



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 5, volume 5, artigo nº 87, Julho/Dezembro 2019  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a87>  
Edição Especial

## **ESTUDO COMPARATIVO DA CORROSÃO EM METAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

**Lailson da Silva Rosa<sup>1</sup>**

Graduando em Engenharia Civil

**Luann Pereira Sales<sup>2</sup>**

Graduando em Engenharia Civil

**Orlando Cristovão Pereira Celino<sup>3</sup>**

Graduando em Engenharia Civil

**Amanda Camerini Lima<sup>4</sup>**

Doutora em engenharia de materiais

**Viviane Tannus<sup>5</sup>**

Mestre em engenharia civil

### **Resumo**

Corrosão é um processo de degradação de um material por ação do ambiente em que está inserido. Este artigo faz uma simulação de corrosão em metais de comum utilização nas áreas de construção civil, utilizando o ensaio de imersão como ferramenta de teste, permitindo a análise individualmente do líquido, relativo ao grau de transparência e alteração de coloração e análise do material após o ensaio, quanto ao grau de oxidação observado.

**Palavras-chave:** corrosão; ensaio; metais.

<sup>1</sup> Centro Universitário Redentor, Graduando em Engenharia Civil, Itaperuna, RJ, [lailsonsr@gmail.com](mailto:lailsonsr@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro Universitário Redentor, Graduando em Engenharia Civil, Itaperuna, RJ, [lailsonsr@gmail.com](mailto:lailsonsr@gmail.com)

<sup>3</sup> Centro Universitário Redentor, Graduando em Engenharia Civil, Itaperuna, RJ, [lailsonsr@gmail.com](mailto:lailsonsr@gmail.com)

<sup>4</sup> Centro Universitário Redentor, Doutora em Engenharia de materiais, Itaperuna, RJ, [amandacamerinilima662@gmail.com](mailto:amandacamerinilima662@gmail.com)

<sup>5</sup> Centro Universitário Redentor, Doutora em Engenharia de materiais, Itaperuna, RJ, [lailsonsr@gmail.com](mailto:lailsonsr@gmail.com)

## **Abstract**

Corrosion is a process of degradation of a material by action of the environment in which it is inserted. This article makes a simulation of corrosion in steels and metals commonly used in civil construction areas, using the immersion test as a tool to reach the results, being individually analyzed for liquid and material after the test.

**Keywords:** corrosion; test; metals.

## **INTRODUÇÃO**

Corrosão é um processo de degradação de um material pela ação do ambiente, ocorrendo uma troca de elétrons entre o elemento químico do material e o oxigênio no ar. A perda de material é chamada de reação redox, por meio da semi-reação, ou seja, quando o elemento perde elétrons aumentando seu percentual de oxidação, e a redução, quando o elemento recebe elétrons reduzindo seu percentual de oxidação. (WOLYNEC, 2003).

No processo da corrosão, existem dois tipos básicos, a química (seca) ocorre quando a o contato direto entre o material e o agente corrosivo sem a presença de eletrólito, e a eletroquímica (úmida ou galvânica), ocorre na presença de eletrólito na forma de uma solução aquosa e desencadeia a formação de corrente elétrica, sendo o meio mais comum de corrosão. (MERÇON e GUIMARÃES, 2004).

A construção civil desenvolve tecnologias construtivas ao longo dos anos, e o aço é um elemento muito utilizado nesse setor. Nas regiões litorâneas os processos de corrosão dos materiais são mais acentuados, devido ao elevado índice de sais encontrados no setor. A água do mar sofre ação do vento e de outras condições ambientais, fazendo com que as partículas se espalhem entrando em contato com objetos metálicos utilizado nas construções, que são danificados pelo processo de corrosão. (FREITAS, 2005).

A justificativa dessa pesquisa se dá por fazer uma análise sobre a corrosão os aços dentro de um contexto onde seria simulada a situação dos materiais em áreas de costa, mostrando a realidade que acontece nessas regiões.

O objetivo dessa pesquisa é demonstrar de forma qualitativa os efeitos causados pela água do mar em aços ASTM A36, como porcas e arruelas; SAE 1008, como parafusos e pregos; SAE 1020, SAE 1045, Latão e Alumínio usados pela construção civil, observando

o desgaste dos materiais em um intervalo de tempo de 9 semanas. Para isso serão feitos ensaios de imersão desses materiais em um fluido que simula a água marinha.

