

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

FELIPE DUNI DE LIMA
LIDIANE DE SOUZA FRUTUOSO

**APLICAÇÃO DE JATEAMENTO E *E-COAT* E NO PREPARO
DE SUPERFÍCIE METÁLICA CONTRA A CORROSÃO**

CAMPINAS/SP
2024

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

FELIPE DUNI DE LIMA
LIDIANE DE SOUZA FRUTUOSO

**APLICAÇÃO DE JATEAMENTO E *E-COAT* E NO PREPARO
DE SUPERFÍCIE METÁLICA CONTRA A CORROSÃO**

Trabalho de Graduação apresentado por Felipe Duni de Lima e Lidiane de Souza Frutuoso, como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, da Faculdade de Tecnologia de Campinas, elaborado sob a orientação da Profa. Dra. Juliana Pedrilho Foltin e coorientação da Profa. Dra. Juliana Canto Duarte

CAMPINAS/SP
2024

FICHA CATALOGRÁFICA
CEETEPS - FATEC Campinas - Biblioteca

L732a

LIMA, Felipe Duni de

Aplicação de jateamento e e-coat e no preparo de superfície metálica contra a corrosão. Felipe Duni de Lima e Lidiane de Souza Frutuoso. Campinas, 2024.

25 p.; 30 cm.

Trabalho de Graduação do Curso de Processos Químicos
Faculdade de Tecnologia de Campinas.

Orientador: Profa. Dra. Juliana Pedrilho Foltin.

1. Jateamento abrasivo. 2. Revestimento eletroforético. 3. Preparação de superfícies metálicas. 4. Corrosão. 5. Teste de Salt Spray. I. Autor. II. Faculdade de Tecnologia de Campinas. III. Título.

CDD 620.162

Catálogo-na-fonte: Bibliotecária: Aparecida Stradiotto Mendes – CRB8/6553

TG PQ 24.2

Felipe Duni de Lima
Lidiane de Souza Frutuoso Santos

Aplicação de jateamento E-coat no preparo de superfície metálica contra a corrosão

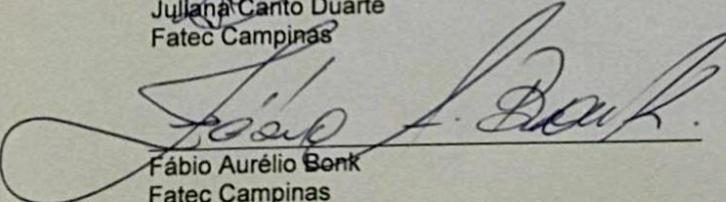
Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos, pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

Campinas, 05 de dezembro de 2024.

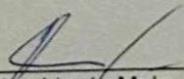
BANCA EXAMINADORA



Juliana Canto Duarte
Fatec Campinas



Fábio Aurélio Bonk
Fatec Campinas



Bráulio Almeida de Melo
Fatec Campinas

RESUMO

Este trabalho de graduação investiga a eficácia de dois métodos de preparação de superfícies metálicas contra a corrosão: o jateamento abrasivo e o revestimento eletroforético (*E-coat*). O estudo é motivado pela necessidade de reduzir os danos causados pela corrosão em ambientes industriais, que comprometem a integridade estrutural e funcional de componentes metálicos, resultando em custos elevados de manutenção. O jateamento abrasivo remove ferrugem e contaminantes da superfície metálica, criando uma textura ideal para a aplicação de revestimentos, enquanto o *E-coat* aplica uma camada protetora uniforme por meio de imersão em solução eletroforética. A avaliação da eficácia dos métodos foi realizada através do teste de *Salt Spray*, um procedimento padrão que expõe amostras metálicas a um ambiente corrosivo controlado. Os resultados indicaram que o *E-coat* oferece a melhor proteção, com uma propagação de corrosão significativamente menor em comparação aos métodos que não utilizam essa técnica. O jateamento também se mostrou eficiente, especialmente quando combinado com o *E-coat*, melhorando a adesão e a resistência à corrosão das superfícies tratadas.

Palavras-chave: jateamento abrasivo; revestimento eletroforético; preparação de superfícies metálicas; corrosão; teste de *Salt Spray*; resistência à corrosão; proteção anticorrosiva.

ABSTRACT

This undergraduate thesis investigates the effectiveness of two metal surface preparation methods against corrosion: abrasive blasting and electrocoating (E-coat). The study is motivated by the need to reduce the damage caused by corrosion in industrial environments, which compromises the structural and functional integrity of metal components, resulting in high maintenance costs. Abrasive blasting removes rust and contaminants from the metal surface, creating an ideal texture for the application of coatings, while E-coat applies a uniform protective layer through immersion in an electrophoretic solution. The effectiveness of these methods was evaluated using the Salt Spray test, a standard procedure that exposes metal samples to a controlled corrosive environment. The results indicate that E-coat offers the best protection, with significantly less corrosion spread compared to methods that do not use this technique. Blasting also proved to be effective, especially when combined with E-coat, improving the adhesion and corrosion resistance of the treated surfaces.

