



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS

CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

AMANDA BEATRIZ DA SILVA

**ANÁLISE DA CORROSÃO EM APARELHOS DE UMA ACADEMIA DE
MUSCULAÇÃO NA CIDADE DE SÃO MIGUEL-RN**

PAU DOS FERROS

2020

AMANDA BEATRIZ DA SILVA

**ANÁLISE DA CORROSÃO EM APARELHOS DE UMA ACADEMIA NA CIDADE
DE SÃO MIGUEL-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
campus multidisciplinar Pau dos Ferros
do Curso Ciência e Tecnologia, da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido em cumprimento às exigências
legais como requisito parcial à obtenção
do grau de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sanderlir Silva
Dias

PAU DOS FERROS

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998 . O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586a Silva, Amanda Beatriz. Análise da corrosão em aparelhos de uma academia de musculação na cidade de São Miguel-RN / Amanda Beatriz Silva. - 2020.
45 f. : il.

Orientadora: Sanderlir Silva Dias.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2020.

1. Corrosão. 2. Triângulo da corrosão. 3. Aparelhos de academia. I. Dias, Sanderlir Silva, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AMANDA BEATRIZ DA SILVA

**ANÁLISE DA CORROSÃO EM APARELHOS DE UMA ACADEMIA DE
MUSCULAÇÃO NA CIDADE DE SÃO MIGUEL-RN**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

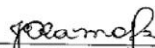
Defendido em: 05 / 02 / 2020

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Sanderlir Silva Dias

PRESIDENTE



Profa. Dra. Josy Eliziane Torres Ramos

1º MEMBRO



Bel. Celson Gomes de Holanda Júnior

2º MEMBRO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que nunca me abandonou, pela coragem e determinação e por ser o meu refúgio quando eu acreditava que nada fosse dar certo, mostrando o quanto sou capaz de vencer qualquer obstáculo na minha vida. Agradeço a minha mãe, Aleonice Costa da Silva, ao meu pai, Josê Pedro Filho que sempre se preocuparam e proporcionaram condições para que eu estudasse, nunca me deixando falta nada.

Agradeço a minha família, meus irmãos Alex Bruno da Silva e Angelica Bruna da Silva que sempre me incentivaram e em especial a minha avó (Maria Costa da Silva) que hoje não se encontra mais na terra mas que sempre me incentivou e teve bastante orgulho da pessoa que sou, ainda a guardo no meu coração com muitas lembranças.

Agradeço aos meus amigos e amigas que com pequena ou grande participação ajudaram a construir um pouco do que sou. Sempre me incentivaram a acreditaram. São muitos, mas nomeio especialmente meus amigos, Ketley Nohara Vieira de Araújo, Gizele Gonçalves de Lima, Alexsandro da Silva, De Assis Chaves, minha prima Rafaela Maria da Silva, minha amiga Naiara da Silva Pereira e Vanessa da Silva Oliveira por terem me ajudado gentilmente quando preciso e a todos os demais amigos não citados mas que são importante para mim.

Ao proprietário da academia, Nemezio Pereira, e ao instrutor Edson Diniz, agradeço pela contribuição e disponibilidade de ajudarem com os registros e entendimento de cada aparelho da academia.

Agradeço também em especial a minha orientadora Sanderlir Silva Dias que me ajudou a fazer esse trabalho e por ser um exemplo de profissional. E a todos os professores que já tive que me passaram sabedoria e foram importantes para minha formação. E também agradeço a banca por terem aceitado contribuir com esse trabalho.

A todos, meus mais sinceros agradecimentos!

“Dar o melhor de si é mais importante que ser o melhor”. (Mike Lerner)

RESUMO

A corrosão é um problema comum recorrente, sendo um dos fenômenos que causa vários prejuízos, pois necessita-se de gastos elevados para solucionar os danos causados às estruturas metálicas que estão dispostas a diferentes meios. Esses revestimentos são fundamentais para maior segurança, durabilidade, estética e maior tempo de vida do material. O trabalho presente tratou de um estudo desse fenômeno em aparelhos de uma academia de musculação localizada no município de São Miguel – RN. Os resultados apresentados neste trabalho são de casos analisados durante um período de três meses de acompanhamento, observando as mudanças das estruturas dos aparelhos utilizado na academia. A corrosão de morfologia uniforme foi um dos principais tipo de corrosão encontrada, porém outros tipos também foram detectados. Os aparelhos analisados são materiais bastante agredidos pelo suor humano, além dos esforços que são exercidos nos mesmos. Os resultados apresentaram o comparativo de aparelhos durante três meses através de registros fotográficos, onde é perceptível o quanto a corrosão atuou no material, e ao reconhecer o tipo de corrosão atuante, compreende-se a causa, a prevenção e a recuperação, com a ajuda do triângulo de corrosão que se trata do material, o meio e as condições operacionais que de acordo com o meio agressivo que os aparelhos encontravam-se, recomenda-se cuidados ainda maiores com esses aparelhos.

Palavras chaves: Corrosão. Triângulo da corrosão. Aparelhos de academia.

ABSTRACT

Corrosion is a common recurring problem, being one of the phenomena that causes several losses, as it requires high expenses to solve the damages caused to the metallic structures that are arranged in different ways. These coatings are fundamental for greater safety, durability, aesthetics and longer life of the material. The present work dealt with a study of this phenomenon in machines of a weight training academy located in the city of São Miguel - RN. The results presented in this work are from cases analyzed during a three-month follow-up period, observing the changes in the structures of the devices used in the gym. Corrosion of uniform morphology was one of the main types of corrosion found, but other types were also detected. The analyzed devices are materials that are severely attacked by human sweat, in addition to the efforts that are exerted on them. The results showed the comparison of devices for three months through photographic records, where it is noticeable how much corrosion acted on the material, and when recognizing the type of corrosion acting, the cause, prevention and recovery are understood, with the help of the corrosion triangle that concerns the material, the medium and the operational conditions that, according to the aggressive medium that the devices were in, even greater care with these devices is recommended.

Key words: corrosion. Triangle of corrosion. Gym equipment.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Equação iônica geral que rege a oxidação dos metais.....	16
Equação 2 - Equação de oxidação - Corrosão do ferro em presença de água e oxigênio	17
Equação 3 - Equação de redução - Corrosão do ferro em presença de água e oxigênio	17
Equação 4 - Equação de oxirredução - Corrosão do ferro em presença de água e oxigênio	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama simplificado de potencial e pH para o sistema Fe-H ₂ O.....	18
Figura 2 – Corrosão uniforme	19
Figura 3 – Corrosão por placas	19
Figura 4 – Corrosão alveolar	20
Figura 5 – Corrosão por pite	20
Figura 6 – Corrosão intergranular (micrografia)	21
Figura 7 – Corrosão intragranular (micrografia)	21
Figura 8 – Corrosão filiforme	22
Figura 9 – Corrosão em torno do cordão de solda.....	22
Figura 10 – Empolamento pelo hidrogênio.....	23
Figura 11 – Corrosão por esfoliação.....	23
Figura 12 – Triângulo da corrosão	25
Figura 13 – Organograma da Pesquisa.....	30
Figura 14 – Localização de São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil.....	31
Figura 15 – cadeira abdutora da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	31
Figura 16 – Aparelho leg press da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	33
Figura 17 – Elevação pélvica da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	34
Figura 18 – aparelho de panturrilha da academia de musculação na cidade de São Miguel-RN.....	35
Figura 19 – aparelho hack da academia na cidade de São Miguel-RN.....	36
Figura 20 – cadeira extensora da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	37
Figura 21 – Elevação de ombro da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	38
Figura 22 – Puxador da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	38
Figura 23– Anilhas da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.....	39
Figura 24 – Anilha de borracha.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ex. Exemplo

