

CORROSÃO PREMATURA DE CALHAS NO LITORAL PARANAENSE

**Carlos Henrique Cava
Igor Sorzi
Marcelo Kaique
Vinicius Sartori
Marcelo Augusto Gonçalves Bardi**

RESUMO

Os aços são muito utilizados na indústria em geral. Sejam elas, automobilística, naval, alimentícia etc. Uma das preocupações a serem tomadas é a resistência deste material a corrosão. Aliando assim um material que atenda as solicitações e com baixo custo. Neste trabalho foram realizados testes de resistência a corrosão em ambiente alto teor de sódio e em ambiente externo exposto a intemperes simulando o processo de corrosão prematura em calhas em cidades litorâneas. Foram realizados testes em corpos de prova conformados e com tamanhos padrão em aço carbono, aço carbono revestido com pintura epóxi branca, aço carbonozincado e Alumínio. Com esse estudo será possível identificar o melhor material para aplicação em calhas em áreas litorâneas. Principal objetivo é escolher um material específico em foco, para que as calhas suportem mais tempo sem ter um desgaste prematuro.

Palavras-chave: oxidação; aço; degradação salina.

ABSTRACT

Steels are widely used in industry in general. Be it automobile, naval, food, etc. One of the concerns to be taken into account is the resistance of this material to corrosion. Thus combining a material that meets the disadvantages and at a low cost. In this work, corrosion resistance tests were carried out in a high-sound environment and in an external environment exposed to the elements, simulating the process of premature corrosion in gutters in coastal cities. Tests were carried out on shaped specimens with standard sizes made of carbon steel, carbon steel coated with white epoxy paint, zinc-plated carbon steel and aluminum. With this study it will be possible to identify the best material for application in gutters in coastal areas. The main objective is to choose a specific material in focus, so that the gutters last longer without premature wear.

Keywords: oxidation; steel; salt degradation.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas observado quando se fala de calhas principalmente em ambiente litorâneo sabe-se que é a corrosão. Trata-se de um fenômeno químico que degrada o material, principalmente quando estão expostos a meios corrosivos ou intemperes que acelerem este fenômeno. Este fenômeno afeta de tal forma, que acabam danificando a estrutura do material em si e sendo um dos motivos de peças metálicas estarem sendo substituídas com frequência em todo o mundo todos os anos.

A corrosão origina-se habitualmente de um processo eletroquímico ou químico, que é chamado de oxirredução (Oxidação e redução). Ela também é provocada pelos esforços mecânicos (FOGAÇA, 2023).

A oxidação trata-se de um processo em que o átomo, íon ou molécula perde elétrons. Isso resulta em um aumento em seu número de oxidação, que é uma medida de carga formal atribuída a um átomo em uma molécula. Ao andamento da oxidação, os elétrons são liberados como resultado a substância oxidante é reduzida permanentemente sendo impossível o retorno da mesma a sua característica originais (BATISTA, 2023).

A redução é o oposto da oxidação. Durante esse processo, um átomo, íon ou molécula ganha elétrons, fazendo com que seu número de oxidação diminua. Durante o processo de redução, os elétrons são absorvidos e as substâncias redutoras são oxidadas. A corrosão em estágio avançado é observada nas figuras 1a e 1b e visão macro na figura 2.

Figura 1a e 1b. Calha no ambiente externo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Figura 2. Visão macro da calha oxidada



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

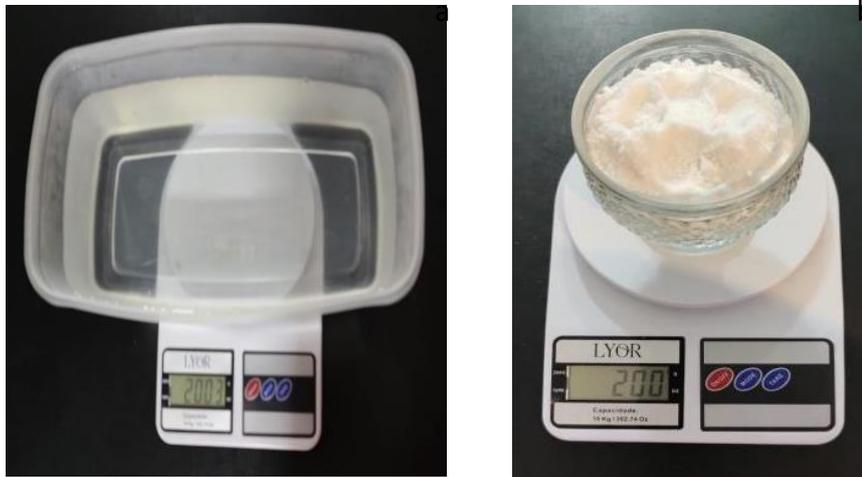
2. DESENVOLVIMENTO

Materiais:

