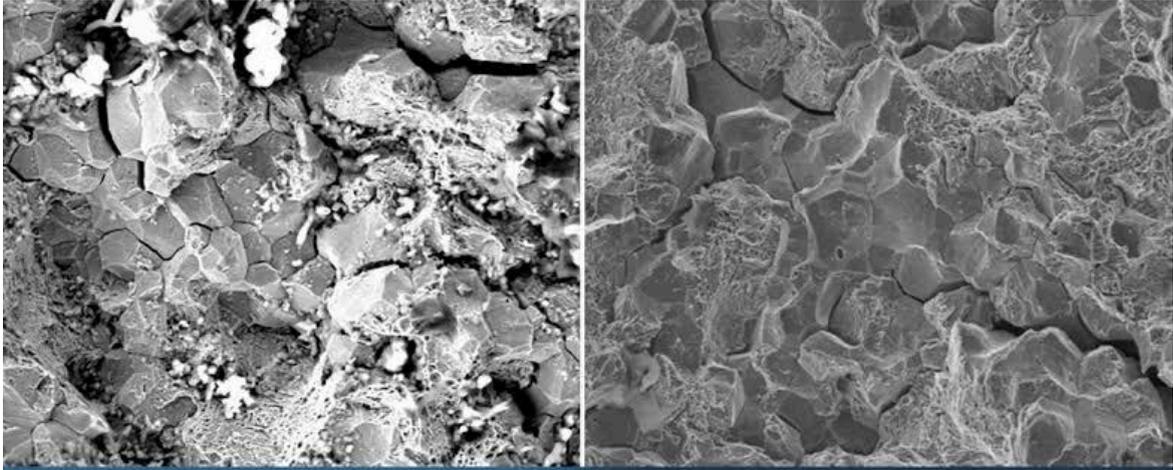
Figura 14 - Corrosão por Célula Oclusa



Fonte: ENGQUIMICASANTOSSP (2015)

- Fragilização por hidrogênio: Esta fragilização acontece devido a propriedade do hidrogênio de difusão em materiais metálicos. Deste modo se na superfície do material for depositado o elemento químico ele se deslocará ao interior do material se aglomerando em defeitos existentes, como inclusões não metálicas.(PUC-Rio,2024) Esta deposição do hidrogênio sobre o material pode estar relacionada por exemplo a decomposição da água de cristalização, que pode estar contida em alguns revestimentos de eletrodo, ou por meio de outros processos (PUC-Rio,2024).

Figura 15 - Aspecto típico de falhas por fragilização por Hidrogênio



Fonte: METALAC (2024)

2. Pelos fatores mecânicos envolvidos:

- Corrosão sob tensão: a corrosão sob tensão ocorre pela ação combinada de tensões mecânicas estáticas e meios corrosivos, levando à fratura sem perda significativa de massa(PUC-Rio,2024). Pode ser causada por tensões residuais de soldagem e deformações ou por tensões aplicadas em operação, como pressurização de equipamentos (PUC-Rio,2024).

Figura 16 - Corrosão sob tensão



Fonte: SULCROMO (2020)

- Corrosão por fadiga: quando há desgaste repetitivo. A corrosão por fadiga é um tipo de degradação que ocorre quando um metal é submetido simultaneamente a tensões cíclicas e a um ambiente corrosivo. Isso acelera a formação e propagação de trincas, reduzindo sua vida útil e podendo levar à falha catastrófica (PUC-Rio, 2024).
- Corrosão por atrito: a corrosão sob atrito ocorre em interfaces metálicas sob carga e pequenos deslizamentos, geralmente causados por vibração. Caracteriza-se por descoramento, formação de produtos pulverulentos e, às vezes, pites que podem levar à fadiga. Afeta componentes como rolamentos, mancais e contatos elétricos, reduzindo dimensões e resistência à fadiga. No ar, gera óxidos metálicos e partículas micrométricas (SULCROMO,2023).
- Corrosão associada à erosão: a corrosão por erosão é a deterioração da superfície de um material devido à ação mecânica, geralmente provocada pelo impacto de líquidos, partículas sólidas, bolhas ou gotículas suspensas em fluidos de alta velocidade(PUC-Rio,2024).

Figura 17 - Corrosão associada a erosão



Fonte: SULCROMO (2020)

3. Pelo ambiente em que ocorre:

- **Corrosão atmosférica:** a corrosão atmosférica é a degradação de um material exposto ao ar e seus poluentes. Esse tipo de corrosão é considerado um dos mais prejudiciais, tanto em termos de custos quanto na quantidade de material afetado. O principal agente corrosivo é o oxigênio, que reage espontaneamente com a maioria dos metais. No entanto, sua ação pode ser intensificada por fatores como umidade relativa, gases atmosféricos, poeira, temperatura, entre outros (RIJEZA METALURGIA,2024).

Figura 18- Superfície de veículos com corrosão atmosférica



Fonte: Rijeza Metalurgia (2023)

- **Corrosão pelo solo:** a corrosão por solo é um processo eletroquímico que ocorre em estruturas metálicas enterradas devido à interação com o meio subterrâneo. Sua intensidade depende das propriedades físico-químicas e biológicas do solo, como resistividade, pH, umidade e presença de sais solúveis, além de fatores externos, como correntes de fuga. Esses elementos influenciam a capacidade do solo de conduzir corrente elétrica, tornando-o mais ou menos agressivo à estrutura metálica(GENTIL,2011).
- **Corrosão Induzida por Microrganismos:** a CIM, ou Biocorrosão, acontece quando microrganismos alteram a superfície de um material, causando corrosão localizada.

Esse processo normalmente ocorre junto com outros tipos de corrosão, acelerando os danos. Os produtos gerados pelos microrganismos nos biofilmes são os responsáveis por diferentes formas de corrosão, como a corrosão por pites e por frestas(PUC-Rio, 2024).

- Corrosão em água do mar: os materiais metálicos entram em contato com a água e, frequentemente, começam a sofrer corrosão. Esse processo é influenciado por várias substâncias presentes na água, como gases dissolvidos, sais, matéria orgânica de origem animal ou vegetal, além de bactérias e algas. Fatores como o pH da água, a velocidade do escoamento e a temperatura também têm um papel importante na corrosão. Entre os agentes naturais de corrosão, a água do mar se destaca como um dos mais intensos. Isso ocorre porque ela possui altas concentrações de sais, funcionando como um eletrólito potente, o que acelera o processo eletroquímico de corrosão(GENTIL,2011)

Figura 19 - Estrutura com corrosão marinha



Fonte: Rijeza Metalurgia (2023)

- Corrosão por sais fundidos: a corrosão por sais fundidos ocorre quando metais entram em contato com sais líquidos em altas temperaturas, acelerando reações eletroquímicas e a degradação do material. Esse processo é comum em indústrias de alta temperatura, como metalurgia e energia, podendo comprometer a integridade do metal se não forem adotadas medidas preventivas (GENTIL,2011).

Cada tipo de corrosão tem suas particularidades e exige cuidados específicos. Compreender essas variações é essencial para escolher os materiais certos e adotar medidas de prevenção eficazes. Afinal, lidar com a corrosão não é apenas uma questão de manter um material bonito e funcional, mas também de garantir segurança, economia e sustentabilidade.

2.2 MICROCLIMA

O microclima é o nome dado ao fenômeno de alteração climática existente nas cidades, nas quais ocorre a elevação da temperatura local, diferenciando das condições climáticas da região. Esse fenômeno surge em diferentes escalas, pois é determinado pelas estruturas de cada ambiente, como a presença de áreas verdes, pavimentações e indústrias. "A estrutura fina climática do espaço aéreo que se estende da superfície da Terra até uma altura onde os efeitos característicos da superfície não mais se distinguem do clima geral local (meso ou macroclima) (...) O microclima pode ser dividido em tantas classes quanto são os tipos de superfícies, mas, de um modo geral, os microclimas são considerados: microclimas urbanos e microclimas de vegetação." (ACIESP, 1980). Pode-se dizer que o microclima é o clima contido em uma pequena área, sendo ele um espaço urbano ou uma vegetação. Nos microclimas, a temperatura, o índice de chuva, o vento e a umidade do ar são, geralmente, diferentes do clima da região em que áreas menores estão inseridas.

As mudanças climáticas ocorrem em meio à urbanização, pois as cidades alteram diversos fatores do clima, como o considerável aumento de temperatura, formação de mais nuvens e nevoeiros no inverno, velocidade de deslocamentos das massas de ar menores do que sobre áreas rurais, menos rajadas de vento e mais calmarias. Estas mudanças aumentam a concentração de poluentes na camada atmosférica e propiciam desastres ambientais (LANDSBERG, 1962, 1970 apud OLIVEIRA, 1988). Dados apontam que a temperatura de uma cidade pode ser elevada em até 6 °C por consequência de uma série de fatores, como por exemplo a substituição da vegetação pelo asfalto, concreto e/ou outra superfície impermeável

e a verticalização das construções (edifícios), que forma barreiras que impedem a circulação do ar.