Keywords: abrasive blasting; electrocoating; metal surface preparation; corrosion; Salt Spray test; corrosion resistance; anticorrosive protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia para a preparação dos corpos de prova.....	14
Figura 2 - Resultados dos testes de Salt Spray 1000H	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela comparativa dos resultados.....	17
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	6
1.2	JUSTIFICATIVA/PROBLEMÁTICA	6
1.3	OBJETIVOS	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3	MATERIAIS E MÉTODOS	13
	Neste capítulo, foram descritos os materiais que foram utilizados, assim como os métodos empregados para a realização deste trabalho.	13
3.1	MATERIAIS	13
3.1.1	Corpos de prova	13
3.1.2	Granalhas angular de aço carbono	13
3.1.3	E-coat	13
3.1.4	Estufa pós e-coat	14
3.1.5	Aplicação do top-coat	14
3.2	MÉTODOS	14
3.2.1	Teste de Salt Spray	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

A busca por métodos anticorrosivos eficazes é uma preocupação constante na indústria de fabricação de produtos metálicos, dada a relevância dos danos causados por esse processo corrosivo. Os impactos da corrosão comprometem não apenas a integridade estrutural dos componentes metálicos, mas também sua funcionalidade e longevidade, resultando em elevados custos de manutenção e substituição (FONTANA, 1986). Além disso, a corrosão pode representar riscos significativos para a segurança e eficiência dos sistemas industriais (REVIE; UHLIG, 2008). Portanto, desenvolver e implementar estratégias que mitiguem esses efeitos é de extrema importância.

Dentre as várias abordagens para proteger metais da corrosão, a preparação de superfície é um passo fundamental. A forma como a superfície de um material metálico é preparada pode influenciar diretamente sua resistência à corrosão. Métodos de preparação bem executados não apenas removem impurezas e contaminantes, mas também criam condições ótimas para a aplicação de proteções de superfície, melhorando a adesão e, conseqüentemente, aumentando a durabilidade dos componentes (BIERWAGEN, 1997; EVANS; RUSSELL, 2001).

Nesse contexto, este trabalho propõe investigar e comparar a eficácia de dois métodos específicos de preparação de superfícies metálicas na resistência à corrosão: o jateamento abrasivo e o *E-coat* (revestimento eletroforético). O jateamento abrasivo é um método que utiliza materiais abrasivos projetados contra a superfície metálica para limpá-la e criar uma textura adequada para a aplicação de revestimentos adicionais. Esse método é amplamente utilizado devido à sua eficiência em remover ferrugem e outras contaminações, além de preparar a superfície para uma melhor aderência dos revestimentos (MUNGER, 1984). O *E-coat*, por sua vez, é um processo de revestimento que deposita uma camada uniforme de material protetor por meio da imersão da peça metálica em uma solução carregada eletricamente, sendo valorizado por sua capacidade de proporcionar uma cobertura uniforme e consistente (BAUMERT et al., 2001).

Para avaliar a eficácia desses métodos de preparação de superfície na resistência à corrosão, será utilizado o teste de *Salt Spray*. Esse teste é amplamente reconhecido na indústria como um procedimento padrão para verificar a eficácia anticorrosiva de materiais e revestimentos (ASTM, 2011). O procedimento envolve a exposição das amostras a um ambiente altamente corrosivo, simulando condições adversas para medir a eficácia dos tratamentos de superfície em prevenir a degradação do material (SAJI; THOMAS, 2012).

Assim, o objetivo deste estudo é analisar detalhadamente como diferentes métodos de preparação de superfície podem influenciar a resistência à corrosão, fornecendo contribuições valiosas para a seleção de técnicas mais adequadas em diversas aplicações industriais. A comparação entre o jateamento abrasivo e o *E-coat* permitirá identificar as vantagens e limitações de cada método, contribuindo para a melhoria contínua das práticas de proteção contra a corrosão no setor de materiais metálicos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Uhlig, Herbert H., e R. Winston Revie. "Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering." John Wiley & Sons, 2008. A corrosão é um processo natural e inevitável que pode causar sérios danos aos materiais metálicos, comprometendo sua funcionalidade, segurança e vida útil. Os ambientes corrosivos, como regiões costeiras, ambientes industriais e regiões com elevados níveis de poluição atmosférica, representam desafios adicionais para a proteção de materiais metálicos. Diante dessa realidade, é essencial desenvolver e aprimorar métodos de proteção contra a corrosão que sejam eficazes e economicamente viáveis.

