

PROCESSO DE DEGRADAÇÃO EM ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

**Cristiano Monteiro Pansolin
Gustavo Haureliuk
Lênin Marx Franco
Marcelo Augusto Gonçalves Bardi**

RESUMO

A corrosão é um resultado de meio sobre determinado material, metálico ou não, e causa a sua destruição. Os processos corrosivos estão presentes direta ou indiretamente no nosso dia a dia, podendo ocorrer com os diversos materiais. E compreendendo os diferentes processos de corrosão, podendo ser classificado como eletroquímico, químico ou eletrolítica. É fundamental ter o conhecimento desses mecanismos para identificar os processos corrosivo do metal e a melhor maneira de combatê-la. (LAUDONIO 2013). O artigo traz um problema de processos corrosivo em elementos de fixação, onde o problema foi estudado uma empresa multinacional de médio porte, no departamento de limpeza química, os elementos de fixação ficam expostos em um ambiente altamente corrosivo em que o mesmo se degradava em curto prazo, com isso foram aplicados três tipos de parafusos com características diferentes, analisando o comportamento dos parafusos e qual elemento de fixação tem o melhor desempenho.

Palavras-chave: elementos de fixação, degradação metálica, corrosão.

ABSTRACT

Corrosion results from the influence of a certain material, metallic or not, and causes its destruction. Corrosive processes are present directly or indirectly in our daily lives, and can occur with different materials. And understand the different corrosion processes, which can be classified as electrochemical, chemical or electrolytic. It is essential to have knowledge of these mechanisms to identify the corrosive processes of metals and the best way to combat them. (LAUDÔNIO 2013). The article brings up a problem of corrosive processes in fastening elements, where the problem was in a medium-sized multinational company, in the chemical cleaning department, the fastening elements were exposed in a highly corrosive environment in which they degraded in the short term, Therefore, three types of screws with different characteristics were applied, analyzing the behavior of the screws and which fastening element presents the best performance.

Keywords: fasteners, metal degradation, corrosion.

1 INTRODUÇÃO

A corrosão de metais pode ser definida, de modo geral, como degradação metálica que ocorre devido as reações químicas ou eletroquímicas do metal com o meio agressivo no qual o metal está inserido (LAUDONIO 2013).

A teoria descreve o processo de corrosão metálica como a combinação de uma reação de oxidação (anódica), tal como a dissolução metálica, como a reação (catódica), tais como a redução de oxigênio ou evolução do hidrogênio. A existência da corrosão está associada com a ocorrência simultânea dessas duas reações, na reação anódica ocorre a produção de elétrons, que são consumidas pelo catódico. (LAUDONIO 2013).

O potencial de oxidação (ferrugem) do eletrodo está de forma direta ligado à corrosão dos metais, que retira os elétrons do metal formando cátions Fe^{++} , assim, o metal torna-se mais reativo em relação à quantidade que a oxidação for positiva (ATKINS; JONES, 2012).

A corrosão de materiais ferrosos é, em sua essência, a conversão de ferro para a forma hidratada de óxido de ferro, isto é, ferrugem. A força propulsora da reação é a tendência do ferro a se combinar com oxigênio dissolvido em água. Na ausência de água e oxigênio, pode se afirmar que o ferro não corrói (ASSIS, 2000).

Os principais desafios em processos de corrosão, é que utilizam metais como matéria prima, sendo que ela ocorre com a oxidação do aço que é exposto a gases nocivos/umidade, para evitar a corrosão, dentre várias maneiras de proteção, intercala-se uma camada protetora, geralmente zinco, entre o metal e o meio de corrosão (LAUDONIO, 2013).

A galvanização por eletrólise ou galvanização eletrolítica possui várias etapas, que se resumem na proteção de aço/ferro ao combiná-lo com o zinco, utilizando corrente elétrica, sendo o zinco utilizado como ânodo (ponto de um corpo em que entra a corrente elétrica, parte positiva) e o aço/ferro como cátodo (elemento negativo), criando assim, o aço/ferro galvanizado, protegido contra a corrosão (FARIA, 2017).