O concreto absorve grande parte da radiação solar (cerca de 98% da radiação que atinge a superfície), enquanto que as áreas verdes conseguem dissipar essa energia. A situação ainda é mais agravada devido a construção de edifícios, que prejudica a circulação do ar e dificulta a dispersão do ar quente. A emissão de gases poluentes intensifica o efeito estufa, promovendo ilhas de calor, ou seja, aumento da temperatura local, e desta forma, o microclima.

Os fatores fundamentais para a formação do microclima urbano são: o sítio, a função e a morfologia urbana, sendo que o sítio é o local, no sentido topográfico, onde a cidade está inserida; a função refere-se à atividade principal desenvolvida; e a morfologia urbana é composta pelos seguintes elementos: solo, edifícios, lote, quarteirão, fachadas, logradouros, traçado, ruas, praças, monumentos, vegetação e mobiliário (LAMAS, 1992).

Portanto, conclui-se que o microclima é promovido por ações humanas, e altera significativamente não só o ambiente, como também tudo que nele habita.

2.3 INTERAÇÃO ENTRE O MICROCLIMA E A CORROSÃO

Deve-se destacar a importância que representa a natureza do meio corrosivo que se encontra na proximidade da superfície metálica. Assim, por exemplo, no caso de trocadores de calor, o meio corrosivo vai apresentar uma temperatura mais elevada na parte em contato imediato com a superfície metálica dos tubos. (GENTIL, LTC, 2017)

A ação corrosiva da atmosfera depende de fatores como: umidade relativa; substâncias poluentes como particulados e gases; temperatura; tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica. Para além desses fatores devem ser considerados fatores climáticos, como intensidade e direção dos ventos, variações cíclicas de temperatura e umidade, chuvas e insolação (radiação ultravioleta).

A influência da umidade na ação corrosiva da atmosfera é acentuada, pois o ferro em atmosfera de baixa umidade relativa praticamente não sofre corrosão, em umidade relativa em torno de 60% o processo corrosivo é lento, mas acima de 70 % ele é acelerado. A umidade

relativa pode ser expressa pela relação entre teor de vapor de água encontrado no ar e o teor máximo que pode existir no mesmo, nas condições consideradas, ou então pela relação entre a pressão parcial de vapor da água no ar e a pressão de vapor da água saturada, na mesma temperatura. (CALLISTER 2010).

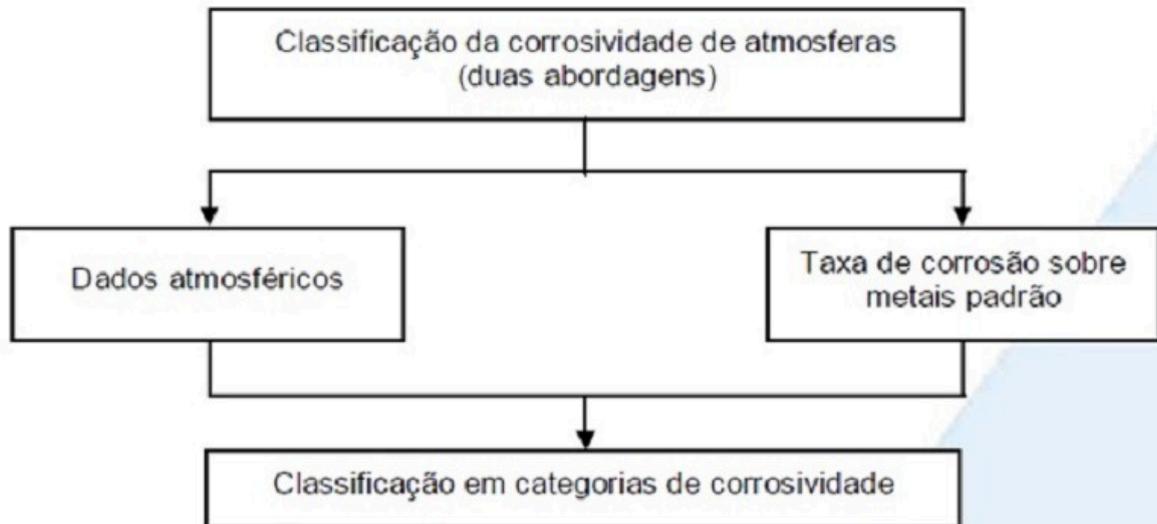
Nas atmosferas industriais contém poeira como contaminante primário, a poeira que é depositada em superfícies metálicas presentes nessas áreas geralmente contém partículas de compostos de carbono, óxidos de metal e sais de metal como o sulfato e cloreto e de ácido sulfúrico. O arranjo de umidade com materiais em pó que contém contaminantes solúveis produz a corrosão em fendas, formando células de aeração diferencial e outros tipos de células de concentração.

A maioria dos contaminantes solúveis são higroscópicos e absorvem umidade do ar quando a umidade relativa é substancialmente inferior a 100%. O nível crítico de umidade relativa (àquele em que a absorção de umidade ocorre em metais expostos até mesmo a atmosferas industriais relativamente brandas) é geralmente cerca de 50% a 70% para aço, cobre, níquel, zinco e a maioria dos metais que são usados em estruturas e objetos destinado à exposição atmosférica industrial. Isso leva em consideração o efeito das flutuações normais de temperatura entre o dia e a noite (HAYRTON 2021).

As superfícies metálicas localizadas onde ficam molhadas, mas onde a chuva não pode lavar, podem sofrer corrosão mais rapidamente do que se estivessem totalmente expostas. Por exemplo, a ferrugem do aço em locais parcialmente abrigados no ar úmido contendo óxidos de enxofre, que formam o ácido sulfúrico, é aparentemente acelerada em uma sequência de reações que se auto perpetuam. O ácido ataca o aço, produzindo sulfato de ferro que é retido na ferrugem úmida e hidrolisa para formar mais ácido sulfúrico e óxido de ferro, catalisando o processo de oxidação (HAYRTON 2021).

A classificação da atmosfera em categorias de corrosividade é obtida através da caracterização da tipo de atmosfera presente a partir se seus dados atmosféricos , ou seja seria o tempo de exposição da superfície úmida e se a contaminação ou por meio de medidas de taxas de corrosão de metais-padrão, conforme a figura abaixo.

Figura 20 - Esquema com a classificação geral da corrosividade de atmosferas



Fonte: ABNT (2021)

Em atmosferas marinhas, no litoral e próximo dele, a deposição de borrifos de água salgada é o aspecto mais corrosivo da exposição atmosférica marinha. A taxa de ataque aos metais expostos varia amplamente, dependendo da distância do mar, da direção do vento predominante, da umidade relativa e das flutuações de temperatura que podem produzir condensação. A alta condutividade da umidade, que contém sal dissolvido, acelera a corrosão em frestas e corrosão galvânica, tornando o uso de selantes obrigatório nas juntas e o uso de boas práticas de sistemas de metal único. O latão sofre perda de zinco muito rápida, a menos que seja ligado com pequenas quantidades de arsênio, antimônio ou fósforo em graus inibidos. O cobre-níquel e o titânio têm um bom desempenho em ambientes marinhos, mas a maioria dos metais sofre corrosão severa, a menos que seja protegido por revestimentos orgânicos (HAYRTON 2021).

O intervalo de tempo em que a umidade relativa de $UR > 80\%$ e a temperatura $T > 0$ °C é usado para estimar o tempo de superfície úmida (τ), calculado da superfície sofrendo ataque.

Tabela 1 - Classificação em termos de tempo de superfície úmida

CATEGORIA	TEMPO/ UMIDADE		EXEMPLOS
	horas/ ano	%	
t1	≤ 10	$\leq 0,1$	Microclima interno com controle climático
t2	$10 < \tau \leq 250$	$0,1 < \tau \leq 3$	Microclimas internos com controle climático, exceto para espaços internos sem ar condicionado em climas úmidos
t3	$250 < \tau \leq 2500$	$3 < \tau \leq 30$	Atmosferas externas em climas secos, frios e alguns temperados, galpões adequadamente ventilados em climas temperados
t4	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$	Atmosferas externas em todos os climas, (exceto para os climas secos e frios), galpões ventilados em condições úmidas, galpões não ventilados em clima temperado
t5	$5500 < \tau$	$60 < \tau$	Alguns climas úmidos, galpões não ventilados em condições úmidas

Fonte: ABNT (2021)

2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A criação e desenvolvimento de produtos para empresas ou instituições está diretamente ligada a sua dinâmica, e para que o produto esteja adequado aos critérios são necessárias etapas de processo que não se limitam a meios físicos, mas análise de campo e modelos de processo de desenvolvimento de produto apresentado por alguns autores.