Et al E outros

Etc. Etcetera

Fem Força eletromotriz

pH/. Potencial Hidrogeniônico

Resis. Resistência

RN. Rio Grande do Norte

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

US\$ Dólar dos Estados Unidos

V Volt

°C Graus Celsius

mm Milímetro

g Grama

m^2 Metro quadrado

° Graus

m Metro

km^2 Kilômetro quadrado

km Kilômetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
3	REVISÃO TEÓRICA.....	15
3.1	Corrosão.....	15
3.1.1	Corrosão e economia	15
3.2	OXIDAÇÃO-REDUÇÃO	16
3.3	Formas de corrosão	18
3.3.1	Uniforme.....	18
3.3.2	Por placas	19
3.3.3	Corrosão alveolar	19
3.3.4	Por pites	20
3.3.5	Intergranular	20
3.3.6	Intragranular	21
3.3.7	Filiforme.....	21
3.3.8	Em torno da solda	22
3.3.9	Empolamento pelo hidrogênio	22
3.3.10	Esfoliação.....	23
3.4	As causas ou mecanismos.....	23
3.5	Os fatores mecânicos.....	24
3.6	O meio corrosivo.....	24
3.7	Triângulo da corrosão	25
3.8	Aparelhos de musculação.....	26
3.9	Métodos de combate a corrosão.....	26
3.9.1	Tintas e pintura.....	28
3.9.2	Abordagens em trabalhos anteriores	28
4	METODOLOGIA.....	30
4.1	Método de pesquisa	30
4.2	Características do município (São Miguel-RN)	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5.1	Casos estudados	32
5.2	Soluções de proteção.....	39
	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Um dos motivos que muito interfere na eficiência de equipamentos e materiais é a corrosão. É um processo químico ou eletroquímico, em geral um processo espontâneo, que frequentemente transforma os materiais metálicos de maneira que as suas resistências e desempenhos acabam não atendendo os fins a que se destinam. Por essa razão, esse fenômeno ocorre em muitos tipos de materiais, porém é mais comum quando associado aos metais e suas ligas. Há um tempo a corrosão vem gerando preocupações pois essas manifestações indesejadas vêm causando prejuízos, com isso o estudo de suas causas e soluções se tornaram essenciais (GENTIL, 2011).

A corrosão geralmente atua na área de separação através do material e do meio em que ele se encontra (OLIVEIRA, 2012). Nos materiais metálicos, o problema da corrosão apresenta medidas importantes, em questões econômicas, aproximadamente 5% da receita de uma nação industrializada foi avaliada com gastos na precaução, manutenção ou substituição de materiais afetados pela corrosão (CALLISTER, 2012).

Há em vista diferentes formas de corrosão, estudos e combate a corrosão, por isso é de suma importância o conhecimento das mesmas. Os tipos de corrosão podem ser analisados levando em consideração a aparência ou a forma, onde podem ser apresentadas em razão da sua morfologia, da causa ou mecanismo, dos fatores mecânicos, do meio corrosivo e da localização de seu ataque. O conhecimento do tipo de corrosão auxilia na determinação das medidas de proteção a serem empregadas no material (GENTIL, 2011).

É importante que o material seja adequado para o ambiente e o meio que estará submetido, a definição das condições operacionais é um dos passos importantes para que se minimizem os problemas da corrosão. Dependendo do meio, o uso de pinturas e também outras técnicas contribuem para que se atinja uma boa proteção. Essas etapas devem ser analisadas, porque quando não se faz um estudo apropriado para fazer o reparo, o efeito da corrosão pode piorar ainda mais em um curto intervalo de tempo, e em vez de proteger o material, pode aumentar a velocidade da corrosão (GENTIL, 2003).

Dessa forma, por sua natureza, a corrosão pode prejudicar diversas estruturas metálicas, como os aparelhos de academia. Segundo a empresa Junior de engenharia (peqengenhariajr, 2017), a corrosão em aparelhos de academia é um problema muito comum e observado no dia a dia. Quando os aparelhos estão assim ficam sem beleza, podem se tornar inadequados para a utilização

e até causar acidentes, nessas condições é necessário a reparação dos aparelhos, trazendo danos e perdas financeiras.

No município de São Miguel-RN, foi observado que há algumas academias de musculação para que a população possa praticar exercícios físicos. Nestas academias existe um grande número de aparelhos de metais e estes passam por manutenções frequentemente. Desse modo, o estudo de caso na área da corrosão em aparelhos de academia pode contribuir para que haja uma maior eficiência na escolha e mais cuidados com esses instrumentos. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso em uma academia de musculação, localizada no município de São Miguel-RN, que possibilitou identificar e analisar a presença de corrosão nos aparelhos do estabelecimento.

2 OBJETIVOS

- **GERAL**

- ✓ Realizar um estudo de caso da corrosão em aparelhos de academia, compreender os fatores da corrosão e sugerir possíveis soluções preventivas e controlar a sua manifestação.

- **ESPECÍFICOS**

- ✓ Entender o processo da corrosão e suas causas.
- ✓ Procurar métodos e mecanismos de proteção.
- ✓ Analisar os casos de corrosão em aparelhos de academia.
- ✓ Demonstrar soluções a partir do conhecimento adquirido.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Corrosão

A corrosão pode ser definida de forma geral como “A deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associado ou não a esforços mecânicos”. (GENTIL, 2003, p. 1). Esse conceito é bastante abrangente, inclui desde os materiais metálicos aos não metálicos. O foco no trabalho será sobre a corrosão no metal. “A corrosão metálica é um processo eletroquímico que tem lugar no meio aquoso. A corrosão acontece quando é formada uma película de eletrólito sobre a superfície dos fios ou barras de aço”. (CASCUDO, 1997).

Desde muito tempo a corrosão já é um problema, porém mesmo sendo antigo, os primeiros conceitos sobre a oxidação dos metais foram pelo meio do século XVIII, e no século XIX foi provado o mecanismo eletroquímico da corrosão. E no século XX os estudos foram mais aprofundados na área, e o que levou essa principal motivação nesses estudos na área foi a exploração do petróleo (GENTIL, 2003).

3.1.1 Corrosão e economia

O fenômeno da corrosão que acontece através das ligações químicas ou eletroquímicas relacionadas principalmente aos metais. Esse contato causa alterações nas características físicas do material, fazendo com que suas propriedades diminuam o desempenho e a durabilidade, e isso acaba impactando na área econômica. (GENTIL, 2011).

É possível relatar o quanto esses problemas de corrosão trazem vários prejuízos, pois os gastos para a manutenção, prevenção ou substituição dos metais geram altos custos. Nos países mais industrializados foi estimado que aproximadamente 5% das receitas de uma nação industrializada são gastos em manutenção m prevenção ou substituição de materiais danificados devido as reações da corrosão (CALLISTER, 2012).