ARTIGO

Com intuito de estudar o processo de corrosão em componentes metálicos, utilizados como elementos de fixação no processo de galvanização por eletrólise, serão avaliados testes em corpos de provas de 3 materiais metálicos com diferentes características em suas composições, para assim concluir qual material é mais adequado na utilização deste processo agressivo a corrosão metálica.

2 DESENVOLVIMENTO

2.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

As atividades elaboradas no presente trabalho referente ao processo de corrosão em materiais metálicos, foram realizadas em uma empresa metalúrgica multinacional de médio porte. Desde a sua fundação, a empresa sempre buscou estar adquirindo equipamentos para atender de forma adequada a necessidade do processo, investindo em aperfeiçoamento destes, visando à melhoria contínua foram identificados oportunidades de melhorar o processo de utilização dos elementos de fixação no setor de limpeza química, através do estudo de corrosão destes elementos.

Figura 1: Planta da Empresa Multinacional



Fonte: Fornecido pela empresa

2.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

2.3.1 Linha de limpeza por ECM (Galvanização por eletrólise)

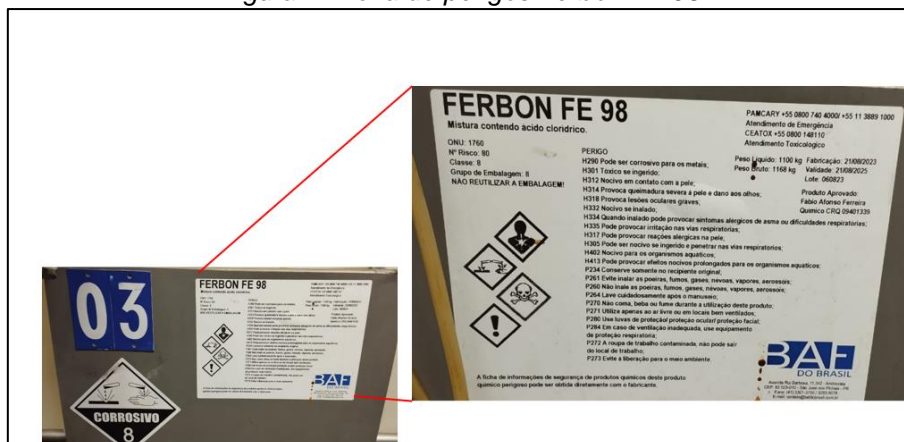
Os testes foram elaborados no setor de galvanização eletrolítica, o objeto é colocado em um banho eletrolítico onde uma corrente elétrica é aplicada, assim através das cargas positivas e negativas ocorrem a troca removendo as impurezas do material. Antes de iniciar o revestimento metálico, é necessário preparar as peças metálicas através da limpeza em um banho de pré-tratamento com produto alcalino. Esse banho tem o objetivo de eliminar resíduos como óleos, graxas e impurezas presentes na superfície da peça. As peças são colocadas em tanques com as soluções apropriadas para a limpeza e são mantidas ali por um período suficiente para a remoção completa dos resíduos.

Na área da limpeza por ECM, processo posterior ao tratamento térmico, onde com a utilização de produtos químicos executam a limpeza das impurezas obtidas posteriormente ao tratamento térmico de austêmpera, onde após passar pelo processo acabam oxidando necessitando serem submetidas ao processo de galvanização eletrolítica preparando os componentes para darem continuidade nos processos seguintes.

Neste setor, os elementos de fixação metálicos sofrem elevado nível de degradação devido a corrosão gerada pelos produtos químicos, o principal causador é o produto Ferbon FE 98, conforme ilustrado na figura 2 dentre os perigos que este produto pode ocasionar o H290 se refere as questões corrosivas para os metais.