Modelo de Kotler e Armstrong: Para lançar produtos com sucesso, a empresa precisa conhecer seus consumidores, mercados e concorrentes. De acordo com Kotler e Armstrong (2007), oito estágios estão envolvidos no processo de desenvolvimento do produto. O propósito de cada estágio “é decidir se a ideia deve ser desenvolvida ou não”. Portanto, para o lançamento ser um sucesso, é muito importante que a pesquisa de mercado e as decisões sejam bem elaboradas em cada etapa do processo.

Figura 21 - Modelo de desenvolvimento de produtos Kotler e Armstrong



Fonte: Kotler e Armstrong (2007).

- **Geração de ideias:** há várias fontes de ideias para desenvolver produtos. Para Kotler e Armstrong (2007), as necessidades e intenções dos consumidores são fontes iniciais para buscar novas ideias. Os engenheiros, administradores, pessoas do comercial e outros funcionários também podem colaborar para a geração de ideias. As empresas podem procurar novas ideias examinando os produtos dos 18 concorrentes e analisando as perguntas e reclamações de seus clientes externos. Portanto, sua estratégia competitiva pode ser uma imitação ou o melhoramento do produto. De acordo com Kotler e Armstrong (2007), essas ideias podem vir de fontes internas e externas para a empresa. Fontes internas são: área técnica, de pesquisa, comercial, equipe de desenvolvimento e sugestões dos funcionários. Fontes externas são: consumidores, revendedores, concorrência, institutos e centros de pesquisa e desenvolvimento.
- **Seleção de ideias:** Selecionar as melhores ideias e descartar as mais fracas, assim a empresa dá continuidade ao processo, bem como faz a adequação das necessidades manifestadas pelo consumidor (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).

- Desenvolvimento do conceito: descobrir o que o cliente quer realmente com o produto. Teste do conceito: testar os novos produtos com o público alvo (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).
- Desenvolvimento da estratégia de marketing: Elaboração da estratégia para lançamento do produto no mercado consumidor (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).
- Análise do negócio: Envolve uma revisão das projeções das vendas, custos e lucros do novo produto para verificar se seus objetivos foram alcançados (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).
- Desenvolvimento do produto: Esta é a fase que transforma o conceito num novo produto a ser lançado no mercado, ou seja, o projeto que estava somente no papel, ganha vida (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).
- Teste de marketing: O produto é apresentado ao mercado consumidor em condições normais de uso ou consumo, esse teste tem como objetivo obter a estimativa de vendas e avaliar a aceitação do produto (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).
- Comercialização: finalmente, o produto está pronto para ser comercializado no mercado. Essa fase consiste em padronizar o produto e o processo de produção e exige um maior investimento. Por isso, é importante que as decisões de quando, de onde, para quem e como será vendido já estejam consolidadas no momento de seu lançamento e introdução no mercado (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).

Modelo de Boone e Kurtz: O desenvolvimento para um produto no modelo Boone e Kurtz demanda muito tempo, além de ser caro para empresa tendo em vista que serão utilizadas outras técnicas para produzir algo que será bem sucedido. De acordo com Boone

Kurtz (2009), o lançamento de produtos terá sucesso se seguirem seis passos básicos, como mostra a Figura 3.

Figura 22- Modelo de desenvolvimento de produtos Boone e Kurtz



Fonte: Boone e Kurtz (2009).

Geração de ideias: As sugestões vêm dos consumidores, equipe de vendas, equipe de P&D, concorrentes, fornecedores (BOONE; KURTZ, 2009).

- Triagem: Separação das ideias com potencial comercial daquelas que não tem, também discutem as ideias de novos produtos entre as partes da organização (BOONE; KURTZ, 2009).
- Análise de viabilidade: Análise do que será gasto com o produto e seu retorno (BOONE; KURTZ, 2009).
- Desenvolvimento: Desenvolvimento do produto de acordo com as informações das etapas anteriores, elas passam por vários estágios antes do produto ser aprovado (BOONE; KURTZ, 2009).
- 20 Teste de marketing: Após a empresa desenvolver um protótipo, ela testa no mercado para medir as reações dos consumidores referentes ao produto. Se for bem aceito passa para a comercialização (BOONE; KURTZ, 2009).
- Comercialização: Estabelecimento de estratégias de marketing para lançar o produto para a equipe de vendas e para os possíveis consumidores (BOONE; KURTZ, 2009)

2.5 CÂMARA DE NÉVOA

Para a simulação da salinidade do mar, o método mais utilizado é o ensaio de Névoa Salina (Salt Spray). Materiais expostos em regiões marítimas estão sujeitos ao agravante da névoa proveniente do mar, composta por sais responsáveis por tornar a água um excelente

eletrólito. Isso facilita a corrosão das superfícies pois acelera os processos de oxirredução. Para simular em escala laboratorial a suspensão das gotículas existentes em uma atmosfera marítima é nebulizada dentro de uma câmara uma solução aquosa de cloreto de sódio, principal sal presente no mar. (CARLOS)

Um dos testes de corrosão mais difundidos e estabelecidos há muito tempo, um teste de névoa salina é um método que usa ambientes altamente salinos para medir a resistência à corrosão de uma ampla gama de produtos, tintas e revestimentos, por longos períodos de tempo.

Basicamente, uma câmara de teste de névoa salina em uma unidade fechada que pode ser ajustada para criar uma variedade de ambientes corrosivos. Durante o teste, as amostras são submetidas a uma concentração de sal especificada por um período de tempo especificado com base no tipo de produto, finalidade de uso ou padrões da indústria.

Tabela 2 - Características operacionais para os ensaios de névoa salina

ENSAIO	Névoa salina neutra	Névoa salina acética	Névoa salina cupro-acética
Temperatura	35 °C ± 2 °C	35 °C ± 2 °C	50 °C ± 2 °C
Quantidade de solução nebulizada coletada em uma área de 80 cm ²	1,0 mL/h a 2,0 mL/h		
Concentração do cloreto de sódio	50 g/L ± 5 g/L		
pH da solução	6,5 a 7,2	3,1 a 3,3	3,1 a 3,3

Fonte: BASS equipamentos

TESTE DE NÉVOA SALINA ACÉTICA

Também é um teste utilizado para revestimentos orgânicos e inorgânicos, mas particularmente aplicável para testar peças decorativas com níquel-cromo ou cobre-níquel-cromo e cádmio sobre o aço ou zinco. É um teste utilizado para avaliar a consistência da qualidade do produto.

NÉVOA SALINA CUPROACÉTICA

É um teste mais rápido utilizado principalmente para peças decorativas revestidas com cobre-níquel-cromo ou níquel-cromo. O teste também é aplicado em alumínio anodizado, cromado ou fosfatizado.

Em uma câmara típica de teste de névoa salina, uma solução padronizada de 5% de NaCl (cloreto de sódio) é usada para criar uma atmosfera altamente corrosiva. Para produtos com requisitos adicionais, às condições ambientais, como temperatura e umidade, podem ser ajustadas para simular climas ou condições de trabalho específicas.

Além de ser usada para prever a resistência à corrosão de um revestimento, uma Câmara de Névoa Salina também pode ser usada para manter processos de revestimento, como pré-tratamento e pintura, galvanoplastia, galvanização e similares, em uma base comparativa. Por exemplo, componentes pré-tratados e pintados devem passar por 96 horas de teste de névoa salina neutra para serem aceitos para produção. O não cumprimento implica instabilidade no processo químico do pré-tratamento ou na qualidade da tinta. Isso deve ser resolvido imediatamente, para que os próximos lotes tenham a qualidade desejada.

A principal aplicação do teste de névoa salina é permitir comparações rápidas entre a resistência à corrosão real e esperada. Mais comumente, o tempo necessário para que os óxidos apareçam nas amostras em teste é comparado às expectativas, para determinar se o teste foi aprovado ou reprovado. Por esta razão, a câmara de névoa salina é mais frequentemente usada em auditorias de controle de qualidade. Ela pode ser implantada para verificar a eficácia de um processo de produção, como o revestimento da superfície de uma peça metálica. Para prever como os materiais ou revestimentos de superfície resistirão à corrosão no mundo real, uma câmara de teste de corrosão cíclica é mais adequada.

2.6 PROJETO, CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO

Protótipo é um modelo inicial de um produto que está em fase de desenvolvimento e testes, o protótipo não precisa ser tão completo se você quer testar apenas uma funcionalidade

desta aplicação. São os testes que vão ocorrer em cima dessa versão que vão definir o que está pronto, o que precisa sair e o que precisa de ajustes. (FERREIRA,2024)

- Pearrow (2000) afirma que um protótipo é um modelo semi-funcional do produto final. Usar uma versão parcialmente finalizada do produto é uma maneira comum de realizar testes de usabilidade já nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto.
- Rubin (1994) afirma que ao desenvolver um protótipo não se faz necessário representar toda a funcionalidade do produto. Pelo contrário, somente deve ser representada a funcionalidade que atenda aos objetivos do teste ou da avaliação.
- Dumas e Redish (1994) fazem distinção entre dois tipos de protótipo, baseado nos recursos utilizados para desenvolvê-los. O primeiro tipo comporta os protótipos estáticos, feitos em papel, enquanto o segundo tipo se refere aos protótipos interativos, desenvolvidos com aplicativos específicos.