Para a realização deste experimento foram utilizados os seguintes materiais:

Um recipiente de plástico dimensões 30 x 20 x 10cm (figura 3a), com 2 litros de água e 0,2 Kg de sal (figura 3b);

Figura 3a e 3b. Materiais utilizados para o experimento.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

6 corpos de prova dobrados (figura 4) de aço carbono SAE 1020; 1 corpos de prova dobrados de Alumínio;

4 corpos de prova de aço SAE 1020 revestido com uma camada de Zinco; 2

Corpos de prova de aço SAE 1020 revestido com pintura Epóxi;

2 Corpo de prova de Inox 304;

3 fios de cobre para realizar a ligação do metal de sacrifício;

8 parafusos e porcas para fixar o fio de cobre nos corpos de prova.

Figura 4. Corpos de prova utilizados.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Métodos:

Para iniciar os testes adicionamos ao recipiente de plástico os dois litros de água, e em seguida adicionamos os 0,2Kg de sal. Logo em seguida agitamos bem o sal sobre a água para que ficasse bem homogeneizada (figura 5).

Figura 5. Solução homogeneizada

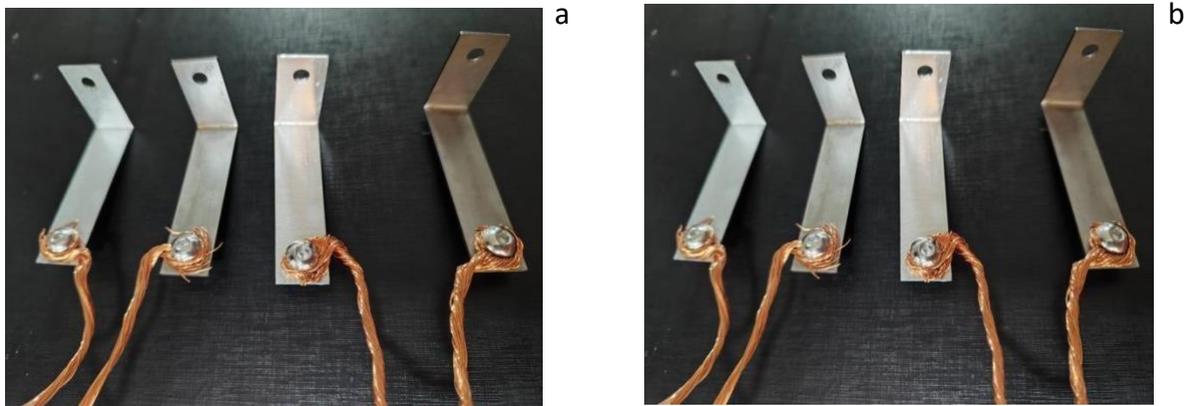


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

As amostras foram dispostas da seguinte maneira:

Foram conectadas através do fio de cobre um corpo de prova de aço carbono SAE 1020 juntamente com um de aço SAE 1020 revestido com zinco (construído dois pares do mesmo); também foi conectado com o fio de cobre um corpo de prova de Aço carbono SAE 1020 com um corpo de prova de alumínio, constituindo dois pares (figuras 6a e 6b).

Figura 6a e 6b. Ligações com metais de sacrifício dos corpos de prova.

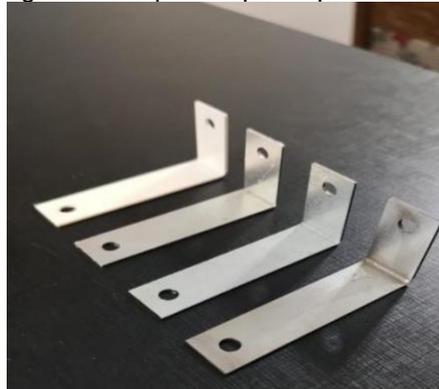


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Foram separados também para o teste 2 corpos de prova de cada com as seguintes características:

Aço carbono SAE 1020 revestido com pintura Epóxi, Alumínio, Aço Inox, Aço Carbono SAE 1020 (figura 7).