ARTIGO

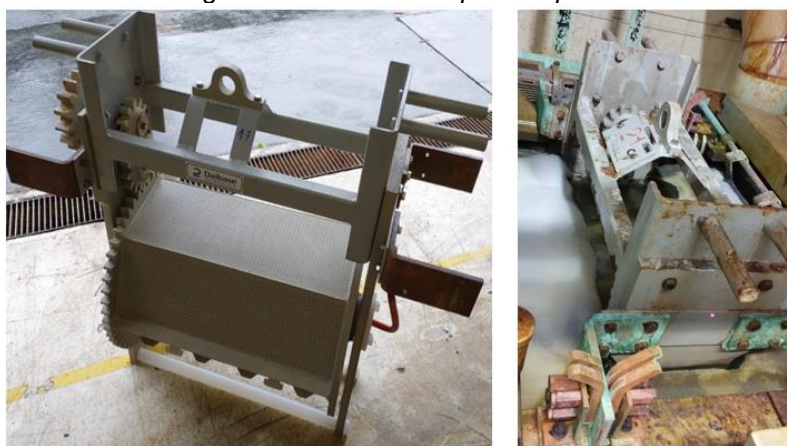
Figura 2: Ficha de perigos Ferbon FE 98



Fonte: Autores (2023)

O processo de limpeza por ECM possui 2 linhas automáticas contendo 8 tanques de lavagem cada, os componentes da corrente são armazenados em equipamentos chamados tamboreadores, nos quais são posicionados dentro dos tanques de lavagem, e através de um processo eletrolítico executam a limpeza dos componentes.

Figura 3: Tamboreador para limpeza



Fonte: Autores (2023)

Figura 4: Linha de Limpeza ECM



Fonte: Autores (2023)

2.3.2 Corrosão dos Materiais metálicos

Conforme descrito nos perigos apresentados na ficha técnica do produto (figura 2), os materiais metálicos utilizados ao redor do produto apresentam elevados níveis de corrosão, sendo o principal problema da área, gerando instabilidade no processo impactando na disponibilidade. A compreensão das propriedades de degradação dos metais é fundamental para garantir a durabilidade e a integridade das estruturas em que são utilizados. Ao identificar os fatores que afetam a degradação e implementar mecanismos de proteção adequados, é possível prolongar a vida útil dos metais e minimizar os custos associados à sua substituição.

Figura 5: Corrosão em componentes metálicos da linha ECM



Fonte: Autores (2023)

Desta forma, apresenta uma oportunidade de estudo para verificação de qual material metálico tenha uma melhor performance para a aplicação do processo.

2.4 PARAFUSOS SEXTAVADOS

O parafuso sextavado, também conhecido como parafuso de cabeça sextavada tem como objetivo unir duas ou mais peças é aplicado também em veículo automotores, estruturas metálicas, dispositivo eletrônicos ou maquinários. Parafuso pode ser composto de vários tipos de matérias, com alto ou médio teor de carbono, parafuso em inox que contém resistência a corrosão. Parafuso é composto por uma rosca em sua haste sendo permitido a fixação, sua cabeça hexagonal permite que uma chave sextavada ou estrela seja inserida no parafuso com facilidade, aplicando torque para soltar ou apertar os parafusos (EMPRESA PARAFUSO FÁCIL).

No mercado mundial cada parafuso contém sua classe de resistência, ele vem estampado em sua cabeça como por exemplo 5.8, 8.8 ou 12.9, isso define qual a resistência a tração e limite de escoamento em um parafuso. Quando menor a classe de resistência de um parafuso será maior a sua ductibilidade, ou seja, quando mais dúctil o parafuso mais capacidade de alongamento sem se romper, porém a sua capacidade de torque será baixa, com um aperto excessivo nos parafusos podemos gerar defeitos como por exemplo quebra, espanar os filetes de rosca e empenar a peça sendo fixado por conta disso sempre utilizar o torquímetro e uma tabela de torque de apoio, para realizar o torque adequado (INDUFIX PARAFUSOS E PORCAS).

2.5 METODOLOGIA DOS TESTES

2.5.1 Corpo de prova

Os testes foram realizados através de uma análise utilizando parafusos de fixação com 3 tipos de materiais metálicos. Os metais avaliados foram:

ARTIGO

- Parafuso Classe 5.8: Metal com baixo-médio teor de carbono;
- Parafuso Classe 8.8: Metal com médio teor de carbono ou com adição de ligas;
- Parafuso Inox 304: Liga 304 uma austenítica de aço inoxidável da série 300, que tem um mínimo de 18% de cromo e 8% de níquel.