O processo de desenvolvimento de um protótipo é uma etapa fundamental na criação de produtos e serviços inovadores. Ele se inicia com a definição de uma ideia ou conceito, seguido de uma pesquisa e análise de mercado para entender as necessidades e expectativas dos usuários. A partir dessas informações, é desenvolvido um conceito claro e conciso do protótipo, incluindo suas características e funcionalidades. Em seguida, é realizada a construção do protótipo, que envolve a seleção de materiais e a utilização de técnicas e ferramentas adequadas. Esse processo é iterativo, e o protótipo pode passar por várias etapas de refinamento e melhoria até que atenda aos padrões desejados.

O desenvolvimento de um protótipo é uma etapa crucial na criação de produtos e serviços inovadores, pois permite a validação de ideias e a identificação de oportunidades de melhoria antes da produção em larga escala.

3. METODOLOGIA

Esse trabalho foi feito com o objetivo de construir um protótipo de Câmara de Névoa Comum para o estudo das formas de corrosão. Para isso, adotou-se, inicialmente, uma abordagem teórica e construtiva, começando com pesquisas sobre corrosão, microclima e a construção da câmara para, posteriormente, adotarmos uma abordagem experimental.

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados na construção da câmara:

1 Bomba - Motobomba Submersa	adquirida por compra
2 Ventiladores	disponibilizados pelo Campus
1 Bandeja adquiridas por compra	adquirida por compra
1 Cortina	disponibilizada pelo Campus
4 Tubos de aço galvanizado	disponibilizados pelo Campus
2 Chapas de aço	disponibilizadas pelo Campus
1 Canaletas de aço	disponibilizadas pelo Campus
1 Higrômetros - Termo-higrômetro Digital	adquiridos por compra
Abraçadeiras	adquirido por compra
Fonte de 12V de notebook	disponibilizado pelo Campus
Fios 2,5 , 1,5 , 0,75	disponibilizado pelo Campus
1 Lâmpada UV	disponibilizada pelo Campus
1 Lâmpada LED	disponibilizada pelo Campus
Tomadas e extensões Disjuntor	obtido pelos discentes
Fio de arame galvanizado	disponibilizado pelo Campus
Mangueira branca e cristal	disponibilizado pelo Campus
Cola de silicone	adquirido por compra
1 Plug tampão com rosca	adquirido por compra
1 Bucha de redução	obtido pelos discentes
Adesivo plástico para tubos e conexões	disponibilizado pelo Campus
Tinta Esmalte Sintético Martelado Azul Real	disponibilizado pelo Campus
1 Rolo de lã	adquirido por compra
1 Pincel	disponibilizado pelo Campus

A primeira etapa, foi a montagem da carcaça da câmara. Começando com a solda de tubos galvanizados com 4cm de diâmetro, que serviram como apoios/pés para a câmara.

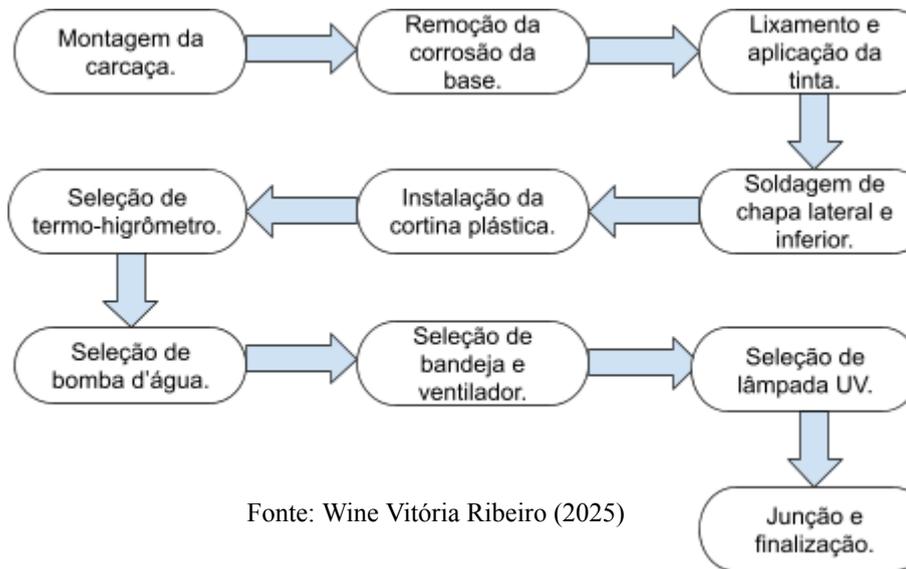
A segunda etapa da construção da câmara consistiu no tratamento da superfície para remover a corrosão da base, protegendo tanto a parte interna quanto a externa. Esse processo foi dividido em duas partes: na primeira, com auxílio de um técnico, as laterais foram aquecidas com um maçarico oxi combustível para facilitar a remoção da corrosão, usando apenas oxigênio e uma ignição com isqueiro comum. Na segunda parte, realizou-se o lixamento da superfície utilizando uma esmerilhadeira com uma escova de aço circular, eliminando os resíduos restantes de corrosão.

A terceira etapa consistiu no processo de pintura. Após o lixamento da carcaça, os resíduos foram removidos com solvente, antes da aplicação da tinta martelada em toda a câmara. Em seguida, foi soldada uma chapa lateral para suporte dos equipamentos, além de uma chapa inferior para sustentar a bandeja central da câmara. Ambas as chapas também foram pintadas para proteção contra corrosão.

A quarta etapa envolveu a instalação do plástico nas paredes internas da câmara. Utilizou-se uma cortina de plástico fosca na cor vermelha, fixada com fio de aço galvanizado que também serviu de sustentação, moldado conforme as medidas da câmara.

A quinta etapa envolveu a seleção dos equipamentos mais adequados ao projeto. Foram escolhidos: um termo-higrômetro digital, um instrumento que mede simultaneamente a temperatura e a umidade relativa do ar, exibindo as leituras em um visor digital; a bomba de aquário modelo SB1000 A com vazão de 1000 L/h para movimentar o fluido; uma bandeja com dreno para armazenar o fluido; um ventilador de 12V para ventilação interna; e uma lâmpada UV para fornecer calor e radiação ultravioleta sobre os corpos de prova durante os testes.

Por fim, as próximas etapas consistem na junção e finalização do protótipo para assim, colocarmos em prática o seu funcionamento e analisar se ele executa sua função.

Tabela 3 -fluxograma sistemático sobre o processo de construção

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DA CÂMARA

Como foi citado anteriormente, a primeira etapa do processo consistiu na montagem da carcaça do protótipo da câmara.

Figura 23 - Carcaça antes da soldagem dos pés



Fonte: Thales Santos (2025)

Para a construção da câmara foi disponibilizado pelo campus uma caixa de aço com c, apresentado na figura 23, esta é a parte principal da câmara, no qual ficará a estrutura interna que servirá como estufa.

Figura 24 - Carcaça depois da soldagem do tubo de aço galvanizado

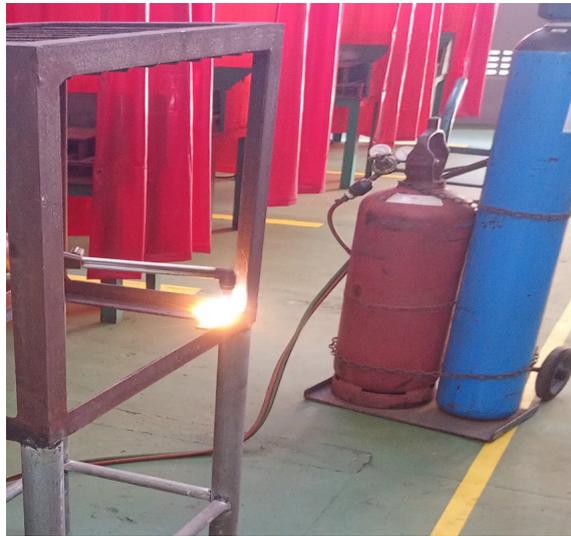


Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

A figura 24, mostra o resultado após a solda dos tubos galvanizados que serviram como apoio da carcaça para garantir a sustentação do protótipo.