## METODOLOGIA

As diferenças nas estruturas dos elementos facilitam na perda ou ganho de elétrons e, segundo Phillips (2013), se o material tiver a facilidade em perder elétrons, maior será o número de cátions liberados para a solução, portanto, para manter o sistema em equilíbrio, mais elétrons livres são criados, desenvolvendo assim, o potencial de redução, que é a facilidade que o elemento tem de se reduzir, dependendo da quantidade de eletrodo presente para facilitar esse processo.

Um fator importante a ser observado no emprego do aço é a corrosão, alteração físico-química sofrida por uma substância devido à sua reação com o ambiente. Estas alterações transformam o aço em compostos químicos semelhantes ao minério de ferro, fazendo com que o material perca características essenciais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, entre outras, além da redução da seção resistente. Nos metais, a corrosão se dá por corrosão química ou eletrolítica, sendo a última mais frequente. Soluções inadequadas devem ser evitadas na fase do projeto, para que não sejam executadas e prejudiquem a estrutura posteriormente (DIAS, 1998).

Duas diferentes formas de corrosão são mostradas de forma resumida na tabela 01.

**Tabela 01 – reações de materiais a corrosão eletroquímica e química**

<b>Forma de corrosão</b>	<b>Eletroquímica</b>	<b>Química</b>
Nomes alternativos	Corrosão em meio aquoso	Corrosão seca / corrosão em altas temperaturas
Presença de água no estado líquido	Sim	Não
Temperatura	Inferiores ao ponto de orvalho da água, normalmente à temperatura ambiente	Em geral elevadas, sempre acima do ponto de orvalho da água
Mecanismo	Transferência de elétrons: Formação de uma célula / pilha de corrosão, havendo a circulação de elétrons na superfície metálica	Sem transferência de elétrons: Interação indireta entre o metal e o meio corrosivo, sem interferência da água líquida

---

Fonte: Wolyneec, (2003).

O caso estudado no presente trabalho é a corrosão Eletroquímica, onde há formação da ferrugem. Segundo Panonni (2007), a corrosão em meios aquosos é a mais comum, já que a maioria dos fenômenos de corrosão ocorre no meio ambiente, onde a água é o principal solvente. A própria corrosão atmosférica, que é a de maior incidência, ocorre através da condensação da umidade na superfície do metal.

O ensaio realizado nesta pesquisa foi por imersão, que de acordo com Tridapalli (2011) é o mais simples e mais popular dos testes aceleradores de corrosão, além de ser flexível e poder ser adaptado para atender qualquer aplicação específica.

Ainda de acordo com Tridapalli (2011),

“O tempo de exposição varia muito com o tipo de material sendo testado e da solução sendo utilizada para imersão da amostra. Em geral são os ensaios onde se consegue um maior grau de corrosão em menor tempo, por isso é muito utilizado quando se necessita respostas rápidas. Como qualquer outro teste acelerado de corrosão, o ideal é sempre avaliar amostras comparativamente a fim de se obter melhores interpretações do resultado”.

Para a realização dessa pesquisa, foram separadas amostras conforme mostra a quadro 01, que consistem em materiais usados nas construções por todo o litoral brasileiro, tais como: seções de barras, pregos e porcas de materiais com diferentes propriedades. Os tipos de aços utilizados no experimento foram: ASTM A36, como porcas e arruelas, de acordo com análise das tabelas do anexo A, com 0,29% de C e outros elementos como o manganês, fosforo, enxofre, silício e cobre, em maiores porcentagens; SAE 1008, como parafusos e pregos, com 0,08% de C; SAE 1020, com 0,20% de C; SAE 1045, com 0,45% de C; Latão e Alumínio.

**Quadro 01 – Associação das peças com o material que a constitui e o nome do objeto**

Imagem da peça	Material da peça
----------------	------------------

	<p>Latão</p>
	<p>ASTM A 36</p>
	<p>SAE 1008</p>
	<p>SAE 1020</p>
	<p>SAE 1045</p>

	<p>Alumínio</p>
---	-----------------

Fonte: Autores, (2019).