1.2 JUSTIFICATIVA/PROBLEMÁTICA

Apesar dos avanços tecnológicos na área de proteção contra a corrosão, a escolha do método de preparação de superfície mais adequado continua sendo um desafio para muitas indústrias. A variedade de métodos disponíveis, como jateamento abrasivo, tratamentos químicos e revestimentos protetores, demanda uma análise criteriosa para determinar qual técnica proporciona a melhor proteção em diferentes contextos de aplicação. Portanto, é fundamental investigar e comparar o desempenho desses métodos em condições simuladas de corrosão, a fim de orientar a seleção e aplicação adequada na prática industrial.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar a eficácia de dois diferentes métodos de preparação de superfícies metálicas (Jateamento abrasivo e *E-coat*), na resistência à corrosão.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- A)** Avaliar a eficiência de cada método de preparação de superfície em condições simuladas de corrosão por meio do teste de *Salt Spray*.
- B)** Identificar e recomendar o método de preparação de superfície mais eficaz para proteger materiais metálicos contra a corrosão, com base nos resultados obtidos nos testes de *Salt Spray*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CORROSÃO

A corrosão, um processo eletroquímico natural que degrada materiais metálicos, representa um desafio significativo para diversas indústrias e setores da sociedade, causando impacto na integridade da estrutura de componentes, equipamentos e infraestrutura crítica. Autores como Jones (1996) e Uhlig & Reihardt (1971) destacam os altos custos econômicos e sociais associados à corrosão, estimados em bilhões de dólares anualmente.

O processo de corrosão envolve a interação entre o metal, um eletrólito (geralmente água ou umidade) e um oxidante (como oxigênio do ar). Essa interação leva à oxidação do metal, formando produtos de corrosão, como ferrugem no caso do ferro. A taxa de corrosão depende de diversos fatores, como tipo de metal, composição do meio ambiente, temperatura, presença de impurezas e estresse mecânico (Fontana & Greene, 1986).

2.1.1 Tipos de corrosão:

- Corrosão uniforme: Afeta uniformemente toda a superfície do metal, resultando em uma perda gradual de material (Rehmeier, 2010).
- Corrosão localizada: Ataca áreas específicas do metal, causando cavidades, fissuras ou perfurações (Jones, 1996). Exemplos incluem corrosão por *pites*, corrosão por fendas e corrosão intergranular.
- Corrosão por fadiga: Combina estresse mecânico repetitivo com um ambiente corrosivo, levando à formação de trincas e eventual falha do componente (Uhlig & Reihardt, 1971).

2.1.2 Consequências da corrosão:

- Perda de material: Diminuição da espessura e da resistência do metal, comprometendo sua integridade estrutural.
- Falhas em componentes: Rupturas, vazamentos e perda de funcionalidade em equipamentos e infraestrutura.
- Contaminação: Liberação de produtos de corrosão no ambiente, podendo contaminar produtos e representar riscos à saúde.
- Custos de manutenção: Aumento dos gastos com reparos, substituições e inspeções de componentes afetados pela corrosão.

2.1.3 Métodos de prevenção:

- Seleção de materiais: Escolha de metais e ligas resistentes à corrosão para o ambiente específico de aplicação (Fontana & Greene, 1986).
- Revestimentos protetores: Aplicação de camadas de tinta, vernizes, metais ou cerâmicas para proteger o metal do meio ambiente corrosivo (Rehmeier, 2010).
- Modificação do ambiente: Controle de pH, temperatura e umidade para reduzir a agressividade do meio (Jones, 1996).
- Proteção catódica: Aplicação de corrente externa para tornar o metal catódico e inibir a reação de oxidação (Uhlig & Reihardt, 1971).
- Inspeção e monitoramento: Realização de inspeções regulares para detectar sinais de corrosão e tomar medidas preventivas (Fontana & Greene, 1986).

2.2 SALT SPRAY

O conceito de teste de *spray* com névoa salina remonta ao início do século XX, quando pesquisadores começaram a investigar métodos para avaliar a resistência à corrosão de metais usados na construção naval e outras aplicações marítimas. Um dos primeiros testes documentados foi conduzido em 1911 pela Marinha dos Estados Unidos, conforme descrito por Galvin (2015).

2.2.1 Processo do Teste de *Spray* com Névoa Salina

O teste de *spray* com névoa salina normalmente envolve as seguintes etapas, conforme descrito por Bullock (2017):

- Preparação da amostra: Amostras do material ou revestimento a serem testados são preparadas e limpas para garantir uma superfície uniforme.
- Preparação da solução salina: É preparada uma solução salina, tipicamente composta de cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água, para simular a água do mar.
- Exposição à névoa salina: As amostras são colocadas em uma câmara de *spray* com névoa salina, onde ficam expostas a uma fina névoa da solução salina por um período determinado, de acordo com normas como a ASTM B117.
- Avaliação da corrosão: Após o período de exposição, as amostras são retiradas da câmara e examinadas em relação

a sinais de corrosão, como *pitting*, ferrugem ou descoloração.