Figura 7. Corpos de prova para teste externo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Então os testes foram realizados da seguinte maneira:

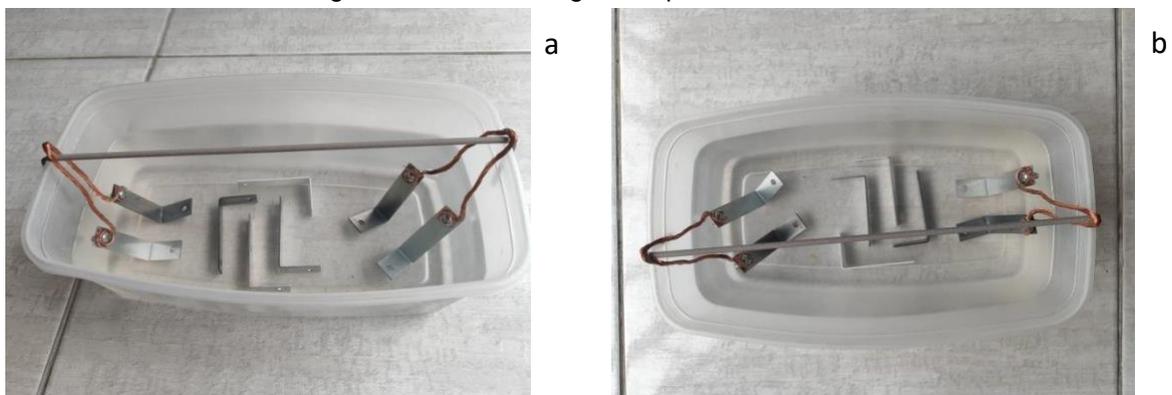
Experimento 1

Foi adicionado no recipiente com água salina no dia 24/10/2023 os seguintes corpos de prova:

ARTIGO

Aço Carbono + Aço carbono Zincado;
Aço Carbono + Alumínio;
Aço Carbono com pintura Epóxi; Aço
Carbono revestido com Zinco; Aço
Inox;
Aço Carbono.

Figura 8a e 8b. Montagem do processo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Experimento 2.

Deixamos as amostras em uma base de concreto expostos a intemperes (sol, chuva, etc.) no dia 24/10/2023 os seguintes corpos de prova (na sequência da esquerda para direita):

Aço Carbono Zincado; Aço Carbono; Alumínio;

Aço Carbono + Aço carbono Zincado; Aço Carbono + Alumínio.

Figura 9. Disposição dos corpos de prova em ambiente externo.



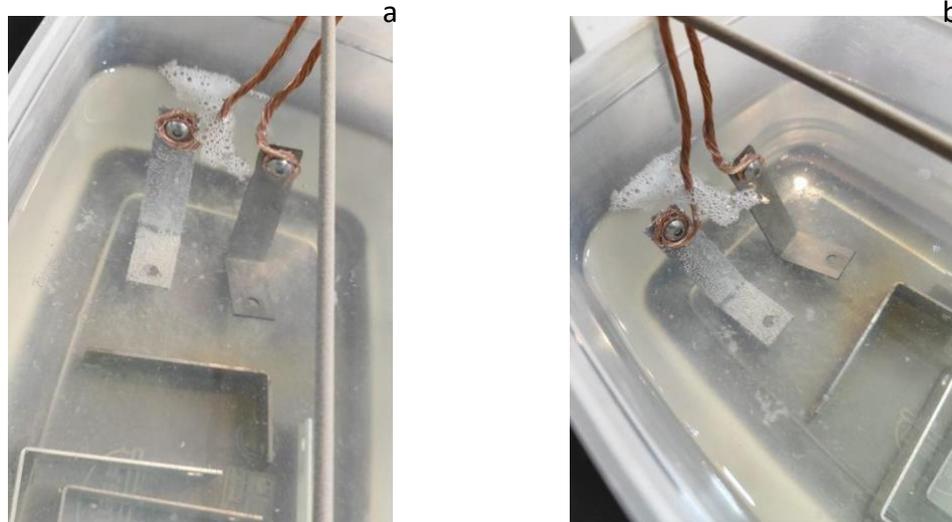
Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Experimento 1 (25/10/2023).