As amostras coletadas foram posicionadas em béqueres e imersas em uma solução aquosa, que foi desenvolvida de forma a simular da melhor forma possível água marinha, durante o período de 9 semanas. É importante frisar que durante o tempo de imersão dos materiais, devido à evaporação natural, o nível de solução presente nos béqueres ocasionalmente decrescia. Quanto isso ocorria, o volume era complementado para seu estado inicial, tal fato pode ser observado na Figura 1, a qual, apresenta singularidades relativas a coloração apresentada pelos líquidos, a forma como o líquido se torna turvo em alguns recipientes



**Figura 01 - Amostras em Imersão**

Fonte: Autores, (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o avanço do experimento pode-se observar a mudança gradual de coloração da solução à medida que o tempo avançava, descrita no seguinte quadro:

**Quadro 02 – Relação dos materiais com as alterações na solução.**

AÇO	CARACTERÍSTICAS E COLORAÇÃO
-----	-----------------------------

ASTM A36	Solução pouco turva, sem grandes mudanças de coloração.
SAE 1008	Solução de cor amarelada, com maior nível de turbidez.
SAE 1020	Solução com alterações visíveis quase nulas.
SAE 1045	Coloração verde azulada com pouca turbidez.
Latão	Coloração forte castanho-avermelhada e solução com alta turbidez.
Alumínio	Solução com alterações visíveis quase nulas.

Fonte: Autores (2019)

Sendo assim é visível que os aços ASTM A36, SAE 1020, SAE 1045 e o alumínio foram os materiais com menor quantidade de alterações visíveis na solução, mantendo alto nível de transparência do fluido e com pouca ou nenhuma alteração na coloração da solução.

Segundo Woly nec (2003), nos aços existem vários fatores que determinam a corrosão ou não do material, como granulação, tempo de permanência em determinada temperatura, presença de determinados elementos de liga e o teor de carbono. Na presente pesquisa, pode-se relacionar a baixa corrosão dos aços ASTM A36, SAE 1020, SAE 1045, em relação ao 1008, à maior concentração de carbono em sua estrutura é principalmente a elementos adicionados ao metal.

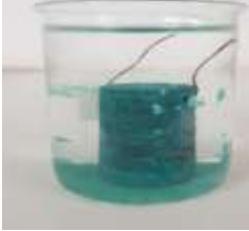
Segundo Woly nec (2003), no caso do alumínio também ocorre a oxidação, mas ao contrário dos aços, o óxido de Alumínio ( $Al_2O_3$ ) formado na solução imersa se adere se mantém aderida à superfície do metal formando assim uma camada protetora sobre a superfície da amostra, protegendo o metal, por isso a solução continua límpida.

Já os béqueres contendo o aço SAE 1008 e o latão apresentaram grandes mudanças visíveis em suas soluções, demonstrando turbidez extremamente elevada em comparação com o estado inicial e uma forte mudança de coloração na solução. No aço a solução tinha cor amarelada, isso se deve pelas reações de oxidação e de redução (redox) que convertem o metal ou componente metálico em óxido, hidróxido ou sal.

O latão apresenta-se com uma camada de coloração marrom escura, típica dos óxidos de cobre, que foram formados após a reação do Cobre presente no material com a solução. No quadro 03, pode-se observar a maneira como os corpos de prova reagiram ao ensaio:

**Quadro 03 – Evolução dos ensaios**

<b>AÇO</b>	<b>SEMANA 0</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 6</b>	<b>SEMANA 9</b>
<b>Latão</b>				
<b>SAE 1008</b>				
<b>SAE 1008</b>				

<b>SAE 1045</b>				
<b>SAE 1020</b>				
<b>Alumínio</b>				
<b>ASTM A 36</b>				

Fonte: Autores (2019)

De acordo com essas informações, dispostas no Anexo A, pode-se concluir que, quanto maior o teor de carbono presente nos aços estudados, menor a degradação do material; na figura a seguir observa-se o grau de degradação gerado pelo ensaio do latão, o qual apresentou forte coloração castanha com grau avançado de oxidação localizada de maneira superficial:



**Figura 02** - Latão ao fim do ensaio

Fonte: Autores, (2019).

O efeito do ensaio no ASTM A36, foi a oxidação severa, sendo visível a perda de material, conforme mostra a figura 03 a seguir:



**Figura 03** – ASTM A36 ao fim do ensaio

Fonte: Autores, (2019).