2.2.2 Fatores que afetam a resistência à corrosão

A resistência à corrosão de um material ou revestimento em um ambiente de névoa salina é influenciada por vários fatores, incluindo:

- **Propriedades do Material:** A composição, microestrutura e propriedades da superfície do material desempenham um papel significativo em sua capacidade de resistir à corrosão, como apontado por Fontana & Greene (1978).
- **Propriedades do Revestimento:** O tipo, espessura e adesão do revestimento são cruciais para proteger o material subjacente da corrosão, conforme discutido por Jones (1995).
- **Condições de Névoa Salina:** A temperatura, umidade e concentração da solução na câmara podem afetar a taxa de corrosão, como mencionado por Kruger (1963).
- **Duração da Exposição:** Quanto mais longa a exposição à névoa salina, mais severo o dano por corrosão provavelmente será.

2.3 JATEAMENTO

O jateamento, também referido como *shot peening*, é um método eficiente de limpeza mecânica que emprega granalhas para eliminar escamas e ferrugem de superfícies metálicas, como apontado por Gentil (2011) e Serizawa (2005). Esse processo não apenas limpa de forma eficaz, mas também aumenta a rapidez e a qualidade do acabamento ao expor diretamente o metal base e criar uma rugosidade ideal para a ancoragem de *primers* e camadas iniciais de tinta. Adicionalmente, o trabalho a frio envolvido no processo traz vários benefícios mecânicos e estruturais, incluindo aumento da resistência à fadiga, à corrosão e à erosão por cavitação, bem como endurecimento da superfície e fechamento de porosidades, conforme relatado pelo NIOSH (1976).

Economicamente, o jateamento é superior aos métodos alternativos como decapagem química e limpeza eletroquímica, principalmente devido à redução das horas de trabalho necessárias e à possibilidade de reciclagem dos meios abrasivos (NIOSH, 1976). Os equipamentos utilizados para o jateamento são especialmente projetados para otimizar a

eficiência do processo, controlando a dispersão e reciclagem do meio abrasivo e manipulando as peças para uma cobertura uniforme, como detalhado por Sinto (2020).

Historicamente, o uso de areia para jateamento começou em 1904, mas devido aos riscos de saúde associados à inalação de sílica, que pode causar silicose, uma forma de câncer de pulmão, seu uso foi proibido em muitos lugares, incluindo o Brasil. Atualmente, são permitidos abrasivos alternativos como granalhas de aço-carbono, aço inoxidável, escória de alumínio, esferas de vidro e cascas de nozes, refletindo uma maior conscientização ambiental e de saúde (Meneghel, 2017).

Rodrigues, Pereira e Costa (2012) conduziram uma análise detalhada sobre o efeito do jateamento abrasivo na melhoria da aderência de revestimentos cerâmicos em substratos de aço carbono. O estudo identificou que um jateamento bem executado cria uma textura superficial que é extremamente benéfica para a aderência dos revestimentos cerâmicos, contribuindo para um aumento significativo na resistência à corrosão das peças tratadas. Os pesquisadores enfatizaram a necessidade de uma seleção cuidadosa dos parâmetros de jateamento, considerando as propriedades específicas tanto do substrato quanto do revestimento cerâmico, para maximizar a eficácia do processo de preparação superficial em contextos anticorrosivos.

A pesquisa citada acima mostrou que a eficiência na aderência está intrinsecamente ligada à correta manipulação dos parâmetros de jateamento, como a escolha do tipo e tamanho do abrasivo, a pressão aplicada e o ângulo de impacto. Esses fatores determinam a uniformidade da rugosidade criada e, conseqüentemente, a qualidade da interação mecânica entre o revestimento cerâmico e o substrato de aço carbono. Além disso, Rodrigues et al. (2012) discutem que o processo de jateamento não só remove contaminantes superficiais, como também promove uma microestrutura mais compacta e resistente na camada superficial do metal, o que é crucial para a durabilidade do revestimento em ambientes corrosivos.

2.4 E-COAT

Na década de 1960, a Ford inovou o uso da pintura por eletrodeposição, inicialmente aplicada em rodas e posteriormente estendida para a pintura completa de automóveis através do processo anódico. No início dos anos 70, a técnica evoluiu para o processo catódico, que hoje é predominante no mercado de pinturas por eletrodeposição. Este método é conhecido por vários nomes, incluindo *E-coat*, *Elpo*, *Electrocoating*, *ETL* e *Electropaint*, sendo popularmente

chamado no Brasil de "KTL", uma abreviação de "Kathodische Tauch Lackierung", que significa Pintura Catódica por Imersão (Vitor et al., 2018).