Após os corpos de prova serem deixados nos ambientes de teste. No dia 25/10/2023 nas amostras submersas em água salina, observa-se na imagem abaixo a amostra de Zinco (Ânodo) ocorre um desprendimento de bolhas, pois se trata do material de sacrifício, que protege a amostra de aço carbono do meio corrosivo por se tratar de um material com maior potencial de oxidação.

Figura 10a e 10b. Desprendimento das bolhas em corpos no primeiro dia.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Já nos no corpo de prova de Aço carbono conseguimos observar um início de oxidação bem nítido

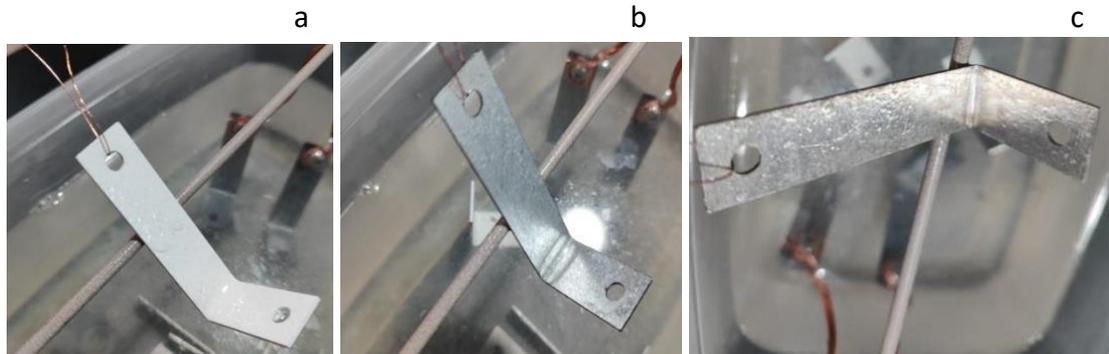
Figura 11. Corpo de prova de aço carbono



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Nos corpos de prova pintado, zincado e Alumínio, não houve alterações que pudessem ser observadas a olho nu.

Figura 12a, 12b e 12c. Corpos de prova pintado, zincado e alumínio



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

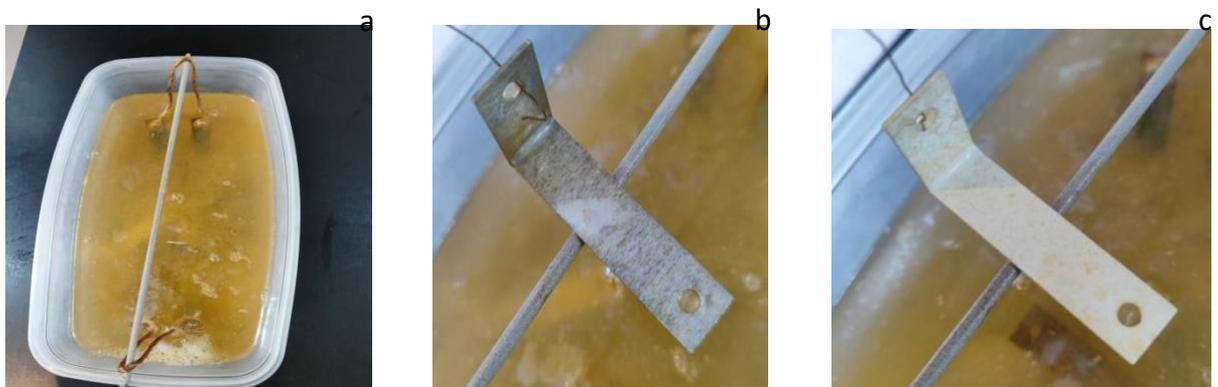
O

Outra inspeção foi realizada no dia 30/10/2023. Foi observado o experimento 1 e 2.

Experimento 1 (30/10/2023).

Após o período, foi possível observar a coloração da mistura salina, que já estava mais turva e com coloração de ferrugem (figura 13a), os corpos de prova de alumínio e pintura de branco ficaram com a mesma coloração da água (figuras 13b e 13c), porém somente superficiais, sendo presentes somente pelo fato da solução estar em repouso.

Figura 13a, 13b e 13c. Corpos de prova após início da degradação.