Após o ensaio o aço SAE 1008, apresentou grande degradação, sendo o maior grau de oxidação observado, sendo observado perda superficial de matéria, a figura 04 mostra este fato:



**Figura 04 - SAE 1008 ao fim do ensaio**

Fonte: Autores, (2019).

O aço SAE 1045, mostrado na figura 05, apresentou oxidação significativa, sendo caracterizado pela coloração verde azulada, a qual, gerou no líquido por ocasião de elementos no material, sendo este fato analisado de acordo com o anexo A.



**Figura 05 – SAE 1045 ao fim do ensaio**

Fonte: Autores, (2019).

O aço SAE 1020, apresentou a característica de oxidação extrema com perda de matéria, o aço SAE 1020 ao final do ensaio pode ser observado na imagem 06 a seguir:



**Figura 06 – SAE 1020 ao fim do ensaio**

Fonte: Autores, (2019).

O último corpo de prova que é o alumínio, o qual, apresentou nenhuma oxidação, sendo observado apenas pontos de superfície irregular no material, tal fato pode ser observado na figura 07 que segue:



**Figura 07** – Alumínio ao fim do ensaio

Fonte: Autores, (2019).

## CONCLUSÃO

Após a observação da evolução macroscópica dos corpos de prova imersos em água com sal, pode-se verificar a mudança na turbidez da água. O alumínio foi o que menos apresentou corrosão notável, enquanto o aço SAE 1020, apresentou a característica de oxidação extrema com perda de matéria. O aço SAE 1045, também apresentou oxidação significativa, sendo caracterizado pela coloração verde azulada.

## REFERÊNCIAS

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de Aço: conceitos, técnicas e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Zigurate Editora, 1998.

FREITAS, Denise Souza de. **Técnicas para avaliação da corrosão**. 2005. Disponível em: <[http://sulgas.usuarios.rdc.puc-rio.br/Corrosao\\_Ensaio.pdf](http://sulgas.usuarios.rdc.puc-rio.br/Corrosao_Ensaio.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2019.

GENTIL, V. Corrosão. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

GERDAU - AÇOS FINOS PIRATINI. **Manual de Aços**. São Paulo: [s. n.], 2003. 106 p. Disponível em:

[https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/catalogo\\_acos\\_gerdau.pdf](https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/catalogo_acos_gerdau.pdf). Acesso em: 30 ago. 2019.

GRANATO, Marcus; SANTOS, Leandro R. dos; MIRANDA, Luiz R. M. de. Estudos sobre a corrosão do latão em ambiente interno de um museu. **Revista Cpc**, São Paulo, n. 4, p.114-138, maio 2007.

LAC Matos, NH Takata, EP Banczec - Revista Química Nova na Escola, 2013.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C. e MAINIER, F.B. **Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico**. Química Nova na Escola, n. 19, p. 11-14, 2004.

PANNONI, Fábio Domingos. **Fundamentos da Corrosão**. 2010. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/fundamentos-da-corrosao/4743773/>>. Acesso em: 01 set. 2019.

SILVA, Marcos V. F. et al. CORROSÃO DO AÇO-CARBONO: UMA ABORDAGEM DO COTIDIANO NO ENSINO DE QUÍMICA. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 2, p.1-4, fev. 2015.

TELLES, P.C.S. **Tubulações industriais: materiais, projeto e montagem**. 9. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

TRIDAPALLI, Claudia WagenfÜhr. **ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS DE ENSAIOS ACELERADOS DE CORROSÃO POR FRESTAS NAS LIGAS DE AÇO INOX AISI 430 E AISI 304**. 2011. 118 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95434/301172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 set. 2019.

