



## ESTUDO ACELERADO DE CORROSÃO EM CHAPAS METÁLICAS UTILIZANDO UMA CÂMERA DE NÉVOA SALINA

**Edvaldo Dias Simões  
Gregory Hornung Ruvieiro e Silva  
Lucas Mikchuk Balbino  
Marcelo Augusto Gonçalves Bardi**

### RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar um ensaio de degradação em diferentes tipos de chapas metálicas utilizadas na indústria de refrigeração, as chapas analisadas são: Zincada com tratamento superficial nanocerâmico e pintura a pó na cor branca, Zincada sem tratamento superficial e sem pintura e Inox 304 sem tratamento superficial e sem pintura. Para o ensaio as amostras foram submetidas por 400 horas em uma câmara de névoa salina.

**Palavras-chave:** câmara névoa salina; análise de degradação; solução salina; chapas metálicas.

### ABSTRACT

The objective of this article is to present a degradation test on different types of metal sheets used in the refrigeration industry. The sheets analyzed are zinc plated with nanoceramic surface treatment and white powder painting, zinc plated without surface treatment and without painting and stainless steel 304. For the test, the samples were submitted for 400 hours in a salt spray chamber.

**Keywords:** salt spray chamber; degradation analysis; saline solution; metal sheets.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de refrigeração desempenha um papel fundamental ao fornecer soluções de resfriamento e refrigeração para uma ampla gama de setores, incluindo alimentos, medicamentos, logística e indústrias químicas. Essa indústria é responsável pela fabricação de equipamentos como expositores refrigerados, câmaras frigoríficas e sistemas de geração de frio alimentar, garantindo a conservação adequada de produtos perecíveis, o armazenamento seguro de medicamentos e a manutenção de condições ideais para processos industriais sensíveis à temperatura. É crucial que para manter a qualidade dos equipamentos produzidos se tenha um rigoroso controle quanto a qualidade dos insumos utilizados nas linhas de produção, uma metodologia amplamente aplicada para garantir esta qualidade são as análises de corrosão realizadas nos materiais utilizados.

A corrosão promove a deterioração de materiais metálicos, causada por reações químicas e eletrônicas, o que pode comprometer a durabilidade e a eficiência dos sistemas de refrigeração, resultando em falhas e altos custos de manutenção. Portanto, a indústria investe em pesquisas e desenvolvimento de materiais resistentes à corrosão, bem como em rigorosos testes para garantir a qualidade e a longevidade dos equipamentos. Essas análises são essenciais para oferecer soluções confiáveis e duráveis, garantindo o desempenho ideal dos produtos produzidos (TRIDAPALLI, 2011).

Neste artigo iremos demonstrar um estudo acelerado de corrosão realizado em três chapas metálicas, as quais foram submetidas por 400 horas em uma câmara de névoa salina. Com os resultados esperamos demonstrar a degradação nas chapas estudadas, estimando assim a utilização adequada para cada tipo de chapa garantido o ideal desempenho em cada uma delas.

Claudia em sua dissertação submetida ao programa de Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, constatou que o teste de névoa salina em chapa de aço inox 304 é menos intensa que comparado aos ensaios cíclicos ou por imersão, porém apresentam mais aderência ao material base

**ARTIGO**

---

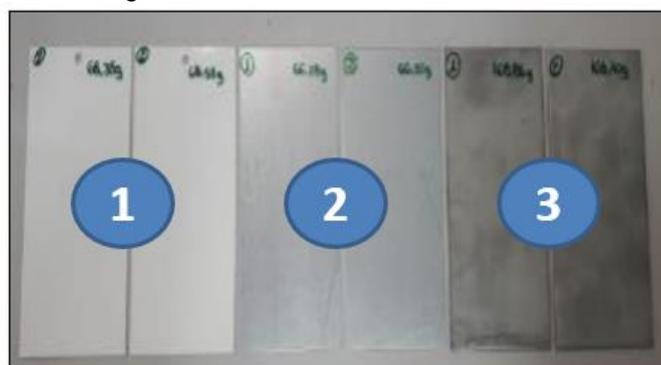
dificultando a limpeza das amostras, também observou que o aço inox 430 apresenta corrosão mais acentuada que o aço inox 304, uma das amostras de nossa base de estudos (TRIDAPALLI, 2011).

**2 DESENVOLVIMENTO**

Para este estudo foram utilizadas amostras planas e retangulares de 100 mm x 300 mm de dimensão, cada amostra terá 2 componentes que são:

- Amostra 1 – Chapa Zincada com espessura de 1,55 mm com tratamento superficial nanocerâmico e pintura a pó na cor branca;
- Amostra 2 – Chapa Zincada com espessura de 1,55mm sem pintura ou tratamento; e
- Amostra 3 – Chapa de Inox 304 com espessura de 1,98 mm sem pintura ou tratamento.