A segunda etapa para construção do protótipo da câmara é o tratamento da superfície para remoção da camada de corrosão da base da câmara protegendo a parte interna da atividade que será realizada e externa da corrosão, o tratamento foi dividido em duas partes: a primeira com ajuda de um técnico foi aquecido a laterais com um maçarico de aquecimento para oxicombustível com sistema de mistura dos gases no bico, no intuito de uma melhor remoção da camada de corrosão, neste caso só foi utilizado um cilindro de oxigênio e com uma ignição externa de um isqueiro comum para produzir a chama agora na segunda parte foi realizado o lixamento da superfície com (espaço para o equipamento), utilizando uma escova de aço circular removendo a camada de corrosão.

Figura 25 - Aquecendo as laterais da carcaça



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

A figura 25, mostra a carcaça da câmara sendo aquecida com o maçarico de aquecimento, o que facilita na remoção da corrosão realizada posteriormente.

Figura 26 - Especificações técnicas do cilindro de oxigênio



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

A figura 26, apresenta um tabela com especificações técnicas do cilindro, contendo instruções de segurança e manuseio, além de características do gás contido, validade e conformidade.

Figura 27 - Especificações de prevenção do cilindro de oxigênio



Fonte: Thales Santos (2025)

A figura 27, apresenta especificações técnicas do cilindro contendo instruções de prevenção com o gás oxidante e cuidados.

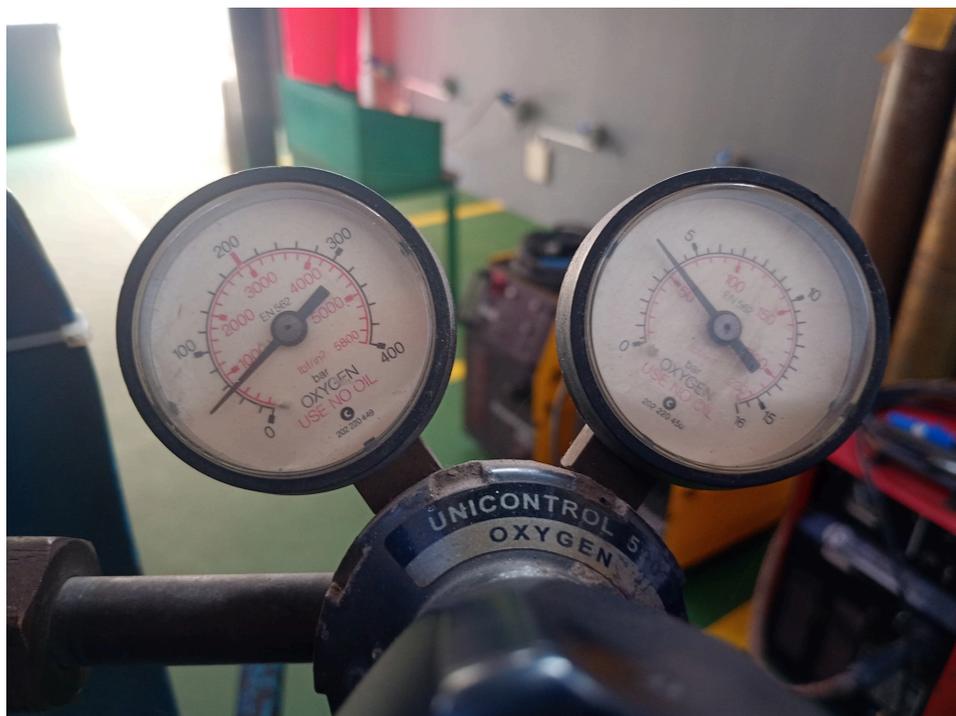
Figura 28 - Especificações da válvula de admissão do cilindro de oxigênio



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

A figura 28, apresenta uma etiqueta com especificações técnicas da válvula de admissão contendo instruções de segurança e manuseio para o operador.

Figura 29 - Manômetro do cilindro de oxigênio



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

A figura acima, mostra o manômetro que serve para fornecer leituras precisas da pressão do gás no cilindro, permitindo um monitoramento preciso do suprimento de oxigênio.

Figura 30 - Lixando a carcaça



Fonte: Thales Santos (2025)

O passo presente na figura 30, é o processo de lixamento da carcaça, importante para a retirada da camada de corrosão e para oferecer uma aderência maior à tinta. E abaixo, na figura 31, temos a escova de aço circular utilizada no lixamento da carcaça.

Figura 31 - Escova de aço circular



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

Figura 32 - Solvente limpador/removedor



Fonte: Thales Santos (2025)

O produto mostrado na figura 32, é o solvente utilizado para a remoção de resíduos de tinta ou ferrugem que sobrou depois do lixamento.

A terceira etapa é processo de pintura, depois de lixar a carcaça podemos encontrar resíduos deste processo então antes da aplicação da tinta martelada foi removido este resíduos com o solvente e depois a aplicação da tinta em toda câmara, logo após isso foi soldada uma chapa lateral com 75 cm de comprimento, 4,5 cm de largura, 4,5 de altura e com a espessura de 0,5 cm, como um suporte para os equipamentos que serão colocados além de uma chapa na parte inferior da câmara com 57 de comprimento, 3cm de largura e com a espessura de 0,5 cm no intuito de dar suporte a bandeja localizada no meio da câmara, estas chapas foram pintadas também para protegê las da corrosão.

Figura 33 - Pintura da Carcaça com os apoios



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

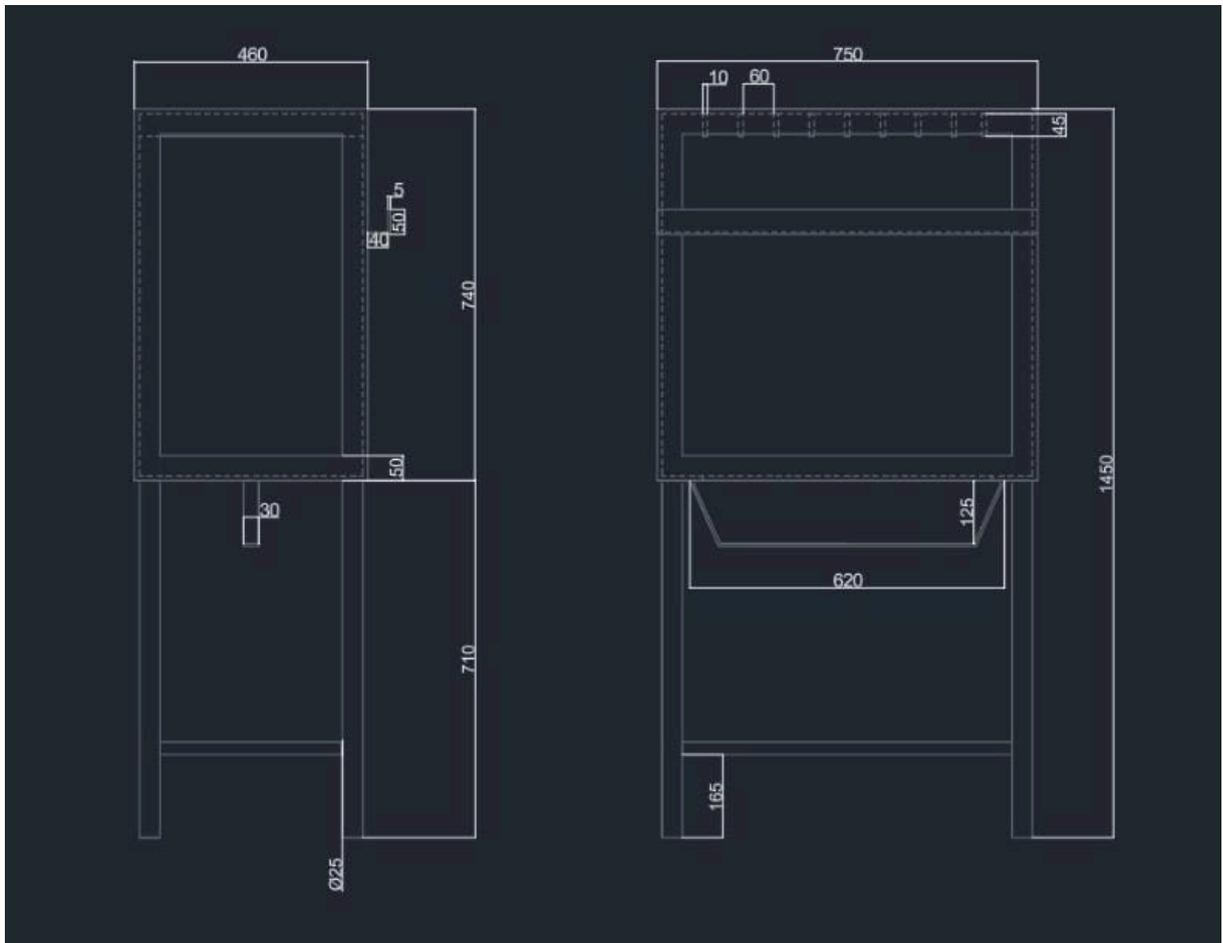
A figura 33, mostra o processo da pintura da câmara, uma parte importante esteticamente e estruturalmente pois a pintura dá à câmara um certo nível de proteção da corrosão.