O processo de eletrodeposição catódica envolve a aplicação de uma carga negativa nas peças a serem pintadas, enquanto as partículas sólidas suspensas no banho de pintura possuem cargas positivas. Esta diferença de potencial causa a atração das partículas para a superfície da peça, continuando até que toda a superfície metálica esteja completamente coberta por um filme de tinta, isolando-a eletricamente. A composição do banho de *e-coat* geralmente contém 80 a 90% de água desmineralizada, 0 a 5% de pigmento, 10 a 20% de pasta e resina polimérica, e 0 a 5% de solventes orgânicos, conforme relatado por Soares (2013) e Santos (2016).

Um aspecto importante do processo é a utilização da ultrafiltração, que permite a recuperação da tinta arrastada durante o processo, em vez de apenas aderir à superfície das peças. Este sistema é crucial para a eficiência e sustentabilidade do processo, como descrito por Silva (2012).

Villas (2005) destaca várias vantagens da pintura *e-coat*, incluindo economia de material e custos, automatização do processo, proteção ambiental, confiabilidade, cobertura uniforme, redução de riscos de incêndio e explosões devido ao uso de tintas à base de água, e economia de energia. Após a aplicação do *e-coat*, a cura da pintura é realizada em uma estufa, finalizando o processo de pintura.

Silva & Lima (2018) investigaram o efeito do tempo de imersão no processo de pintura por eletrodeposição catódica (*e-coat*) na resistência à corrosão do aço SAE 1020 (O aço 1020 a 1030, pela sua classificação, é macio, o que o torna resistente à ruptura de 45 a 55kg/mm², com teor de carbono entre 0,15% e 0,30%, também não adquire têmpera, é maleável e fácil de soldar.). Os resultados evidenciaram que o tempo de imersão adequado influencia diretamente na formação do revestimento e, conseqüentemente, na sua capacidade de proteção contra a corrosão. Os autores enfatizaram a importância de otimizar os parâmetros do processo de *e-coat* para garantir uma proteção.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, foram descritos os materiais que foram utilizados, assim como os métodos empregados para a realização deste trabalho.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Corpos de prova

Foram utilizados chapas de aço SAE 1020 laminadas a quente, com as dimensões 200 mm x 100 mm x 3 mm, conforme composição química abaixo:

- Carbono (C): 0,18 - 0,23%
- Manganês (Mn): 0,30 - 0,60%
- Fósforo (P): Máximo 0,04%
- Enxofre (S): Máximo 0,05%
- Silício (Si): 0,15 - 0,35%

3.1.2 Granalhas angular de aço carbono

Para o pré-tratamento mecânico por jateamento, foram utilizadas granalhas de aço angulares do tipo G-40C, conforme a norma internacional SAE J-444.

3.1.3 *E-coat*

O *e-coat* geralmente é composto por água desmineralizada (DI): 80-90%, Pigmento: 0-5%, Pasta e resina polimérica: 10-20% e Solventes orgânicos: 0-5%.

Com as propriedades de sólidos: 20-22%, Condutividade: 1100-1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Relação P/B: 0,08-0,12 e pH: 6,0-6,5.

3.1.4 Estufa pós *e-coat*

A temperatura e o tempo influenciam diretamente na eficácia da cura, aspecto e cor do *e-coat*. A temperatura da estufa foi de 180 °C por 20 minutos.