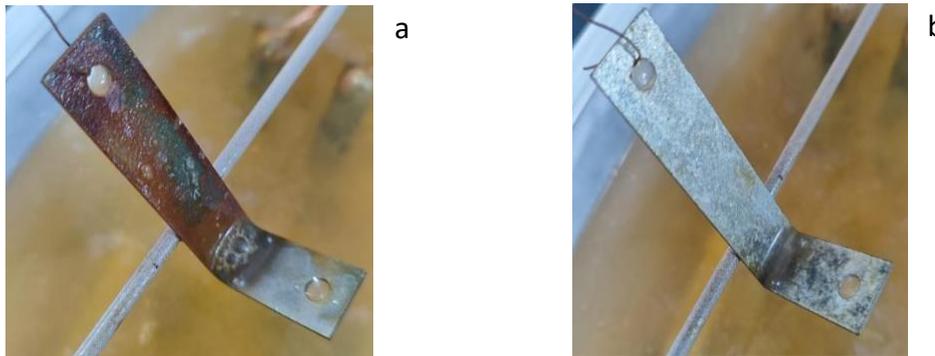


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

ARTIGO

Os corpos de prova de aço 1020 e com revestimento zincado (figuras 14a e 14b) apresentaram maior proliferação da degradação, o aço 1020 mostrou pontos maiores de oxidação em quase toda a peça, enquanto o material zincado apresentou manchas pequenas, mas de fácil visualização.

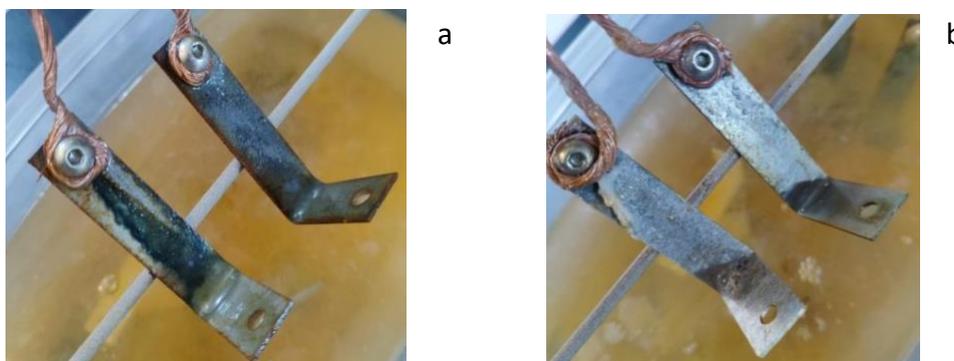
Figura 14a e 14b. Degradação nos corpos de prova de aço e com revestimento zincado



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Já os corpos de prova de zincado + aço (figura 15a) e alumínio + aço (figura 15b) apresentaram maior distinção em relação aos outros corpos de prova, coloração mais acentuada e a presença da força redutora entre o diferencial dos materiais, no corpo de prova de alumínio e aço é possível visualizar uma camada sendo expelida do corpo de aço, como se fosse uma camada protetora escamando da peça.

Figura 15a e 15b. Oxidação dos corpos de prova com material de sacrifício.

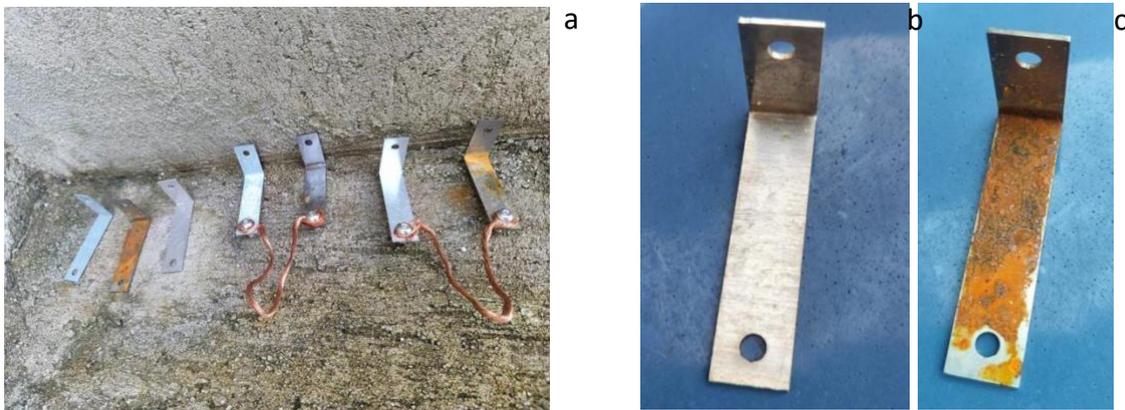


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Experimento 2 (30/10/2023)