Figura 34 - Tinta Esmalte



Fonte: Thales Santos (2025)

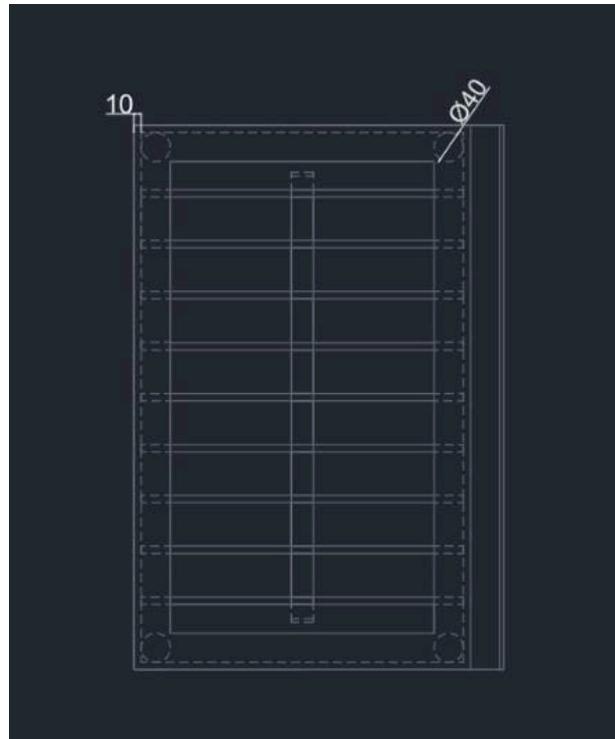
Tinta utilizada na câmara para proteção e melhor visualização estética. Essa tinta/esmalte também foi utilizado nos corpos de prova para estudo da proteção anticorrosiva.

Figura 35 - Vista frontal e lateral esquerda

Fonte: Thales Santos (2025)

A figura 35, demonstra o desenho técnico das laterais da carcaça da câmara de Névoa, enquanto a figura 36 mostra a vista superior, ou seja, a parte de cima da câmara, ambas juntamente às suas medidas.

Figura 36 - Vista superior.



Fonte: Thales Santos (2025)

A quarta etapa consiste no alojamento do plástico na parte interna para obtenção das paredes da câmara, utilizando uma cortina de plástico vermelha fosca. Ela foi acoplada com um fio de aço galvanizado, foi modelado as medidas da câmara e serviu de sustentação da cortina.

Figura 37 e 38 - Vista da porta de acesso com o plástico



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

As figuras 37 e 38 mostram a câmara com o revestimento interno de plástico. Como visto, o plástico serve como as paredes da câmara. A figura 39 abaixo, mostra a modelagem do fio de aço para utilizarmos como firmador, de modo que o plástico fique do revestindo internamente a câmara.

Figura 39 - Modelagem do fio galvanizado



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

A quinta etapa consistiu na análise e procura de equipamentos que melhor se adequem com as necessidades do projeto, dentre os equipamentos temos: o termo higrômetro, aparelho no qual podemos analisar a umidade relativa do ambiente e de dentro da câmara além de temperatura e tempo, a bomba de aquário, responsável por direcionar o fluido da câmara para o local de onde ocorrerá a deposição do fluido, o modelo SB1000 A que escolhemos tem uma vazão correspondente a cerca de 1000 L/h, a bandeja responsável por armazenar o fluido além ter acoplado a bandeja um dreno, o ventilador de 12v responsável por ventilar a câmara e a lâmpada UV responsável de emitir calor e raio uv sobre os corpos de prova quando a câmara estiver em funcionamento.

Figura 40 - Termo - higrômetros



Fonte: Thales Santos (2025)

Na figura 40, está a imagem dos termo-higrômetros utilizados para o estudo.

Especificações dos Termos Higrômetros:

- Escala de medição: -10°C até 50°C (-14°F até 122°F).
- Precisão de medida: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (1.8°F).
- Resolução de temperatura: $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ($0,2^{\circ}\text{F}$).
- Faixa de medição de umidade: 10% a 99% RH.
- Precisão de umidade: $\pm 5\%$ RH.
- Resolução de umidade: 1%.
- Unidade de temperatura em $^{\circ}\text{C}$ e $^{\circ}\text{F}$.
- Memória de temperatura máxima, mínima e umidade.
- Relógio, despertador e data.
- Aviso de horas.
- Alimentação: 01 pilha AAA 1.5V.
- Dimensões aprox. do produto: 10,3 x 9,4 x 2,4 cm.

Figura 41 - Especificações da bomba de aquário



Fonte: Thales Santos (2025)

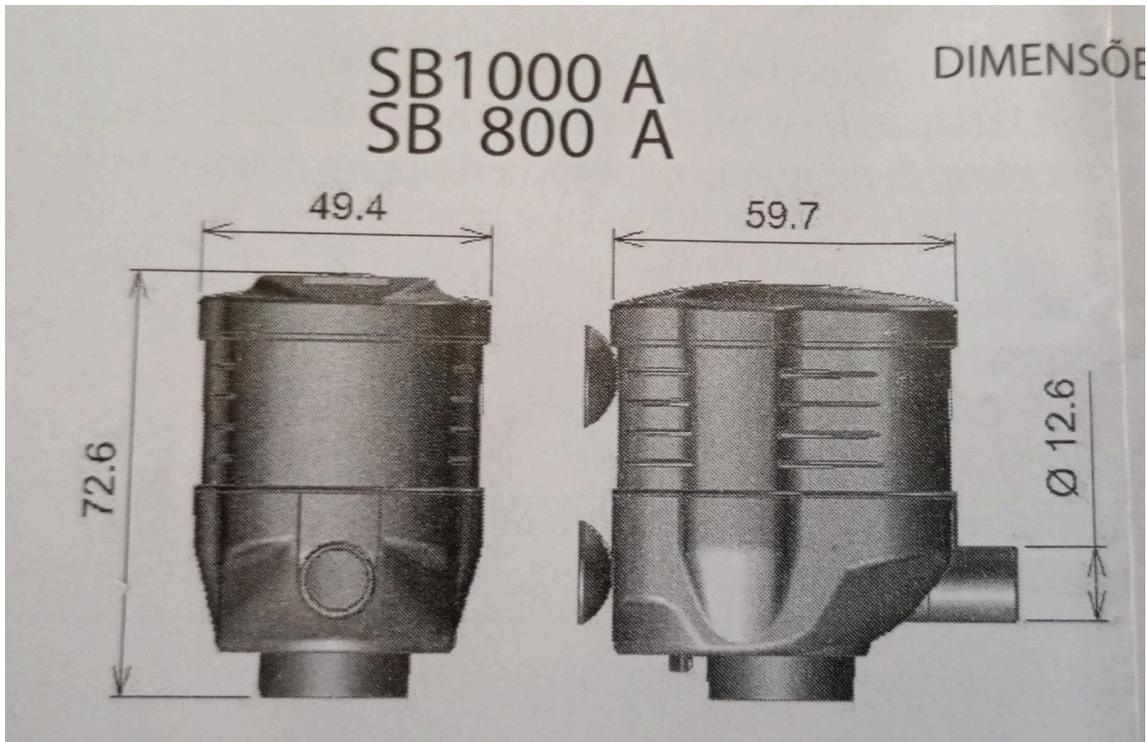
A figura 41 é uma imagem da bomba de aquário citada, mostrando algumas das principais especificações dessa peça em específico, assim como a imagem seguinte (Tabela 3) que mostra as especificações do aparelho, a depender do modelo utilizado.