Economicamente, essas perdas podem ser tanto diretas como indiretas. Sendo perdas diretas quando os custos associados a inibição da corrosão, a manutenção ou a substituição da peça. E as perdas indiretas são aquelas que trazem mais prejuízos, mas geralmente não se pode quantificar. (GENTIL, 2003).

3.2 OXIDAÇÃO-REDUÇÃO

O procedimento do fenômeno da corrosão, ocorre devido ao passar do tempo o material tenta chegar ao seu estado natural, o qual é um estado de energia de menor potencial, portanto, para isso passa por um processo de oxirredução, onde o material oxida, ou seja, perde elétrons para uma substância que está localizada no meio que reduz, assim há a possibilidade do metal se tornar novamente estabilizado termodinamicamente. A causa desses materiais metálicos estarem submetidos a sofrerem corrosão, é pelo fato do seu processamento de minérios e minerais. Quando esses materiais metálicos estão em seu estado natural, eles se encontram na forma de óxidos e estabilizados, pelo processo de metalurgia, e são levados a um ponto de energia mais alto, para poder ser transformado em materiais (SALAZAR-JIMÉNEZ, apud 2015; OLIVEIRA, 2012).

A corrosão representa a danificação dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. A corrosão representa a danificação dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. Levando em consideração a empregabilidade dos materiais na construção de algum tipo de equipamento é fundamental que estes materiais sejam resistentes a ação de muitos meios corrosivos e que apresente boas propriedades mecânicas e uma boa característica de fabricação correta. Como a ênfase aqui tratada será sobre a corrosão dos materiais metálicos (ABRACO, 2016).

A corrosão por um processo químico muitas vezes eles são analisados no dia-a-dia e em situações ambientais normais, e ocorre principalmente quando o material é exposto a temperaturas elevadas, por isso são mais frequentes em ambientes industriais no qual tem se tem condições bem diversas (ABRACO, 2016). Já a corrosão eletroquímica ocorre automaticamente na natureza, e ela se trata da mais comum. Nela, quando o material entra em contato com o eletrólito criada uma área anódica (oxidação) e uma área catódica (redução), esse processo é chamado de oxirredução (FRAUCHES-SANTOS, et al. 2013). Os metais em geral apresentam potenciais de oxidação maior, devido ele cederem elétrons, e com isso, possuem a maior tendência de se oxidarem. (GENTIL, 2011).

A Equação 1, representa a equação geral da oxidação dos metais (Gentil, 2003):



Onde ‘M’ é o metal e ‘n’ o número de elétrons cedidos.

Um dos exemplos mais comum de oxirredução utilizado é o da corrosão do elemento ferro em presença de água e oxigênio. Serão demonstradas pela equação 2, 3 e 4 (GENTIL, 2003).

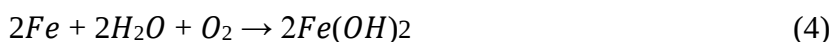
A equação (2) é a da oxidação do ferro, representada por:



A equação (3) representa a redução dada por:



E por fim, a equação 4 que representa o processo de oxirredução:



De acordo com a tabela de potenciais padrão de redução fornecida no livro (Brown, et al, 2009) é possível determinar prescrever se as reações mostradas nas equações acima ocorrem espontaneamente ou não. O potencial de redução das semi-reações e a diferença de potencial formada pelas mesmas é de:

$$\text{Catodo:} \quad E^{\circ}_{\text{red}} = -0,44 \text{ V}$$

$$\text{Anodo:} \quad E^{\circ}_{\text{red}} = +0,40 \text{ V}$$

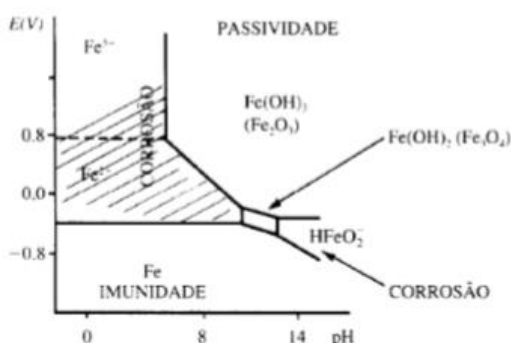
A força eletromotriz padrão para essa reação é de:

$$\Delta E^{\circ} = +0,40\text{V} - (-0,44\text{V}) = +0,84\text{V}$$

Com isso, observado que $\Delta E^{\circ} > 0$ significa que essa reação ocorre espontaneamente. Independente da resistência do material, a depender do meio que ele se encontra, ele estará sujeito a corrosão. Em alguns casos uma película protetora no material protegeria o mesmo de danos (GENTIL, 2003). É possível saber se o meio em que o material está inserido estará imune ou se formará a camada de passivação, uma das formas muito utilizada é observando o diagrama de Pourbaix (Figura 1). O diagrama se trata de um gráfico o qual o é possível encontrar informações relacionando o potencial e o pH, ele geralmente é utilizado para metais puros (PANNONI, 2015).

A Figura 1 apresenta a simplificação do diagrama de Pourbaix para o sistema Fe-H₂O a 25°C. Entretanto, este diagrama mostra o comportamento esperado para este metal em água pura.

Figura 1 – Diagrama simplificado de potencial e pH para o sistema Fe-H₂O.



Fonte: Gentil, 2003.

3.3 Formas de corrosão

Segundo Oliveira apud Gentil 2011, a corrosão pode ser uniforme, por placas, alveolar, puntiforme, intergranular, intragranular, filiforme, por esfoliação, galvânica e pode receber outros nomes que justifiquem a forma analisada.

É de fundamental importância o conhecimento acerca dos processos corrosivos para a prevenção problemas que futuramente possam acontecer. Sendo assim, apesar das várias tentativas de identificação, é importante conhecer as suas formas de manifestação (PANNONI, 2015).

3.3.1 Uniforme

Segundo Gentil (2011), a corrosão uniforme é a perda distribuída do material em toda a superfície, esse tipo cresce de forma generalizada, com isso ocorre a perda uniforme em toda parte superior do material. É o tipo de corrosão mais comum, principalmente quando se acompanha algum tipo de corrosão externa. Em relação ao desgaste, esse tipo de corrosão é um dos tipos mais preocupantes, pois ele diminui a espessura e pode causar falhas em materiais e equipamentos. Na Figura 2 tem-se uma representação de como se manifesta a corrosão uniforme.

Figura 2: Corrosão uniforme.



Fonte: Gentil (1996).

3.3.2 Por placas

Esse tipo de corrosão não é localizado em toda sua extensão e sim em locais da superfície metálica, ela ocorre pelo desprendimento de placas, de pequena profundidade e de maior diâmetro (OLIVEIRA, 2012). Na Figura 3 tem-se a representação dessa morfologia.

Figura 3: Corrosão por placas.



Fonte: (Oliveira, 2012).

3.3.3 Corrosão alveolar

Se dá na superfície metálica ocasionando fissuras com certa profundidade, que em relação ao seu diâmetro de superfície são sempre inferiores. Sua principal característica são fissuras bem similares a alvéolos com fundo arredondado. É um tipo de corrosão localizada (OLIVEIRA, 2012). A Figura 4 retrata esse tipo de corrosão que ocorre de forma localizada.