Figura 1- Amostras utilizadas no estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A chapa da amostra 1 é utilizada em peças e/ou equipamentos que estão submetidos a exposição do ambiente externo e visíveis ao cliente, desta forma além da resistência a corrosão necessita ter aparência.

Figura 2 - Aplicação da amostra 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A chapa da amostra 2 é utilizada em peças e/ou equipamentos que não estão submetidas ao ambiente externo.

Figura 3 - Aplicação da amostra 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A chapa da amostra 3 é utilizado em peças internas dos equipamentos que estão submetidos a exposição do ambiente externo, também podem estar submetidos a exposição em meios líquidos diversos, tais como: laticínios, sangue, água etc.

**ARTIGO**

Figura 4 - Aplicação da amostra 3.



Fonte: Eletrofrio Refrigeração (2023).

Antes de submeter as amostras ao estudo elas foram limpas com desengordurante e pesadas, conforme mostra a tabela 01.

Tabela 1- Amostras e suas respectivas pesagens.

AMOSTRA	COMPONENTE	PESO	FOTO
Amostra 01	Componente 01	68,35g	
Amostra 01	Componente 02	68,55g	
Amostra 02	Componente 01	66,18g	

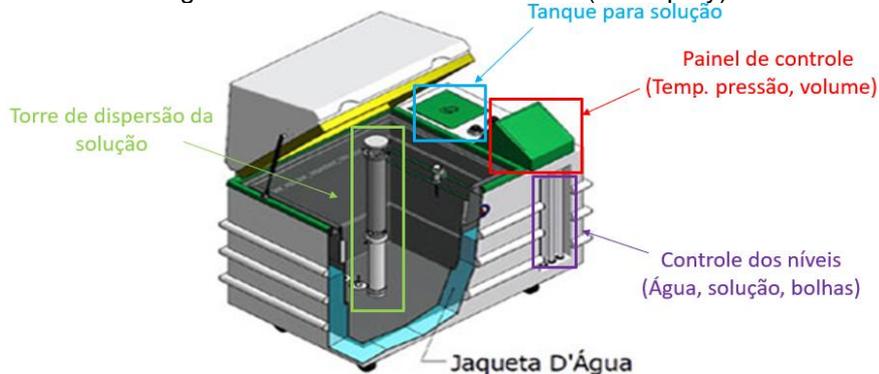
ARTIGO

Amostra 02	Componente 02	66,20g	
Amostra 03	Componente 01	168,86g	
Amostra 03	Componente 02	168,40g	

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para o teste acelerado de corrosão foi utilizado uma câmara de névoa salina (Salt-Spray), que é um equipamento gerador de atmosfera úmida, simulando em curto prazo de tempo o que aconteceria se a mesma atmosfera fosse exposta em intempérie real por um longo período. As amostras ficaram expostas por um período de 400 horas, que em condições atmosféricas normais representa de 3 a 4 anos.

Figura 5 - Câmara de Névoa Salina (Salt Spray).



Fonte: Equilam (2023).

**ARTIGO**

Figura 6 – Câmara de névoa salina utilizada.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 7- Disposição das peças dentro da câmara.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A solução utilizada na câmara para umidificar o ambiente foi a solução salina com 5% de cloreto de sódio para cada 1 litro de água, com o pH de 5,7 e temperatura média de 37,2 °C.

O teste foi acompanhado e periodicamente os dados foram verificados conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 - Planilha de controle da câmara de Salt Spray.

Data	Temp. da Câmara (°C)	Temp. do Saturador (°C)	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Solução Salina (%)	pH Solução Preparada	pH Solução Névoa coletada	OBS.:
10/10/2023	37,0	47,0	1,0	5,0	5,54	---	---
11/10/2023	36,0	47,0	1,0	5,0	---	---	---
12/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---
14/10/2023	36,0	47,0	1,0	5,0	5,20	---	---
16/10/2023	36,0	47,0	1,0	5,0	---	---	---
17/10/2023	35,7	47,0	1,0	5,0	---	---	---
18/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	5,70	6,56	---
19/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---
20/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---
21/10/2023	35,7	47,0	1,0	5,0	5,65	---	---
23/10/2023	36,2	47,0	1,0	5,0	---	---	---
24/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---
25/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---
26/10/2023	35,8	47,0	1,0	5,0	6,23	---	---
27/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	6,58	---
28/10/2023	35,8	47,0	1,0	5,0	6,09	---	---
30/10/2023	35,9	47,0	1,0	5,0	---	---	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

**ARTIGO**

Após 200 horas de ensaio as peças foram retiradas e avaliadas e pesadas, como mostra a tabela 3.