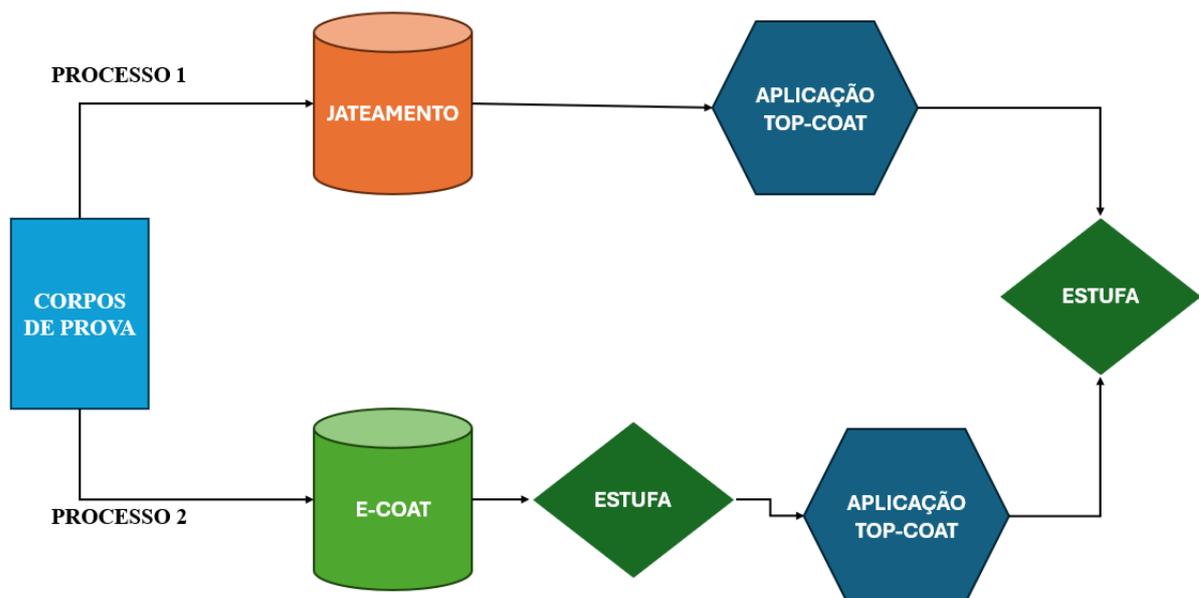
3.1.5 Aplicação do *top-coat*

A aplicação da tinta foi feita manualmente utilizando uma pistola pulverizadora, operando com uma pressão de 60 a 80 psi.

3.2 MÉTODOS

A Figura 1 apresenta o método em que os corpos de prova foram preparados. No processo 1, foi feito o jateamento nos corpos de prova e, em seguida, a aplicação do *top-coat*, enquanto no processo 2, os corpos de prova não receberam o jateamento para a aplicação da pintura *e-coat* e *top-coat*. Após os processos nas placas, elas foram encaminhadas para o teste de *Salt Spray*.

Figura 1 - Metodologia para a preparação dos corpos de prova.



Fonte: Os autores (2024).

3.2.1 Teste de *Salt Spray*

A avaliação de corrosão da superfície metálica foi realizada por meio do ensaio de névoa salina, conhecido como *salt spray*, em uma câmara fechada da marca Equilam, conforme a norma ASTM B117 (2011). Os corpos de prova foram expostos a uma solução de NaCl a 5% \pm 1%, com pH variando entre 6,5 e 7,2.

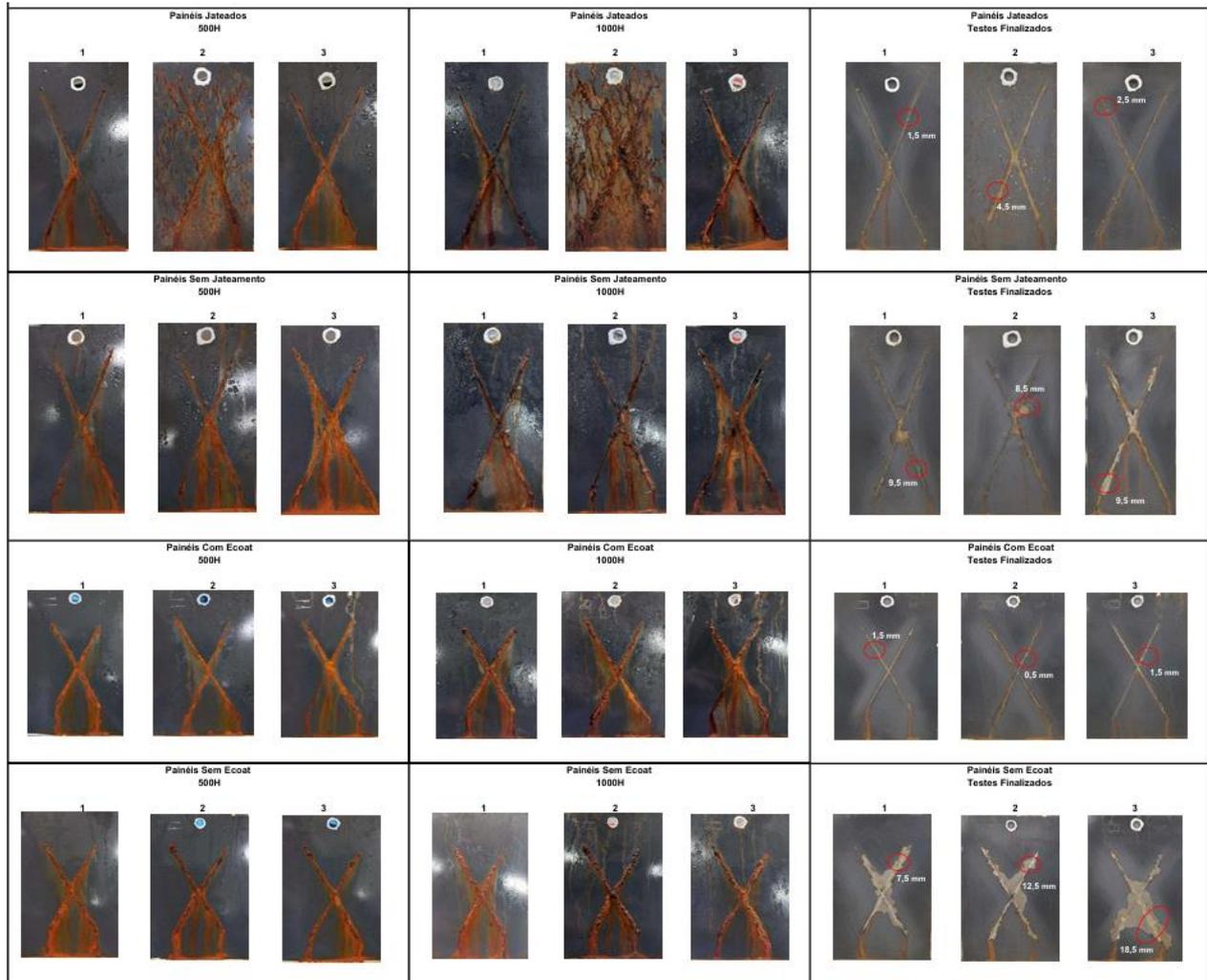
As amostras foram posicionadas na câmara em um ângulo entre 15° e 30° em relação à vertical, permitindo a condensação da névoa sobre as placas, que permaneceram no teste por um período de 1000 horas.