Figura 6: Parafusos utilizados nos testes



Fonte: Autores (2023)

Utilizando uma balança de precisão, foi executada a pesagem dos parafusos, identificando a massa inicial de cada um antes de serem expostos ao processo.

Figura 7: Pesagem dos parafusos



Fonte: Autores (2023)

ARTIGO

Posteriormente a pesagem e compilação dos dados, os parafusos foram inseridos no processo para que fossem submetidos a situação real de operação, através de um dispositivo foram imergindo nos tanques de ferbom para avaliação do processo de corrosão.

Figura 8: Inserindo os parafusos no tanque de limpeza



Fonte: Autores (2023)

2.5.2 Análise

O método de avaliação da degradação será através do teste destrutivo, onde serão avaliados os aspectos visuais e o acompanhamento da perda de massa gerada pela corrosão, onde após o acompanhamento iremos identificar qual material é o mais adequado para a utilização no processo.

2.5.3 Resultados

Após 7 dias de exposição em condição normal de trabalho, foram removidos os parafusos do processo para avaliação dos seguintes critérios:

- Perda de massa;
- Aspecto físico;

2.6.3.1 Perda de massa

ARTIGO

Na análise da perda de massa, foi utilizada uma balança de precisão e realizado o comparativo entre os tipos de materiais, obtendo os seguintes resultados:

- Parafuso Classe 8.8: Obteve 1,51% de perda de massa;
- Parafuso Classe 5.8: Obteve 11,55% de perda de massa;
- Parafuso Inox 304: Obteve 0,03% de perda de massa.

Os resultados desta análise podem ser observados nos comparativos abaixo:

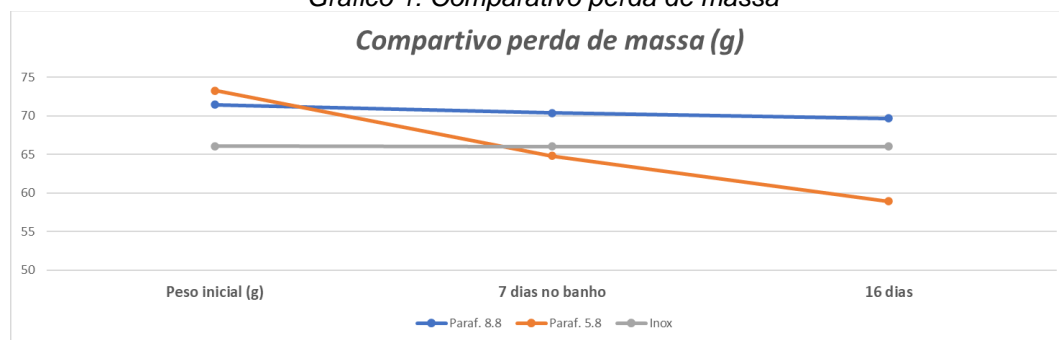
Tabela 1: Comparativo perda de massa

COMPARATIVO DA PERDA DE MASSA				
	DADOS	Paraf. 8.8	Paraf. 5.8	Inox
23/10/2020	Peso inicial (g)	71,436	73,2643	66,0703
30/10/2023	7 dias no banho	70,3601	64,8044	66,051
08/11/2023	16 dias	69,6762	58,9547	66,0377
	% Corrosão 7 dias	-1,51%	-11,55%	-0,03%
	% Corrosão Total	-2,46%	-19,53%	-0,05%

Fonte: Autores (2023)

O gráfico 1 ajuda a visualizar o comportamento da perda de massa em ambos os tipos de parafusos que foram expostos ao processo

Gráfico 1: Comparativo perda de massa



Fonte: Autores (2023)

Pelo gráfico da perda de massa, podemos observar o comportamento da degradação em relação a perda de massa, o parafuso de aço carbono da classe 5.8

ARTIGO

apresentou uma degradação mais agressiva podendo impactar na performance do processo. O material de aço carbono da classe 8.8 obteve uma pequena degradação, já o inox 304 teve melhor performance no processo, mostrando menor perda de massa em relação aos demais materiais.