Figura 4: Corrosão alveolar.



Fonte: Blog engenheiro de materiais (2017).

3.3.4 Por pites

É também uma forma muito localizada de ataque corrosivo, na qual são formados pequenos buracos na superfície metálica. É um tipo de corrosão altamente enganadora, pelo fato de frequentemente não ser detectado e acaba causando uma perda de material muito pequena até acontecer a falha (CALLISTER, 2012). A Figura 5 simboliza esse tipo de corrosão.

Figura 5: Corrosão por pites.



Fonte: Gentil (1996).

3.3.5 Intergranular

Simbolizada na Figura 6 ocorre entre os grãos ou cristais da rede cristalina do material metálico, neste tipo de corrosão ocorre à danificação do material por meio dos contornos de grãos da rede, enfraquecendo a ligação com a matriz, ocasionando na perda de propriedades mecânicas, podendo fraturar quando submetido a esforços mecânicos, ocorrendo, por exemplo, em torno dos cordões de solda.

Figura 6: Corrosão Intergranular.

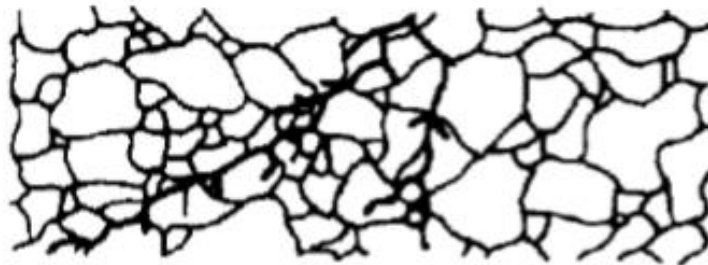


Fonte: Gentil (1996).

3.3.6 Intragranular

A Figura 7 representa a corrosão intragranular, ela ocorre dentro dos cristais da rede cristalina, há perda das propriedades mecânicas, deixando o material sensível a esforços mecânicos, podendo o mesmo vir a fraturar a qualquer instante (OLIVEIRA, 2012).

Figura 7: Corrosão Intragranular.



Fonte: Gentil, 1996.

3.3.7 Filiforme

Se processa em toda a superfície, se manifesta de forma generalizada em toda a extensão corroída na forma de finos filamentos, que não são profundos, se espalham em diferentes direções e que não excedem, admite-se que o produto de corrosão, em estado coloidal, apresenta carga positiva, por isso a repulsão (GENTIL, 2011). A figura 8 representa esse tipo de corrosão.

Figura 8: Corrosão filiforme.

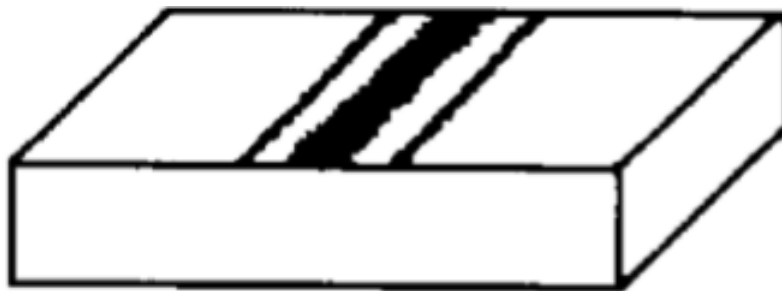


Fonte: (Gentil, 2011).

3.3.8 Em torno da solda

É um tipo de corrosão perceptível em torno de cordão de solda, está representado na Figura 9. Ela se dá pelo fato do uso de tratamentos térmicos diferentes para um mesmo material metálico, se o material da solda for o mesmo do material a ser soldado, a corrosão se dá pela existência da diferença de potencial entre as regiões que foram expostas em temperaturas diferentes, pois o aquecimento do local interfere na modificação da microestrutura da peça (GENTIL, 2003).

Figura 9: Corrosão em torno da solda.



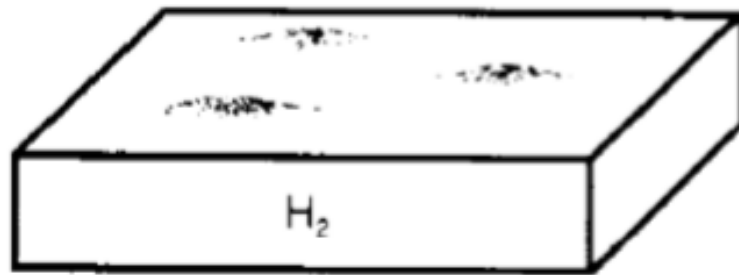
Fonte: Gentil (1996).

3.3.9 Empolamento pelo hidrogênio

O empolamento pelo hidrogênio acontece quando o hidrogênio atômico penetra no material e pelo fato do seu pequeno volume ele se difunde nos vazios e descontinuidades. A Figura 10 representa esse tipo de corrosão, logo depois esse hidrogênio se transforma em hidrogênio

molecular (H_2), sendo assim, essa expansão cria uma bolha que pode vir a fraturar o metal (OLIVEIRA, 2012).

Figura 10 – Empolamento pelo hidrogênio.



Fonte: Gentil, 1996.

3.3.10 Esfoliação

A Figura 11 apresenta o tipo de corrosão por esfoliação. É um tipo de corrosão que depende da estrutura da corrosão localizada (geralmente intergranular), ou seja, que ela pode ser vista como o resultado de outro tipo de corrosão. É conhecida por apresentar camadas com laminação simultânea à superfície metálica, dos quais os produtos da corrosão buscam formar uma espécie de inchaço ou fissura no material metálico expondo as camadas, antes internas, ao ataque. (OLIVEIRA, 2012).

Figura 11: Corrosão por esfoliação



Fonte: Gentil, 1996.

3.4 As causas ou mecanismos

Entre as causas e os mecanismos tem-se a corrosão por aeração diferencial, eletrolítica ou por correntes de fuga, galvânica, relacionadas solicitações mecânicas, seletiva (grafítica e

dezinificação) em torno do cordão de solda, empolamento ou fragilização pelo hidrogênio (GENTIL, 2003).

A corrosão eletrolítica é provocada por correntes muito conhecidas por correntes de fuga, esse tipo de corrente devido as possíveis falhas no isolamento ou no aterramento chegam a alcançar até mesmo as estruturas enterradas. Com isso, é possível identificar que esse tipo de corrosão se trata de um processo não espontâneo, u seja, trata-se de uma corrosão por processo não espontâneo, através de aplicação de corrente externa (MERCON, et al. 2004).

A corrosão galvânica é provocada quando dois materiais metálicos estão em contato elétrico. Devido existir diferenças de potenciais entre os materiais acontece a corrosão. Sendo assim, quanto mais separados estiverem esses materiais na tabela de potencial mais profunda será a corrosão. (ABRACO, 2016).

A corrosão por aeração diferencial ela acontece quando se tem variações na concentração de oxigênio no eletrólito. Nessa concentração são as pilhas de aeração, onde há a região e a região catódica, a anódica é a menos aerada, e a catódica a que contém maior concentração de oxigênio. Esse é um tipo de corrosão comum na interface de saída de uma estrutura do solo ou da água para a atmosfera. (ABRACO, 2016).