O grau de empolamento das amostras foi avaliado de acordo com as normas ASTM D714-02 (2017) e NBR 5841 (2015), para verificar a formação de bolhas na superfície. A migração subcutânea foi determinada conforme a norma ASTM D1654-08 (2008) – Procedimento A – Método de Desplacamento (raspagem), bem como segundo a NBR 8754 (1985), após a conclusão do teste de *salt spray*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados os efeitos do *e-coat* e do jateamento em diversos painéis metálicos expostos por 1000 horas ao teste de névoa salina (*Salt Spray*), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Resultados dos testes de *Salt Spray* 1000H.



Fonte: Os autores (2024).

A tabela 1 apresenta de forma comparativa as condições dos testes, a numeração dos painéis e a extensão da propagação da corrosão, expressa em milímetros.

Tabela 1 - Tabela comparativa dos resultados

Teste Salt Spray 1000h		
Condições dos Testes	# Painel	Propagação da corrosão (mm)
Painel sem ecoat	1	7,5
	2	12,5
	3	18,5
Painel com ecoat	1	1,5
	2	0,5
	3	1,5
Painel jateado	1	1,5
	2	4,5
	3	2,5
Painel sem jateamento	1	9,5
	2	13,5
	3	9,5

Fonte: Os autores (2024).

Os painéis sem *e-coat* apresentaram a maior susceptibilidade à corrosão, com a propagação variando de 7,5 mm a 18,5 mm. Esses valores indicam que, na ausência de um revestimento protetor, os painéis são significativamente afetados pela corrosão, sendo o painel 3 o mais prejudicado, com uma propagação de 18,5 mm. Essa discrepância sugere que, sem a aplicação do *e-coat*, a resistência dos painéis à corrosão é insuficiente, permitindo que o processo corrosivo se desenvolva de forma acelerada, principalmente nas amostras mais vulneráveis.

Em contraste, os painéis com *e-coat* apresentaram uma notável resistência à corrosão, com valores muito baixos de propagação, variando entre 0,5 mm e 1,5 mm. A aplicação do *e-coat* demonstrou ser extremamente eficaz na proteção do material, atuando como uma barreira que dificulta o avanço da corrosão. O painel 2, com apenas 0,5 mm de corrosão, destaca-se

como o mais protegido, evidenciando a capacidade do *e-coat* de reduzir drasticamente a deterioração do material em ambientes corrosivos. Esses resultados reforçam a relevância do *e-coat* como um método preventivo eficaz contra a corrosão em substratos metálicos.

Os painéis jateados, que passaram por um tratamento superficial prévio, também exibiram uma boa resistência à corrosão, com propagação variando entre 1,5 mm e 4,5 mm. A técnica de jateamento contribuiu para uma maior aderência dos revestimentos subsequentes ou proporcionou uma textura superficial que melhorou a resistência natural do metal. Esses valores indicam que o jateamento prévio pode ser uma estratégia auxiliar importante para melhorar a resistência dos materiais, sobretudo quando combinado com outros tratamentos protetores.

Por outro lado, os painéis sem jateamento mostraram uma corrosão mais severa, com propagação variando de 9,5 mm a 13,5 mm. A ausência desse tratamento de preparação superficial resultou em uma menor resistência à corrosão, evidenciando a importância do jateamento como etapa fundamental para aumentar a durabilidade e a resistência do substrato em condições adversas.