O segundo experimento ao ar livre se mostrou com maior diferença entre os corpos de prova (figura 16a), as intempéries, como as mudanças climáticas fizeram com que marcas fossem visíveis, na peça de alumínio (figura 16b) apresentou marcas similares ao corpo que foi submerso, já a peça de aço 1020 (figura 16c) mostrou-se com quase 95% da sua área consumida pela oxidação.

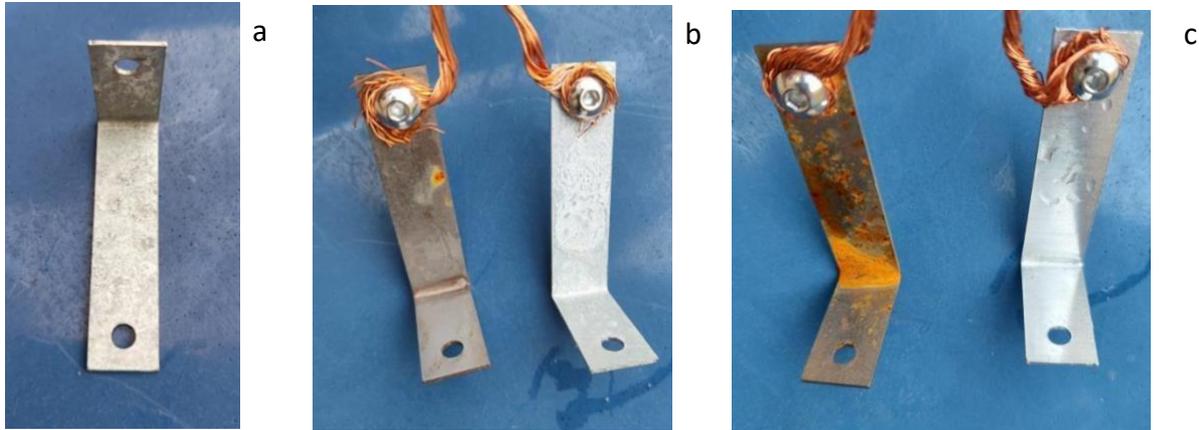
Figura 16a, 16b e 16c. Oxidação nos corpos de prova no ensaio externo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A peça zincada se mostrou mais resistente (figura 17a) com poucas marcas de ferrugem espalhadas por toda a peça, e já nas peças de aço + zinco (figura 17b) mostrou que a oxidação encontrada no corpo de aço, foi muito menor do que ao corpo de prova de aço exposto de maneira única, e as peças de aço + alumínio (figura 17c) mostrou uma maior concentração de pontos de ferrugem.

Figura 17a, 17b e 17c. Oxidação nos corpos de prova externos com metal de sacrifício.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Por fim, foi feita uma nova análise dos corpos de prova no dia 07/11/2023, onde foram constatados os pontos de degradação com maior proliferação, a fim de concluir o trabalho.

Experimento 1 (07/11/2023).

A bacia com os corpos de prova estava com o a solução completamente turva, com algumas bolhas, mostrando que a degradação dos componentes ainda estava ocorrendo, além disso, a solução já estava exalando um cheiro de peças enferrujadas (figura 18)

Figura 18. Corpos de prova em solução no último dia do experimento.

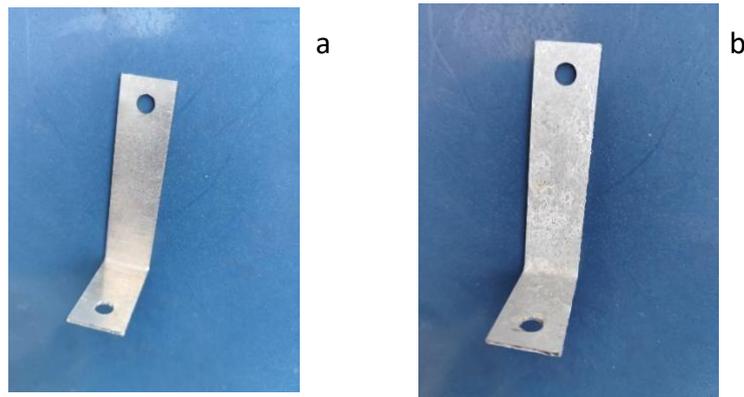


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

ARTIGO

Os corpos de prova zincado (figura 19a) e alumínio (figura 19b) não mostrou diferença com os materiais em solução salina, a chapa zincada não apresentou oxidação e a chapa de alumínio semostrou com algumas fissuras, fazendo com que o material ficasse com espécies de poros.