Tabela 3- Amostras após 200 horas de ensaio.

AMOSTRA	PESO	FOTO BALANÇA ANTES	FOTO AMOSTRA APÓS 200 HRS	FOTO DA AMOSTRA ANTES	FOTO DA AMOSTRA APÓS 200 HRS
Amostra 01	68,35g				
Amostra 02	66,20g				
Amostra 03	168,86g				

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Podemos observar que a amostra 01 ganhou peso, o que podemos constatar que houve absorção da umidade, em uma análise quantitativa não foi constatado acúmulo de líquido entre a pintura e a metal, o que podemos constatar uma absorção pelo próprio material utilizado para a proteção do metal. Não foi observado sinais de corrosão na peça.

Na amostra 2 observamos uma perda de material, também foi a única amostra que apresentou sinais de corrosão.

Na amostra 3 o peso se manteve e não apresentou sinais de corrosão.

**ARTIGO**

Após 400 horas o ensaio foi finalizado e mostramos na tabela 4 os resultados.

Tabela 4 - Resultado após 400 horas de ensaio.

AMOSTRA	PESO	FOTO BALANÇA ANTES	FOTO AMOSTRA APÓS 400 HRS	FOTO DA AMOSTRA ANTES	FOTO DA AMOSTRA APÓS 200 HRS
Amostra 01	68,35g				
Amostra 02	66,20g				
Amostra 03	168,86 g				

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Podemos observar que a amostra 01 ganhou peso com relação ao início, o que podemos constatar que houve absorção da umidade, porém em comparação com as 200 horas não houve alterações significativas, em uma análise quantitativa não foi constatado acúmulo de líquido entre a pintura e a metal, o que podemos constatar uma absorção pelo próprio material utilizado para a proteção do metal. Não foi observado sinais de corrosão na peça.

Na amostra 2 observamos uma perda de material, que ocorreu mais significativamente nas primeiras 200 horas de análise, também foi a única amostra

## ARTIGO

---

que apresentou sinais de corrosão, comparando entre as 200 horas e 400 horas de análise observamos um aumento significativo do processo de degradação pela corrosão.

Na amostra 3 o peso se manteve e não apresentou sinais de corrosão.

As normas técnicas utilizadas como referência para este estudo foram:

- DIN 50021 SS - Ensaio de corrosão em atmosfera salina;
- DIN EN 60068-2-52 - Ensaio de corrosão por poluição salina;
- DIN EN ISO 9227 - Ensaio de pulverização de sal; e
- DIN EN 60068-2-11 - Ensaio de corrosão por gases contendo enxofre.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo pudemos avaliar que ao utilizar uma chapa zincada sem pintura ou tratamento entre o período de 3 a 4 anos a peça poderá apresentar corrosão, o que dificulta a utilização deste tipo de material para nos equipamentos com maior exposição a ambientes degradantes, exemplo, ambientes úmidos.

Também observamos a importância do investimento das empresas em análises, ao definir os melhores materiais a serem utilizados em um determinado projeto, assim consegue ter uma projeção do melhor material dentro da vida útil esperado para cada equipamento.

**REFERÊNCIAS**

ELETROFRIO (Curitiba - PR). Produtos Açougue. [S. l.], 2023. Disponível em: [https://eletrofrío.com.br/categoria\\_produto/acougue-pt/](https://eletrofrío.com.br/categoria_produto/acougue-pt/). Acesso em: 11 nov. 2023.

EQUILAM (ed.). Câmara Corrosão Salt Spray Cíclico. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://equilam.com.br/camara-corrosao-salt-spray-ciclico-serie-ss/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

NORMA ASTM. DIN 50021-2-52. Ensaio de Corrosão em Atmosfera Salina, [S. l.], 1988.

NORMA ASTM. DIN EN 60068-2-52. Ensaio de Corrosão por Poluição Salina, [S. l.], 2018.

NORMA ASTM. DIN EN ISO 9227. Ensaio de Pulverização de Sal, [S. l.], 2006.

NORMA ASTM. DIN EN 60068-2-11. Ensaio de Corrosão por Gases Contendo Enxofre, [S. l.], 2021.

TRIDAPALLI, Claudia Wagnfuhr. Estudo Comparativo de Metodologias de Ensaio Acelerados de Corrosão por Frestas nas Ligas de Aço Inox AISI 430 e AISI 304. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95434>. Acesso em: 29 out. 2023.



Esta obra está licenciada com Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.  
[Recebido/Received: Abril 30, 2023; Aceito/Accepted: Agosto 29, 2023]