WOLYNEC, Stephan. **Técnicas eletroquímicas em corrosão**. São Paulo: EdUsp, 2003

## ANEXO A – TABELAS DE TEOR DE CARBONO DOS AÇOS

AÇOS AO CARBONO				
Composición química de colada / Composição química de corrida %				
tabela de composicao quimica dos acos comerciais				
Designación COPANT del acero / Designação COPANT do aço	Composición química de colada / Composição química de corrida %			
	Carbono (C)	Manganeso / Manganês (Mn)	Fósforo (P) máx.	Azufre / Enxofre (S) Máx.
1005	0,06 Máx.	0,35 Máx		0,050
1006	0,08 Máx.	0,25-0,40		0,050
1008	0,10 Máx.	0,30-0,50	0,040	0,050
1009	0,15 Máx.	0,60 Máx	0,040	0,050
1010	0,08-0,13	0,30-0,60	0,040	0,050
1012	0,10-0,15	0,30-0,60	0,040	0,050
1013	0,11-0,16	0,50-0,80	0,040	0,050
1015	0,13-0,18	0,30-0,60	0,040	0,050
1016	0,13-0,18	0,60-0,90	0,040	0,050
1017	0,15-0,20	0,30-0,60	0,040	0,050
1018	0,15-0,20	0,60-0,90	0,040	0,050
1019	0,15-0,20	0,70-1,00	0,040	0,050
1020	0,18-0,23	0,30-0,60	0,040	0,050
1021	0,18-0,23	0,60-0,90	0,040	0,050
1022	0,18-0,23	0,70-1,00	0,040	0,050
1025	0,22-0,28	0,30-0,60	0,040	0,050
1026	0,22-0,28	0,60-0,90	0,040	0,050
1030	0,28-0,34	0,60-0,90	0,040	0,050
1034	0,32-0,38	0,50-0,80	0,040	0,050
1035	0,32-0,38	0,60-0,90	0,040	0,050
1038	0,35-0,42	0,60-0,90	0,040	0,050
1040	0,37-0,44	0,60-0,90	0,040	0,050
1042	0,40-0,47	0,60-0,90	0,040	0,050
1043	0,40-0,47	0,70-1,00	0,040	0,050
1045	0,43-0,50	0,60-0,90	0,040	0,050
1046	0,43-0,50	0,70-1,00	0,040	0,050
1049	0,46-0,53	0,60-0,90	0,040	0,050
1050	0,48-0,55	0,60-0,90	0,040	0,050
1055	0,50-0,60	0,60-0,90	0,040	0,050
1060	0,55-0,65	0,60-0,90	0,040	0,050
1065	0,60-0,70	0,60-0,90	0,040	0,050
1070	0,65-0,75	0,60-0,90	0,040	0,050
1074	0,70-0,80	0,50-0,80	0,040	0,050
1075	0,70-0,80	0,40-0,70	0,040	0,050
1080	0,75-0,88	0,60-0,90	0,040	0,050
1084	0,80-0,93	0,60-0,90	0,040	0,050
1085	0,80-0,93	0,70-1,00	0,040	0,050
1090	0,85-0,98	0,60-0,90	0,040	0,050
1095	0,90-1,03	0,30-0,50	0,040	0,050
1412*	0,10-0,15	0,60-0,90	0,040	0,050
1416*	0,13-0,18	0,60-0,90	0,040	0,050
1418*	0,15-0,20	0,60-0,90	0,040	0,050
1450**	0,44-0,50	0,60-1,00	0,035	0,045-0,065

\* Contenido de Nb = 0,005-0,050%  
\*\* Contenido de Nb = 0,05-0,050% y Si = 0,15-0,60%

Fonte: QUALINOX

**Composição dos Aços Carbono Estruturais (%) (\*)**

Denominação ASTM	C	Mn	S	Si	Cu	Outros Elementos		
						Cr	Ni	Mo
A 36	0,29	0,80-1,20	0,05	0,15-0,40	0,20	...	...	...
A 131	0,16-0,26	0,70-1,35	0,04-0,05	0,10-0,35	...	...	...	...
A 283 (graus C,D)	0,24-0,27	0,90	0,05	0,04	0,20	...	...	...
A 284	0,35-0,36	0,90	0,05	0,15-0,40	...	...	...	...
A 529	0,27	1,29	0,05	...	0,20	...	...	...
A 573	0,35-0,36	0,60-1,20	0,05	0,10-0,40	...	...	...	...
A 678	0,16-0,22	0,70-1,60	0,05	0,15-0,50	0,20-0,35	0,25	0,25	0,08
A 709	0,27	0,80-1,20	0,05	0,15-0,40	...	...	...	...

(\*) Todos os aços com teor máximo de 0,04% de P  
 OBS: Um único valor especificado significa teor máximo

Fonte: CIMM