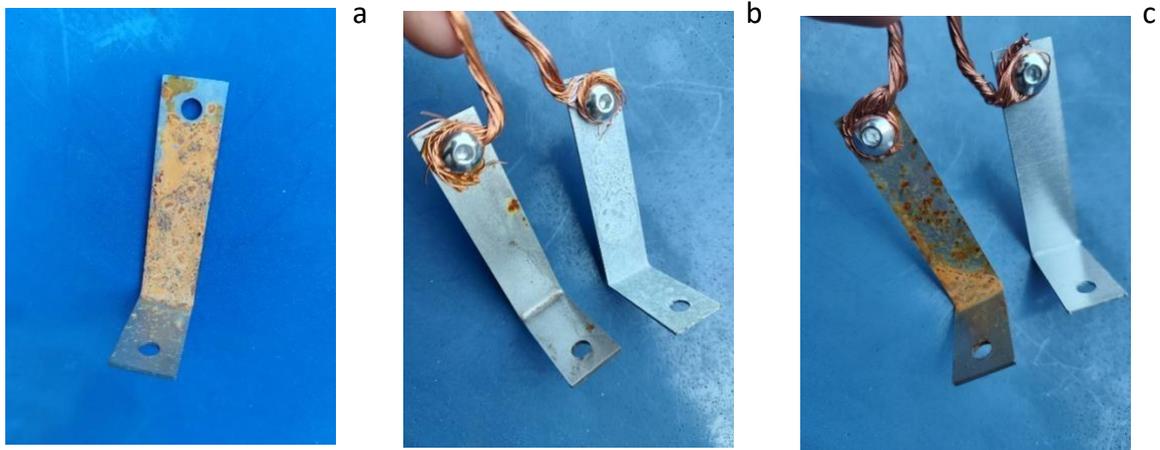
Figura 19a e 19b. Corpos de prova zincado e alumínio após o experimento.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A amostra de aço 1020 (figura 20a) mostrou os pontos de corrosão existentes similares ao da amostragem anterior, quase toda a sua área foi completamente atingida pela oxidação, com apenas poucos pontos sem sua presença, o conjunto aço + zinco (figura 20b) se mostrou bastantepromissora, a relação entre os materiais fez com que o zinco protegesse a chapa de aço da corrosão, o que já não foi tão eficiente no aço + alumínio (figura 20c), onde mesmo com a uniãodos dois materiais, o aço mostrou mais pontos de oxidação.

Figura 20a, 20b e 20c. Análise dos corpos de prova após o experimento.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Experimento 2 (07/11/2023).

No teste externo, a chapa de zinco (figura 21a) a chapa de zinco mostrou alguns pequenos pontos de oxidação, oriundos da exposição que a peça teve, são perceptíveis ao visualizar a chapa, enquanto o corpo de aço 1020 (figura 21b) ficou quase todo tomado pela coloração alaranjada presente no processo de oxidação.

Figura 21a e 21b. Corpos de prova de zinco e aço 1020 após experimento externo.