3.5 Os fatores mecânicos

Segundo Gentil (2003), os fatores mecânicos da corrosão que atinge maior destaque é a corrosão associada à erosão, sob tensão e sob fadiga. O desgaste na superfície exhibe o metal fazendo com que o metal fique suscetível a corrosão, outro desgaste remove a película do produto da corrosão submetendo-se a um novo desgaste e sendo assim, a repetição do processo corrosão-erosão desenvolve as perdas (ABRACO, 2016).

Geralmente a corrosão sob tensão é resultado de execuções de soldagem, estampagem e dobramento. As duas últimas são deformações a frio. Na corrosão sob tensão tem-se consequências como o aparecimento de trincas que podem causar a fratura do material, isso ocorre devido as solicitações estáticas. Já a corrosão sob fadiga, quando atinge o limite da fadiga se rompe, isso devido as solicitações cíclicas do material (GENTIL, 2003).

3.6 O meio corrosivo

No meio de diversas formas de corrosão, os ambientes que causam esses problemas incluem, a atmosfera, soluções aquosas, solos, ácidos, solventes inorgânicos, saia fundidos, metais

líquidos e também o corpo humano. A corrosão atmosférica é a principal responsável pelas maiores perdas. A umidade conter o oxigênio dissolvido se torna um grande agente corrosivo, porém, outras substâncias também ajudam a essa corrosão, como substâncias compostas por enxofre e o cloreto de sódio também pode ajudar bastante. (CALLISTER, 2012).

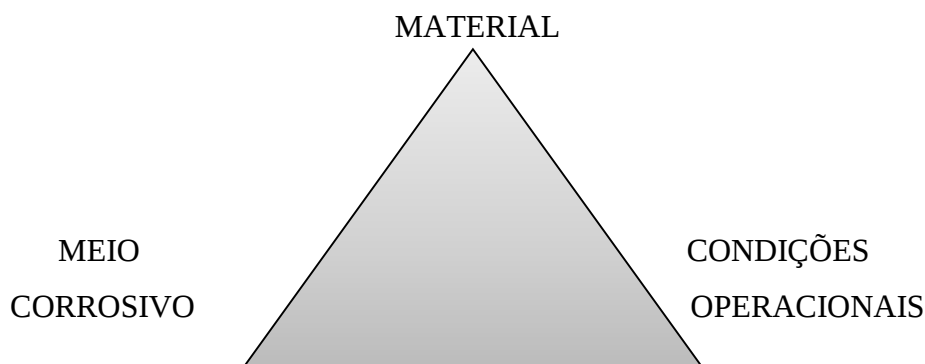
Os principais fatores que agem de forma corrosiva são, a umidade relativa, substâncias poluentes, temperatura e tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica. Além desses, outros fatores importantes que devem ser levados em consideração são a intensidade e direção do vento, variações de climas de temperatura e umidade, chuvas e insolação. (GENTIL, 2011).

A água também é problema para o meio corrosivo, pois nele há vários eletrólitos em grandes ou pequenas quantidades e são esses exemplos os microrganismos, sais minerais, resíduos químicos, ácidos ou bases e gases dissolvidos. E se tratando da água do mar, esta acompanha um forte de sais, tornando-a bastante agressiva. (MAGNAN, 2011).

3.7 Triângulo da corrosão

É de fundamental importância entender o triângulo da corrosão, pois o mesmo é relevante para a identificação das principais causas das modificações da estrutura do material. Segundo Gentil (1996), o estudo de três conjuntos de variáveis é essencial para indicar as causas que levaram o material iniciar o processo corrosivo e com isso procurar um material mais adequado para ser utilizado em determinados equipamentos ou instalações. Esse conjunto forma o triângulo da corrosão, onde seus 3 vértices são: o material metálico, o meio corrosivo e as condições operacionais.

Figura 12 – triângulo da corrosão



Fonte: Autoria própria (2019).

3.8 Aparelhos de musculação

[A primeira academia que surgiu no Brasil, foi no ano de 1914 em Belém, ela uma academia em moldes comerciais, com a atividade de jiu-jitsu ensinada pelo japonês Conde Koma. Depois as academias se espalharam por todo o país, permitindo diversas atividades, desde ginástica e musculação]. (Capinussú & Costa, 1989)

As academias se expandiram quando houve a necessidade de maior segurança, pois os parques, praças e ruas tornavam-se perigosos, e o aumento da população acabou impedindo a movimentação livre (Segundo Pereira 1996).

Os aparelhos das academias são a maioria feitos de materiais metálicos. E os metais devem-se receber bastante atenção a depender do meio em que ele se encontra (NAKAMURA, 2014).

Por estética ou pelo preço, a maioria dos aparelhos são de ferro, estes custam um preço menor elevado. Portanto, não é interessante efetuar a compra se baseando apenas no preço da peça. A durabilidade e manutenção devem ser levadas em consideração antes e depois da compra. (NAKAMURA, 2014).

3.9 Métodos de combate a corrosão

Algumas técnicas mais gerais para prevenir a corrosão é selecionar bem os materiais desde que o ambiente da corrosão seja conhecido (CALLISTER, 2012). Em alguns casos é inevitável a corrosão. Com isso é usado algumas estratégias para diminuir os danos causados, e aplicando técnicas que existem para desacelerar esse problema. (WINKLEMAN, et al. 2011).

A alteração da natureza do ambiente também pode contribuir para que ocorra a corrosão. Um dos métodos de proteção anticorrosiva são os revestimentos e a proteção catódica (CALLISTER, 2012). Uma técnica que pode ser usada na ajuda contra o ataque da corrosão é o de inibidores. Os inibidores se tratam de substâncias orgânicas ou inorgânicas, que ao serem aplicadas ao meio corrosivo previnem ou diminuem os efeitos causados pela corrosão. (FRAUCHES-SANTOS, et al. 2013). Segundo (CALLISTER, 2012), os inibidores agem de várias formas, e uma dela tem como objetivo criar uma película de passivação no material fazendo com que seja protegido, porém o inibidor depende tanto da liga quanto como do ambiente corrosivo.

Para que a utilização dos inibidores seja satisfatória é preciso considerar fundamentalmente quatro aspectos, o primeiro corresponde as causas da corrosão no sistema, a fim de identificar os problemas que podem ser solucionados com o emprego de inibidores. Em segundo lugar, vem o custo da sua utilização, para verificar se excede

ou não o das perdas originadas pelo processo corrosivo. Em terceiro vem as propriedades e os mecanismos de ação dos inibidores a serem usados, a fim de verificar sua compatibilidade com o processo em operação e com os materiais metálicos usados. E por último, vem as condições adequadas de adição e controle, para evitar possíveis inconvenientes (GENTIL, 2011, p. 225).

Esses revestimentos para proteção da corrosão podem ser classificados como orgânicos (resinas, tintas entre outros), inorgânicos (cimentos, esmaltes e entre outros) e metálicos (cromo, alumínio, entre outros) (GENTIL, 2003).

O método proteção catódica consiste em transformar o potencial da armadura abaixo do potencial da corrosão, por meio de uma corrente constante de longos períodos. O processo de aplicação representa a eliminação da região anódica, pressionando ao material possuir comportamento catódico (GENTIL, 2011).