Tabela 4- Especificação detalhada da bomba de aquário

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS					
MODELO	Hz	W	Q max	Q mín	H max
SB 800 - 127V	60	12	800 L/h	300 L/h	1,7 mca
SB 800 - 220V					
SB 1000 - 127V	60	15	1000 L/h	400 L/h	2,0 mca
SB 1000 - 220V					

Fonte: SARLO BETTER

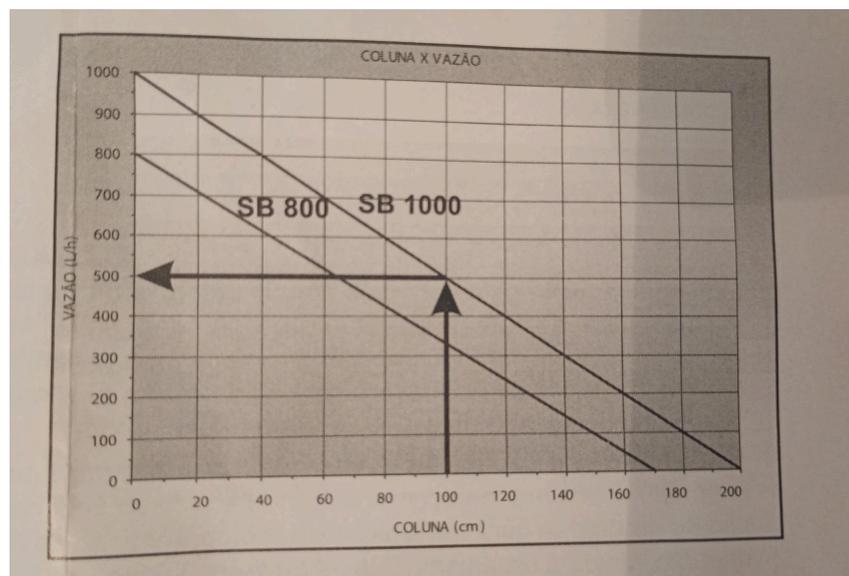
Figura 42 - Vista frontal e lateral direita da bomba de aquário



Fonte: SARLO BETTER

A Figura 42, além de mostrar as dimensões da bomba, é um desenho realista, mostrando as vistas frontal e lateral da bomba.

Figura 43 - Gráfico da relação coluna/vazão da bomba de aquário

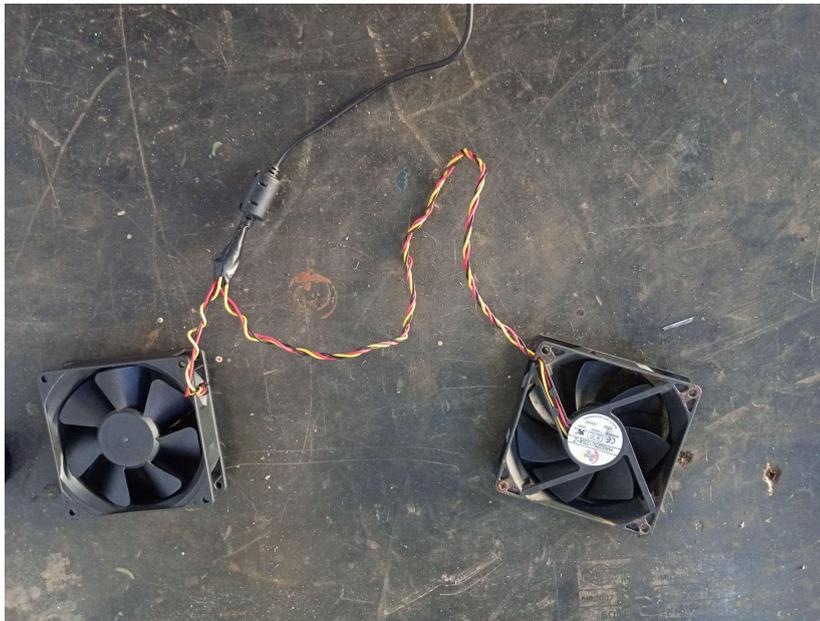


Fonte: SARLO BETTER

Na figura 43, é mostrado um gráfico de relação entre "Coluna" (altura em cm) e Vazão (fluxo de água em L/h) para dois modelos de bombas de aquário: SB 800 e SB 1000. O eixo horizontal (X) representa a altura da coluna de água em centímetros. O eixo vertical (Y) representa a vazão em litros por hora.

Para determinar qual será a vazão de água em determinada altura, basta traçar uma reta vertical do valor da coluna de água desejada até cruzar a curva do gráfico. A partir deste ponto, trace nova reta horizontal até encontrar o valor da vazão. Podemos observar no caso da figura acima uma relação, como foi citada, do modelo utilizado na câmara em que para uma coluna de 100 cm a vazão correspondente é cerca de 500 L/h.

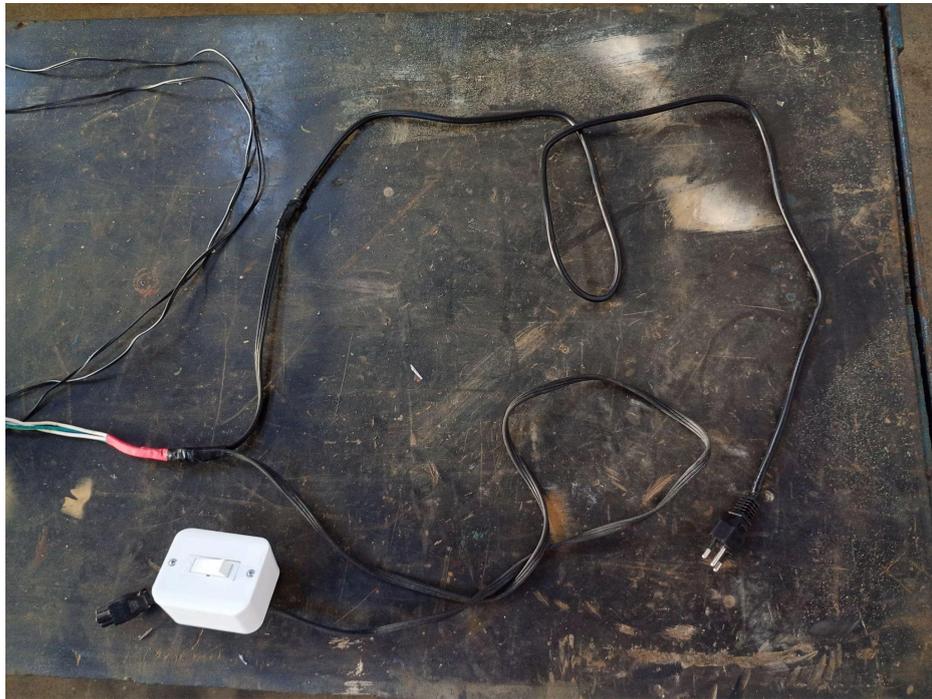
Figura 44 - Ventiladores



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

A figura 44 mostra as ventoinhas/ ventiladores, que estarão fazendo parte da ventilação da câmara de névoa. A figura 45 mostra uma divisão da parte elétrica, na qual está visível o plug de tomada e o interruptor utilizado. Essa parte do circuito está conectada com uma outra que será citada mais a frente.

Figura 45 - Parte elétrica com o interruptor, o conector e o plug de tomada.



Fonte: Thales Santos (2025)

Figura 46 - Interruptor



Fonte: Thales Santos (2025)

Vemos na figura 46, o interruptor responsável por ligar e desligar os ventiladores. Nas figuras 47 e 48 vemos o conector tipo Mickey Mouse, ligado ao interruptor, que conectado a entrada tripolar, fecha o circuito para a conexão dos ventiladores.

Figura 47 e 48 - Conector de cabo de força para notebook



Fonte: Thales Santos (2025)

Figura 49 e 50 - Fonte de carregador de notebook e suas especificações



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

As figuras 49, 50 e 51 mostram a fonte do carregador de notebook utilizada no experimento como componente da parte elétrica. Na 49, é mostrada a fonte, na 50, é mostrado as suas especificações e na 51, a sua entrada tripolar para o conector do tipo Mickey Mouse.

Figura 51 - Entrada tripolar da fonte



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

Figura 52 - Parte elétrica com a tomada e os bocais das lâmpadas



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

A figura 52 mostra a outra divisão da parte elétrica, no qual é visto os bocais para as lâmpadas e a tomada para a bomba. Na figura 53, vemos a parte frontal da tomada, onde será encaixado o plug da bomba, assim terminando todo o circuito elétrico.

Figura 53 - Tomada para 3 pinos



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

Figura 54, 55 - Ventiladores instalados na câmara



Fonte: Wine Vitória Ribeiro (2025)

Figura 56- Ventiladores instalados na câmara



Fonte: Ana Clara Macedo (2025)

As figuras 54, 55 e 56 mostram, de diversas posições, a forma que os ventiladores foram instalados. A figura 54 mostra o ventilador instalado no teto da câmara, visto por cima. A figura 55 mostra o ventilador instalado lateralmente, visto de fora da câmara. Por fim, a figura 56 mostra ambos os dois ventiladores instalados, pela visão de dentro da câmara.

Figura 57 - Bandeja para apoio dos corpos de prova



Fonte:Thales Santos (2025)

Na figura 57, é exibido o apoio dos corpos de prova. Ele é constituído por uma bandeja quadriculada e dois cabides, que servirá para pendura-lo na câmara.

Figura 58 - Bandeja com dreno



Fonte:Thales Santos (2025)

Na figura 58, em uma bandeja de 20 litros, foi acoplado um plug rosqueado que serve de dreno com o intuito de ao fim dos testes da câmara a solução (no caso a água) possa ser trocada com facilidade.