O método de acompanhamento da perda de massa foi realizado através da balança de precisão, conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9: Pesagens dos parafusos

ANÁLISE PARAFUSO CLASSE 5.8		
ANÁLISE PERDA DE MASSA		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		
ANÁLISE PARAFUSO CLASSE 8.8		
ANÁLISE PERDA DE MASSA		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		
ANÁLISE PARAFUSO CLASSE INOX 304		
ANÁLISE PERDA DE MASSA		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		




Fonte: Autores (2023)

ARTIGO

2.6.3.2 Aspecto físico

Na avaliação do aspecto físico, o parafuso Classe 5.8 apresentou uma corrosão mais agressiva, obtendo uma degradação visual aparente conforme ilustrado na figura 10,

Figura 10: Degradação parafuso classe 5.8

ANÁLISE PARAFUSO CLASSE 5.8		
ANÁLISE VISUAL		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		

Fonte: Autores (2023)

Os parafusos Classe 8.8 e Inox 304 apresentaram uma maior resistência ao processo no comparativo visual, onde tiveram menor desgaste aparente em relação ao parafuso classe 5.8.

Figura 11: Degradação visual parafuso Classe 8.8 e Inox 304

ANÁLISE PARAFUSO CLASSE 8.8		
ANÁLISE VISUAL		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		
ANÁLISE PARAFUSO CLASSE INOX 304		
ANÁLISE VISUAL		
ANTES	DEPOIS: Medição 7 dias	DEPOIS: Medição 16 Dias
		

Fonte: Autores (2023)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho realizado, podemos constatar que a utilização do Ferbon FE 98 como insumo no processo produtivo, torna o ambiente extremamente agressivo a corrosão em materiais metálicos, necessitando um estudo analítico para definição do material adequado para utilização no processo.

Através dos resultados obtidos, pode-se verificar que materiais em aço carbono sem adição de ligas são mais suscetíveis a agressividade do processo, podendo ser observado nos testes de perda de massa do parafuso classe 5.8 onde em 7 dias degradou 11,5% obtendo uma degradação total de 19,53% em um período de 16 dias em relação ao estado inicial, também foi possível visualizar o aspecto visual, onde foram aparentes os aspectos de degradação neste tipo de material.

O material em aço carbono da classe 8.8 que possui adição de ligas auxiliares em sua composição, apresentou uma boa resistência ao processo, obtendo uma degradação de 2,46% no final do período de 16 dias, menor valor em relação ao parafuso da classe 5.8.

Materiais em aço inox apresentam maior resistência ao processo, tendo apenas 0,05% de degradação em sua massa, sendo o mais indicado para utilização como elementos de fixação dos componentes dos tanques, porém também sofrem a corrosão, necessitando um plano preventivo de manutenção efetuando a substituição periódica, garantindo maior confiabilidade ao processo.

ARTIGO

REFERÊNCIAS

ASSIS, Sergio L. de. Estudo comparativo de ensaios acelerados para simulação da corrosão atmosférica. 2000.

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FARIA, C. Galvanização; Brasil Escola. [online]. <<http://www.infoescola.com/quimica/galvanizacao/>>. Acesso em 14 de set. de 2017.

LAUDONIO, F. Corrosão de Estruturas. 2013. [online].<http://www.icz.org.br/upfiles/fckeditor/file/923-Revista_Engenharia_Civil_Corrosao_de_Estruturas_Junho_de_2013.pdf>. Acesso em 19 de set. de 2017.

MARTINS, Douglas Fróes. Estudo de banhos ácidos para substituição de banho alcalino cianídrico na eletrodeposição de zinco sobre pregos. 2009.

PANNONI, Fabio Domingos. Princípios da galvanização a fogo. Centro Brasileiro da Construção em aço. São Paulo, 2008.



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