O anodo de sacrifício é um emprego de par galvânico o qual significa colocar o metal a ser protegido em contato com outro que seja mais propenso a se oxidar no ambiente que ele estará localizado (CALLISTER, 2012).

O processo de galvanização é simplesmente o processo aplicado por imersão a quente, uma camada de um metal sobreposto a outro metal que se deseja proteger, o primeiro metal deve ser anódico quando em contato com o meio, e para permitir uma boa proteção, corroer em um processo lento. Com isso, a energia fornecida continua por uma fonte externa que funciona, o fornecimento de energia continua por uma fonte externa funciona ligando o terminal negativo da fonte ao metal que se deseja proteger, e o outro terminal ligado a um anodo inerte imerso no eletrólito assim o circuito elétrico é fechando (CALLISTER, 2012).

É importante também que para o combate da corrosão que durante a fase de projeto possa ter observação de pontos que sejam mais sensíveis a corrosão para propiciar a proteção da estrutura como um todo. Sendo assim, deve-se prestar atenção em pontos que estejam mais sujeitos a solicitações mecânicas (CALLISTER, 2012). Escolhendo os melhores métodos, necessitam vale ressaltar as questões econômicas, e essa condição é vista como primordial, mas nem por isso a melhor técnica de combate é a que vai ser utilizada, há de se analisar o custo-benefício (GENTIL, 2003).

3.9.1 Tintas e pintura

A tinta é o método mais comum e utilizado no combate à corrosão pelo preço não ser elevado e a facilidade de aplicação. É um revestimento não metálico de natureza orgânica. (OLIVEIRA, 2012). A tinta quando aplicada sobre a superfície de um material passa por um método de secagem se tornando um filme sólido de espessura bem fina, em que é esperado: impermeabilidade, aderência e flexibilidade. (FRAUCHES-SANTOS, et al. 2013)

A aplicação da pintura sobre a superfície do material metálico deve seguir algumas etapas, para que se tenha uma melhor resistência e uma proteção adequada para o material. As etapas para a realização da pintura são seguidas de três tipos, de tinta: o primer, a tinta intermediária e a tinta de acabamento (OLIVEIRA, 2012). É importante que antes de usar a tinta seja feita a limpeza da superfície, ou seja, retirar de todo o material algo que possa estragar o contato da tinta com a superfície do material metálico, como, graxas, poeiras, gorduras, tintas e entre outros. Sobre os meios de remoção que podem ser utilizados para a limpeza dos materiais metálicos são pode ser usado o solvente (GENTIL, 2003).

Com relação a ordem da aplicação das tintas, a tinta primer deve ser aplicada primeiramente, deve-se ser aplicada diretamente no substrato, são as que a sua composição são os pigmentos chamados de anticorrosivos. Em seguida é feito a pintura com a tinta intermediária, essas tintas costumam ser usadas para aumentar a espessura do revestimento, tendo como objetivo melhorar as características de proteção por barreira do mesmo. Essa tinta é criada com alto teor de sólido para que possa apresentar altas espessuras por demão (GENTIL, 2011). E a terceira, a tinta de acabamento é aquela que ficará mais em contato com o meio corrosivo, por isso sua maior função é proporcionar resistências contra o ataque corrosivo e também leva em consideração a função estética em vários tipos de casos (MAGNAN, 2011).

3.9.2 Abordagens em trabalhos anteriores

Outros trabalhos abordaram o fenômeno da corrosão no município de São Miguel-RN, através de revisões bibliográficas e estudos de casos. Os estudos retrataram os processos corrosivos em portões metálicos e em estruturas de concreto armado, identificando o meio corrosivo e as condições operacionais que levaram a degradação do material.

Através dos estudos de casos realizados foram identificados os tipos de corrosão que se manifestam nos materiais, assim como as condições de exposição e operação dos mesmos. A ação corrosiva da atmosfera influenciada pela umidade do ar, condições de insolação e exposição às

chuvas favorece a deterioração dos materiais analisados. Com base nos resultados obtidos foram propostas possíveis soluções para reparar ou prevenir patologias em cada caso estudado.

4 METODOLOGIA

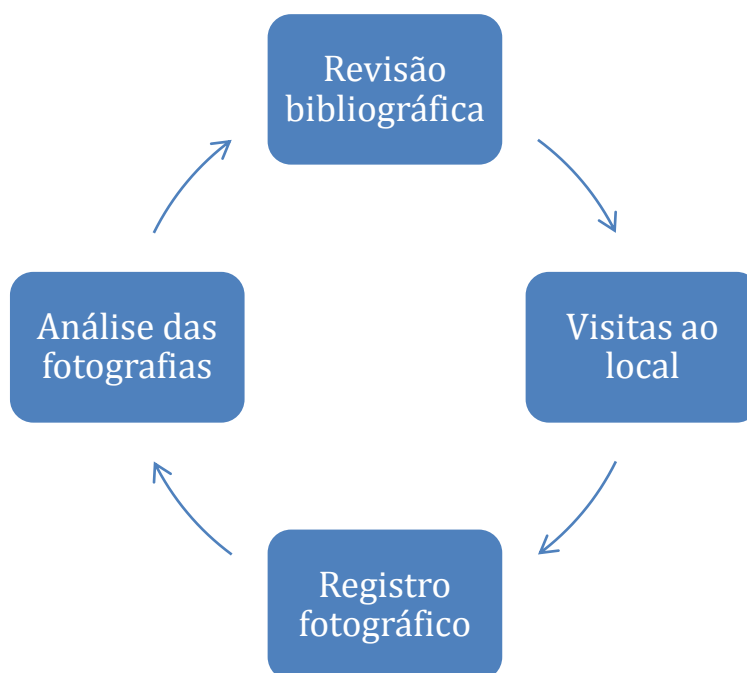
4.1 Método de pesquisa

Inicialmente, foi feita uma pesquisa sobre o referido tema em diversos meios, como livros, artigos, teses, blogs, revistas e outros materiais em meio eletrônico, a fim de buscar compreender um maior conhecimento sobre o fenômeno da corrosão. Simultaneamente, realizou-se um estudo de caso acerca da corrosão em aparelhos de uma academia de musculação na Academia Atividade NP localizada no município de São Miguel – RN.

E se tratando da coleta de dados, periodicamente foram feitas visitas ao local e registros fotográficos dos aparelhos. A análise é qualitativa e tem como critério o estudo específico do tipo de corrosão identificado no local frequentado. O acompanhamento foi realizado durante 3 com o intervalo de 30 dias meses para uma melhor compreensão dos casos.

Os registros fotográficos foram realizados por uma câmera de celular. O primeiro registro foi feito no mês de setembro de 2019 e os novos registros foram realizados em intervalos de 30 dias com o objetivo de registrar possíveis mudanças e comparar como atuou a velocidade da corrosão nos materiais analisados naquele meio.