Em suma, os resultados apontam que tanto o *e-coat* quanto o jateamento oferecem uma proteção significativa contra a corrosão, sendo o *e-coat* o fator de maior impacto na redução da propagação corrosiva. O jateamento, por sua vez, contribui para melhorar ainda mais essa resistência, especialmente quando utilizado em combinação com o revestimento *e-coat*. Assim, conclui-se que a escolha de tratamentos adequados, como o *e-coat* e o jateamento, é crucial para aumentar a durabilidade e o desempenho de componentes metálicos expostos a ambientes altamente corrosivos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a escolha adequada de técnicas de preparação de superfícies é fundamental para maximizar a resistência dos materiais metálicos à corrosão. O *e-coat* destacou-se como o método mais eficaz, oferecendo uma barreira protetora robusta que minimiza a propagação da corrosão. O jateamento abrasivo, por sua vez, mostrou-se uma estratégia valiosa para melhorar a aderência dos revestimentos subsequentes e, quando combinado com o *e-coat*, potencializa ainda mais a resistência à corrosão. Assim, conclui-se que o uso combinado dessas duas técnicas pode representar uma solução eficiente para aumentar a durabilidade e a segurança de componentes metálicos em ambientes industriais corrosivos. Esses achados fornecem uma base sólida para a aplicação de melhores práticas em processos de proteção anticorrosiva no setor industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FONTANA, M. G.; GREENE, N. D. Corrosion Engineering. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.
- GALVIN, T. P. A history of salt spray testing. *Progress in Organic Coatings*, v. 90, p. 1-13, 2015.
- GENTIL, V. Corrosão. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- ASTM B117 - Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. ASTM International, 2011.
- BAUMERT, Kevin L. et al. Electrocoating Technology and Control. American Electroplaters and Surface Finishers Society, 2001.
- BIERWAGEN, G. P. Surface Preparation for Corrosion Protection. *Progress in Organic Coatings*, v. 32, n. 3, p. 195-206, 1997.
- EVANS, Urie; RUSSELL, Philip. Corrosion Control by Surface Engineering. *Surface Engineering*, v. 17, n. 2, p. 126-130, 2001.
- MUNGER, Charles G. Corrosion Prevention by Protective Coatings. 2nd ed. NACE International, 1984.
- REVIE, R. Winston; UHLIG, Herbert H. Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering. 4th ed. John Wiley & Sons, 2008.
- SAJI, Viswanathan S.; THOMAS, Joseph. Corrosion Protection and Control Using Nanomaterials. Woodhead Publishing, 2012.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). *Health and Safety Guide for Shot Peening*. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, 1976.
- UHLIG, Herbert Henry. Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering. 4. ed. John Wiley & Sons, 1985. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5955761/mod_resource/content/1/CORROSION_AND_CORROSION_CONTROL_An_Intro%20%20Revie%20and%20Uhlig.pdf. Acesso em: outubro de 2023.
- JONES, D. A. Principles and Prevention of Corrosion. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.
- KRUGER, J. Corrosion control: the application of principles. New York: Van Nostrand Reinhold, 1963.
- MENEGHEL, R. Jateamento: práticas e técnicas seguras. São Paulo: Elsevier, 2017.
- REHMEIER, H. J. Localized corrosion and its prevention. *Corrosion Science*, v. 52, n. 10, p. 3132-3141, 2010.

RODRIGUES, A. P.; PEREIRA, F. L.; COSTA, I. M. Abrasive blasting for ceramic coatings adherence: a comparative study. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 212, n. 5, p. 1084-1090, 2012.

SERIZAWA, A. et al. Shot peening: applications and techniques. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 157-158, p. 378-384, 2005.

SOARES, T. S. *Novas tecnologias em eletrodeposição*. São Paulo: Blucher, 2013.

SINTO, R. Advances in blasting equipment design. *Surface Technology*, v. 105, n. 4, p. 192-199, 2020.

SANTOS, J. L. *A aplicação de técnicas avançadas em pinturas industriais*. São Paulo: Artliber, 2016.

SILVA, F. A.; LIMA, L. F. Cathodic electrodeposition: time of immersion and corrosion resistance. *Surface and Coatings Technology*, v. 336, p. 127-136, 2018.

SILVA, G. J. *Ultrafiltração em processos de e-coat*. São Paulo: Blucher, 2012.

UHLIG, H. H.; REINHARDT, P. The cost of corrosion and the protection cost. *Corrosion Engineering*, v. 50, n. 5, p. 321-330, 1971.

VILLAS, B. *Técnicas modernas em pintura industrial*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VITOR, C. A.; et al. Evolução da pintura por eletrodeposição no setor automotivo. *Coatings Technology*, v. 88, n. 7, p. 750-758, 2018.

Giassi Ferro e Aço. Aço SAE 1020 - Sacchelli. Disponível em: <https://giassiferroeaco.com.br/aco-sae-1020>. Acesso em: 28, 05, 2024.

MAESTROVIRTUALE. Como evitar a corrosão: métodos principais. Disponível em: https://maestrovirtuale.com/como-evitar-a-corrosao-metodos-principais/?expand_article=1.

RIJEZA. Salt Spray: O que é e quando utilizar esse ensaio? Disponível em: <https://rijeza.com.br/blog/salt-spray/>.