Figura 59 -Bomba de aquário com mangueira



Fonte:Thales Santos (2025)

Na figura 59, para realizar os testes, a bomba de aquário foi conectada a uma mangueira com pequenas perfurações em pontos diferentes, nas quais borrifaram em pontos diferentes da câmara. Em alguns testes foram enrolados panos sob as perfurações com o intuito de aumentar a área de contato.

Figura 60 - Medição do Termo - Higrômetro dentro da câmara



Fonte:Thales Santos (2025)

Figura 61 - Medição do Termo - Higrômetro dentro após 20min da câmara



Fonte:Thales Santos (2025)

Por fim, com a finalização do protótipo da câmara são realizados testes nas figuras 60 e 61 com os termo higrômetros com o intuito de avaliar se o protótipo atendia a sua funcionalidade, o intuito do estudo apresentado é a correlação do microclima com a corrosão por meio de um aparelho que possa reproduzir um ambiente com um taxa de umidade relativa alta. Para avaliar colocamos os medidores dentro da câmara ligamos e esperamos por cerca de 20 minutos, a taxa de umidade relativa aumenta de 80% para 88%, portanto, por estarmos trabalhando em regiões com clima tropical, como o Brasil, é comum que a umidade relativa se apresente alta durante grande parte do ano. Nestes casos, valores acima de 80% podem ser indicativos de um ambiente úmido e propenso a chuvas, embora não garantam que a chuva esteja caindo naquele momento. Podemos afirmar que objeto de estudo para pesquisas sobre corrosão no ambiente acadêmico atende aos requisitos de sua funcionalidade.

4.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

Com a finalização do protótipo e os primeiros testes bem-sucedidos, este projeto abre espaço para que, no futuro, outras pessoas possam continuar desenvolvendo e aperfeiçoando a câmara de névoa. As ideias a seguir servem como sugestões para quem tiver interesse em dar continuidade a esse trabalho.

Uma possível melhoria é a instalação de um sistema automatizado, usando controladores simples como Arduino. Isso permitiria que a temperatura e a umidade fossem ajustadas automaticamente, deixando os testes mais precisos e fáceis de repetir.

Também seria interessante criar um banco de dados para guardar os resultados obtidos nos testes. Com isso, seria possível acompanhar a evolução dos materiais ao longo do tempo, comparar diferentes experimentos e organizar melhor as informações para futuras pesquisas.

Outra ideia é adaptar a câmara para simular diferentes ambientes corrosivos, como locais com poluição, maresia ou presença de substâncias químicas. Essa adaptação aumentaria muito a utilidade do equipamento, permitindo que ele seja usado em diversos tipos de estudo. Além disso, futuros pesquisadores podem testar novos materiais na câmara, como ligas metálicas modernas, plásticos industriais ou materiais usados em áreas como saúde, agricultura ou construção civil.

Por fim, recomenda-se buscar parcerias com outras escolas, universidades ou até empresas interessadas no tema da corrosão. Essas parcerias podem ajudar a validar o projeto, gerar novas ideias e possibilitar o uso da câmara em diferentes contextos, tanto acadêmicos quanto profissionais.

5. CONCLUSÃO

Os vários tipos de ensaios de simulação climáticas possibilitam o aperfeiçoamento das formas de avaliação de um material e seu devido desempenho. Testar e avaliar permite controlar a durabilidade, a qualidade, e, indiretamente, os custos das equipagens. A vasta quantidade de testes e suas combinações possibilitam encontrar o melhor caminho para a previsão do desempenho de tintas no papel de proteção à exposição de um material com o meio. Desta forma, estes testes são de grande importância na busca contínua por melhorias de tratamentos das degradações presentes e na economia com gastos futuros.

Sob esse viés, o seguinte trabalho uniu a problemática das corrosões encontradas no Instituto Federal da Bahia (IFBA), com o microclima efetivo, buscando examinar a melhor rota para a realização dos ensaios com aspectos como a umidade e a temperatura similares aos do clima local. O protótipo da câmara de névoa construída realizará tais testes e apresentará como resultado uma corrosão de modo a ser analisada conforme o ambiente e o material ferroso ao qual ela estará inserida, derivando em maior segurança e declínio significativo de danos estruturais em um curto período de tempo, visto a diferença de tempo entre a obtenção de resultados efetivos com a exposição natural e a exposição artificial desses materiais ao ambiente corrosivo.

Futuramente, além de ser utilizado como material didático para os discentes da instituição e como equipamento capaz de realizar manutenções preditivas, o protótipo continuará a disposição de futuras pesquisas científicas, como Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), voltados ao seu aperfeiçoamento, e pedagógicas, a fim do aprimoramento dos ensinamentos passados em sala de aula, de forma prática, efetiva e subjetiva, considerando a baixa presença desse modelo de amostra nas instituições de ensino técnico.

Portanto, conclui-se que, o trabalho acadêmico juntamente com a câmara confeccionada, possuem de veras notoriedade, visto a importância da situação problema no curso de formação dos discentes e na utilização futura desta dissertação, uma vez analisado suas contribuições, que resultou em um dispositivo eficaz e moderno.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. L. R. DE; SILVA, N. S. S. DA. 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. repositorio.uema.br, 27 jun. 2019. Acesso em: 15 fev. 2025

Corrosão por placas: como evitar e reparar este problema? Disponível em: <<https://www.sulcromo.com.br/blog/corrosao-por-placas-como-evitar-e-reparar-este-problema/>>. Acesso em: 3 mar. 2025.

Corrosão: a classificação da agressividade atmosférica a metais. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2021/06/07/corrosao-a-classificacao-da-agressividade-e-atmosferica-a-metais/>>. Acesso em: 10 mar. 2025.

DE, M. Aula 2- Meios de Corrosão - Ciência de Materiais. Disponível em: <<https://images.app.goo.gl/dxPL6cujJn6cAqvq6>>. Acesso em: 3 mar. 2025.

DE, T. Tipos de corrosão - Ciência de Materiais. www.google.com, 2024. Acesso em: 3 mar. 2025.

DA LUZ, D. V. D. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1258/1/2016DeboraVeronicaDinizdaLuz.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2025.

DE BUSCA, E. C. A. OS P. P. O. D. DO P. DA I. DE B. O.-S. P. D. UM P. Q. R. O. C. DA N. E. DA E. E. A. DO C. DAS I. et al. Desenvolvimento do Protótipo. Disponível em: <https://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0313143_06_cap_10.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Entenda o que é protótipo e seus usos nos times de Produto e Design. Disponível em: <<https://blog.somostera.com/ux-design/o-que-e-prototipo>>. Acesso em: 10 mar. 2025

3 FORMAS DE CORROSÃO. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/20714/20714_4.PDF>. Acesso em: 10 mar. 2025

FERREIRA, D. PREVENÇÃO AO SURGIMENTO DE CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE AÇO. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/PREVENCAO_AO_SURGIMENTO_DE_CORROSAO_EM ESTRUTURAS DE ACO.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GENTIL, Vicente. Corrosão. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. xv, 341 p.+ 1 CD-ROM ISBN 85-216-1341-5.

SIQUEIRA, E.; GOUVÊA, R. FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS EFEITO DO PROCESSAMENTO MECÂNICO NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DA

SUPERLIGA INCONEL ® X-750 PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA PETROLÍFERA VOLTA REDONDA 2017. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://sites.unifoa.edu.br/portal_ensino/mestrado/memat/arquivos/dissertacao/eduardo-gouveia.pdf>. Acesso em: 10 mar 2025

HAYRTON RODRIGUES DO PRADO FILHO, CORROSÃO: A CLASSIFICAÇÃO DA AGRESSIVIDADE ATMOSFÉRICA A METAIS. Disponível em:

<<https://qualidadeonline.wordpress.com/2021/06/07/corrosao-a-classificacao-da-agressividade-e-atmosferica-a-metais/>>

MALHOTRA, M. G. Accelerated Corrosion Testing using a Salt Spray Chamber. Disponível em:

<<https://www.prestogroup.com/blog/accelerated-corrosion-testing-using-a-salt-spray-chamber/>>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Névoa Salina (Salt Spray). Disponível em:

<<https://laboratorios-tork.com.br/servicos/intemperismo-e-corrosao/nevoa-salina-salt-spray/>>. Acesso em: 10 mar 2025

Névoa Salina (Salt Spray) - Laboratórios Tork. Disponível em:

<<https://share.google/bitFFMVMR5de93d8A>>. Acesso em 10 mar 2025

7 PROTÓTIPO FUNCIONAL. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11506/11506_8.PDF>. Acesso em: 10 mar. 2025.

25983 tcc ederson gean da luz eng. Disponível em:

<<https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-de-santa-maria/estudo-dos-materiais/25983-tcc-ederson-gean-da-luz-eng/24319094>>. Acesso em: 15 fev. 2025.