Figura 13 – Organograma da Pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2 Características do município (São Miguel-RN)

São Miguel fica situado no estado do Rio Grande do Norte, a uma distância de 411 Km da capital Natal. O mesmo possui uma área de 166,233 km^2 (IBGE, 2016). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o último censo realizado em 2010 a população estimada neste ano era de 22.157 habitantes. Ainda de acordo com o IBGE, o clima da cidade é do tipo tropical chuvoso, com períodos chuvosos de janeiro a junho com temperaturas médias anuais mínimas de 21.0 °C, média de 28.1 °C e máxima de 36.0 °C. (IDEMA, 2008). De acordo ainda com o IDEMA, a umidade relativa média anual é de 66% e tem-se 2.700 horas de insolação. A cidade atualmente passa por uma grande escassez de água e a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) que antes abastecia a cidade não está mais sendo utilizada. A cidade é atualmente abastecida por carros pipas de poços particulares e de governos. A Figura 20 apresenta a localização geográfica da cidade de São Miguel.

Figura 14 – Localização de São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Chaves (2017, p. 38).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Casos estudados

Caso 1: Aparelho de academia /cadeira abductora localizada em uma academia na cidade de São Miguel-RN.

Na Figura 15 registra o aparelho de academia, a cadeira abductora. Esse aparelho havia sido pintado a cinco meses. A figura a esquerda demonstra a situação que estava o aparelho no mês de setembro, e a figura a direita retrata o aparelho após três meses.

Figura 15: Cadeira abductora localizada em uma academia na cidade de São Miguel-RN. Foto da esquerda tirada em setembro e foto da direita tirada em dezembro.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Pela Figura 15 observa-se que o aparelho após três meses se encontra com uma parte de sua superfície exposta e recoberta pelo óxido formado pelo processo corrosivo, evidenciando uma corrosão de morfologia uniforme onde não se tem mais a camada de tinta e também nos pontos de solda. Os fatores que geraram essa condição foram o suor humano, as pinturas excessivas, os movimentos repetitivos e as cargas elevadas.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 1

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: sujeita a esforços mecânicos.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Caso 2: Aparelho leg press localizado em uma academia na cidade de São Miguel RN.

Figura 16 – Aparelho leg press, registros fotográficos em duas datas, a da esquerda em setembro de 2019 e a da direita em dezembro de 2019.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 2

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte móvel do aparelho, sujeito ao toque o uso das mãos contribui para esse efeito corrosivo.

Meio: Exposto a umidade e produtos químicos. A graxa é um produto bastante utilizado para ajudar no movimento da máquina, a qual é submetida a cargas elevadas fazem movimentos repetitivos.

As cargas elevadas, o toque das mãos liberando no aparelho cloreto de sódio levaram a esse efeito corrosivo uniforme.

Caso 3: aparelho de elevação pélvica localizada em uma academia na cidade de São Miguel RN.

Na Figura 17 é apresentado o aparelho de elevação pélvica. O aparelho apresenta corrosão de morfologia uniforme. A imagem da esquerda foi registrada no mês de setembro e a imagem à direita 3 meses após.

Figura 17 – aparelho de elevação pélvicas fotográficos foram realizadas em duas datas diferente durante o acompanhamento.



Fonte: Autorial Própria, 2019.

A corrosão nesse aparelho se deu por conta das cargas elevadas além de cloreto de sódio,

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 3

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte móvel do aparelho que se sujeita a movimentos repetidos e a cargas elevadas.

Meio: o aparelho fica exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Caso 4: Aparelho de panturrilha localizado na academia localizado na cidade de São Miguel-RN.

Na Figura 18 encontra-se um registro do Aparelho de panturrilha: à esquerda tem-se a foto do mês de setembro e na figura a direita a do mês de dezembro.

Figura 18– Aparelho de panturrilha localizado na academia localizado na cidade de São Miguel-RN.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Essa aparelho que apresenta corrosão uniforme, houve essa evolução pela sua superfície devido as cargas elevadas e também pelo cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 4

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte do aparelho que se sujeita a movimentos e ao contato direto com as mãos, isso contribui para retirada do revestimento devido às solicitações mecânicas e também permite o contato com gordura, sais presentes no suor, entre outras substâncias que podem estar presentes nas mãos

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Caso 5: Hack localizado na academia localizado na cidade de São Miguel-RN.

Na Figura 19 encontra-se Aparelho chamado de Hack. O registro fotográfico à esquerda foi realizado no mês de setembro e na figura a direita o registro foi feito no mês de dezembro, para melhor observação do quanto avançou essa ação corrosiva.

Figura 19 – Hack localizado na academia localizado na cidade de São Miguel-RN.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Esse aparelho, devido a maior parte da sua parte móvel ser coberta de borracha, o aparelho houve um pequeno avanço corrosivo, pois ele há menos contato com as mãos, evitando assim, o cloreto de sódio em contato com o material.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 5

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte móvel do aparelho que é colocado a mão para melhor apoio o que contribui na retirada da tinta dos aparelhos.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Caso 6: cadeira extensora da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN.

Na Figura 20 encontra-se do lado esquerdo a cadeira extensora no mês de setembro e a direita a mesma cadeira no mês de dezembro, onde é notório as mudanças ocorridas.

Figura 20 – cadeira extensora da academia de musculação localizada na cidade de São Miguel-RN



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Esse aparelho houve um avanço corrosivo devido a sua carga elevada e principalmente pelo cloreto de sódio proveniente do suor humano, onde é possível observar atrás da foto que a parte que fica em contato com as pernas tem um avanço ainda mais considerado.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 6

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: é uma parte móvel do aparelho é sujeito a movimentos repetidos e que também utilizam o toque com as mãos, o aparelho também é sobrecarregado com pesos elevados.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Caso 7: Encontra-se na Figura 21 um aparelho chamado de elevação de ombro lateral, o mesmo apresenta na figura a esquerda o início de um processo corrosivo e a figura a direita apresenta o registro após três meses. Na figura apresentada é bem visível o quanto avançou a corrosão uniforme nesse material, devido ao ambiente ser úmido e também o contato com o suor humano.

Figura 21 – Elevação de ombro lateral



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 7

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte do aparelho sujeitos a solicitações mecânicas.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano além de outros produtos químicos utilizados na limpeza dos mesmos.

Caso 8: Na Figura 22 encontra-se uma parte do aparelho de um puxador, na figura a esquerda tem-se a foto do mês de setembro e na figura a direita a do mês de dezembro para poder observar as possíveis mudanças. Como o avanço de corrosão uniforme, onde essa aparelho atuou esse fenômeno principalmente devido o cloreto de sódio proveniente do suor humano.

Figura 22 – Puxador



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 8

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte do aparelho que ao contato direto com a pele humana.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano. Esse aparelho fica apoiado próximo as pernas e a sua parte superior ficam em contato com as mãos, que devido ao suor humano ajuda ainda mais nesse processo corrosivo.

Caso 9 Na Figura 23 é registrado anilhas, esses materiais são pesos utilizados para colocar em outras máquinas da academia, a qual podemos observar que se encontra com corrosão em quase toda sua superfície. Essa imagem foi registrada no mês de dezembro.

Figura 23 – Anilhas



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Identificação Triângulo da Corrosão para o Caso 9

Material: liga Fe-C.

Condições operacionais da área destacada: Parte do aparelho que se sujeita a cargas elevadas.