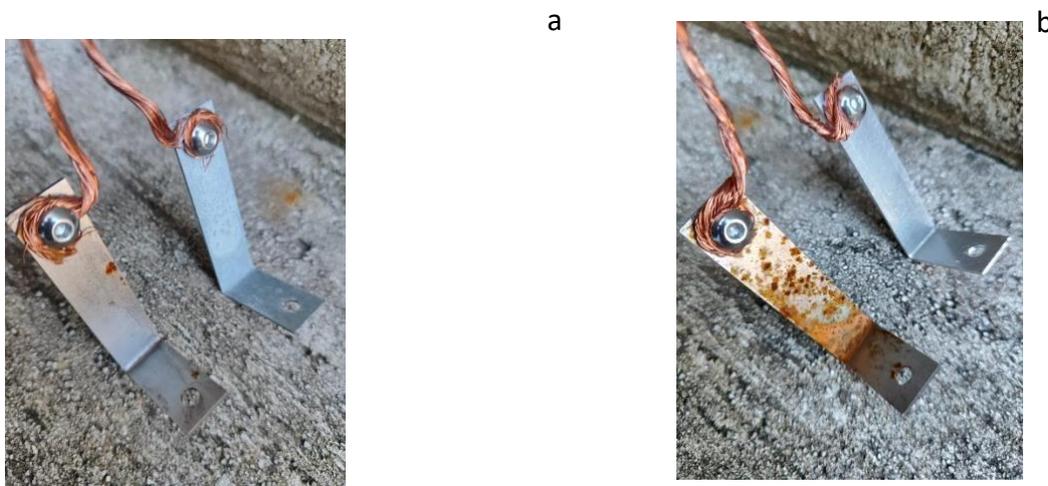


Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

ARTIGO

Nos corpos de prova com união de materiais foi possível observar assim como nos testes em solução o destaque do aço + zinco (figura 22a) em relação ao aço + alumínio (figura 22b) em relação a oxidação, já que o zinco serviu como um melhor material de sacrifício, dificultando a oxidação do aço em relação ao mesmo conjunto com o alumínio.

Figura 22a e 22b. Corpos de prova com material de sacrifício após teste externo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Após todos os testes realizados no período, a chapa de aço com cobertura epóxi (figura 23) se mostrou mais resistente, poucos pontos de oxidação foram encontrados, porém superficiais, nenhum deles chegou a afetar a estrutura do corpo de prova.

Figura 23. Corpo de prova com pintura epóxi após o experimento.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

ARTIGO

Durante o período de realização do trabalho, foi possível observar as questões estudadas em sala de aula. O processo de degradação dos materiais utilizados obedeceu a tabela de potencial de redução que diz respeito sobre a tendência de corrosão dos materiais (tabela 01).

Tabela 01. Potencial de redução dos materiais.

Oxidante	E_{red}^0 (volts)
Li	-3,04
K	-2,94
Ba	-2,91
Ca	-2,87
Na	-2,71
Mg	-2,36
Al	-1,68
Zn	-0,76
Co	-0,28
Ni	-0,24
Pb	-0,13
H	0,00
Cu	0,34
Fe	0,77
Ag	0,80
Au	1,50



Fonte: Por redação do guia do estudante (2012)

Os corpos de prova de aço 1020 que foram amarrados com os corpos de alumínio e revestimento de zinco apresentaram uma menor oxidação em relação aos corpos que foram expostos unicamente, mostrando que quanto maior o aumento da força de redução, maior a capacidade do material “roubar” o processo de oxidação do nosso corpo de aço.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o experimento, vários corpos de prova foram expostos em diferentes meios a fim de conseguirmos encontrar a melhor opção para uma telha metálica em

ARTIGO

uma casa litorânea, com isso, foi possível observar as diferenças que o meio promove em diferentes situações. O material que se mostrou mais resistente nos diferentes meios foi o de chapa metálica com revestimento epóxi, sendo a melhor escolha para retardar o desgaste precoce das calhas que fazem a cobertura da moradia.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Carolina. Oxidação: o que é, como ocorre a reação e exemplos. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/oxidacao/>. Acesso em 30 nov. 2023.

CORROSÃO DE ARMADURA NA ORLA DE BOA VIAGEM, **NBR 6022**: informação e documentação - Recife PE - Junho 2017.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Maresia e corrosão dos metais. **Brasil Escola**, [s.d.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/maresia-corrosao-dos-metais>. Acesso em 30 nov. 2023.

GUIA DO ESTUDANTE. Eletroquímica. **Guia do Estudante**, [s.d.]. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/eletroquimica/>. Acesso em 30 nov. 2023

INIBIÇÃO À CORROSÃO DE AÇO-CARBONO EM MEIO SALINO PELO HETEROCICLO ISATINA VEICULADO EM MICROEMULSÕES, **NBR 6023**: Informação e documentação – São Paulo BR – Agosto 2017.

TORRES SERRA, Eduardo. **Corrosão e proteção anticorrosiva dos metais no solo**. Revista. Editora Interciência.



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