Meio: Exposto a umidade e a presença do cloreto de sódio proveniente do suor humano, onde as pessoas pegam as anilhas para colocarem nas máquinas, o desgaste também acontece pelo gasto desses pesos ficarem em todos os lugares como no chão e em lugares mais úmidos. Outro fator a ser citado é o atrito que acontece quando uma anilha dessas é colocada em cima das outras o que causa o atrito entre esses materiais ficando ainda mais susceptíveis a corrosão.

5.2 Soluções de proteção

Pelos casos apresentados, foi possível observar que a maioria dos casos apresentou a morfologia uniforme, esse resultado não surpreende pelo fato de todos os aparelhos estarem em um meio corrosivo bem agressivo que é uma academia de musculação, onde se encontra no meio úmido, com poeira e também alguns produtos químicos como a graxa, além de cargas elevadas e movimentos cíclicos e também o meio atmosférico além do suor humano.

A atmosfera de São Miguel- RN não é considerado muito agressivo, pelo fato de não ser uma cidade muito industrializada. Uma das formas de evitar a corrosão nesses aparelhos apresentados seria comprar materiais de aços inoxidáveis seria ideal, composto por ferro, cromo e carbono, por se tratar de um ambiente agressivo e juntamente aplicar alguns dos métodos de combate a corrosão. Entretanto o aço por ser um produto de preço elevado não é comumente utilizado.

A aplicação da pintura, mesmo com a grande agressividade do meio, ainda se torna muito útil se for feita de maneira correta. Visto que em alguns casos, há o contato direto das mãos aos materiais e esse contato direto causa impactos que podem vir a facilitar a remoção da tinta, sendo assim é importante que seja aplicada a pintura cumprindo todas as fases corretamente como: limpeza, aplicação do primer, aplicação da camada intermediária e de acabamento de modo a prevenir que a corrosão atinja o material compostos de ligas de ferro e aço, de forma a ter elevados gastos.

Para ter-se aparelhos bem protegidos, seria importante que em casa local do aparelho que seja necessário o contato com as mãos nos aparelhos fosse coberto com um material inerte como borrachas e os cuidados com os mesmos devem ser tomados antes, durante e depois da instalação. O trabalho com a solda do material também requer cuidado, deve-se evitar o contato bi metálico e desempenhar um tratamento adequado para amenizar os efeitos que podem surgir devido ao aquecimento da área. E após as instalações é recomendado ter cuidado e executar periodicamente a manutenção dos revestimentos que foram realizados nas fases anteriores.

Figura 24 – Anilha de borracha



Fonte: Rinofore

CONCLUSÃO

Há muitos métodos de proteção para o fenômeno da corrosão que podem ser utilizados para diminuir os problemas ocasionados, porém a escolha do método irá depender muito na forma que mais se ajusta cada caso vai depender do triângulo da corrosão que são os tipos do material, das condições operacionais e do meio em que ele está inserido, e claro que o custo benefício irá influenciar nessa escolha. A realização desse trabalho contribuiu para compreender melhor como atua o processo corrosivo nos aparelhos de academia de musculação, e são facilmente identificadas no dia a dia, visto que os aparelhos estudados a maioria foram encontrados corrosão de morfologia uniforme a qual foi causada principalmente pelo cloreto de sódio proveniente do suor humano e cargas elevadas nos mesmos. Sabendo quais são os meios que levam os materiais a serem atacados e a forma de protegê-los, assim ajuda em relação a escolha do material adequado a depender do meio e as condições que o mesmo estará submetido. Um conhecimento adquirido bastante importante foi compreensão dos vértices do triângulo da corrosão. Visto também a importância da tinta na prevenção da corrosão o qual se torna a proteção mais viável, inclusive se feita adequada passando pelos métodos necessários como também a substituição de anilhas de ferro por anilhas de borrachas, além de cobrir com borracha parte do material metálico onde há contato direto com a pele humano.

REFERÊNCIAS

ABRACO. Melhor Prevenir do que Remediar. **Revista proteção&corrosão**, v. 13, n. 61,p. 4, abr. 2016. ISSN 0100-1485.

As formas de corrosão. Engenheiro de materiais. Disponível em: < <http://engenheirodemateriais.com.br/2017/04/26/as-formas-de-corrosao/> >. Acessado em 02 de outubro de 2019.

BROWN, Theodore L. et al. Química: a ciência central. 9. ed. Pearson Prentice Hall, 2009.

CALLISTER, William. D. **Ciência e engenharia dos materiais uma introdução**. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CASCUDO, O. O controle da corrosão de armaduras em concreto – inspeção e técnicas eletroquímicas. Goiânia, GO: Editora UFG, 1997.

CAPINUSSÚ, J.M., COSTA, L.P.**Administração e marketing nas academias de ginástica e musculação**.São Paulo, Ibrasa, 1989. 78p

Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na escola**, v. 1, n. 19, p. 11-14, 2004.

CHAVES, Francisco De Assis. **ANÁLISE DO PROCESSO CORROSIVO EM PORTÕES NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL – RN**. Trabalho de conclusão de curso ufersa – Universidade federal do Semi Arido, Pau dos Ferros, 2017, p.38.

FRAUCHES-SANTOS, Cristiane et al. A corrosão e os agentes anticorrosivos. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 2, p. 293-309, 2013.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

IDEMA. Perfil do seu município: São Miguel – RN. 2008. Disponível em:<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013844.PDF>. Acessado em: 23/12/2019.

MAGNAN, Murilo de Carvalho. **Pintura na Proteção Anticorrosiva**. Trabalho de Conclusão de Curso–Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2011

MERCON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedito, 2014.

NAKAMURA, Juliana. **Veja seis itens para analisar antes de escolher o portão de casa**.

2014. Disponível em: <<https://estilo.uol.com.br/casa-edecoracao/noticias/redacao/2014/07/30/saiba-o-que-levar-em-conta-na-hora-de-escolher-oportao-para-a-sua-casa.amp.htm>>. Acesso em: 03/01/2020.

OLIVEIRA, Antônio Roberto de. **Corrosão e tratamento de superfície**. Belém: IFPA; Santa Maria: UFSM, 2012.104p.

PANNONI, Fábio Domingos. **Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio**. 6. ed. Gerda, 2015.

SEGUNDO PEREIRA, M.M.F. **Academia**: estrutura técnica e administrativa. Rio de Janeiro: Sprint, 1996. 200p

PeQengenhariajr. Empresa de engenharia Júnior. Disponível em <https://peqengenhariajr.com.br/> Acessado em 20 de janeiro de 2020.

Rinoforce fitness equipamet. Site de venda de equipamentos de musculação. Disponível em https://www.rinoforce.com.br/anilhas-bumper?gclid=EAIaIQobChMI_K-ImL7K5wIVEIORCh1hoQGNEAAYASAAEgIbpvD_BwE. Acessado em 03 de Fevereiro de 2020.

SALAZAR-JIMÉNEZ, José Alberto. Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales (Nota técnica). **Revista Tecnología em Marcha**, v. 28, n. 3, p. 127-136, 2015.

WINKLEMAN, Adam et al. Preventing Corrosion from Wearing our Future Away-The potential for great discovery is pushing the field of corrosion science and engineering forward, and a grave threat that institutional knowledge might be lost is pulling the field backwards. **Advanced Materials and Processes**, v. 169, n. 3, p. 26, 2011.