

A prevenção de alterações em estruturas metálicas visando a sustentabilidade

Prevention of changes in metallic structures for sustainability

DOI: 10.34140/bjbv3n1-022

Recebimento dos originais: 20/11//2020

Aceitação para publicação: 20/12/2020

Francisco Alberto Pereira Vale

Engenheiro Civil pela Faculdade de Ciências e Tecnologia do Maranhão
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO MARANHÃO – UNIFACEMA
Avenida Walmir Chagas Goes, 1876 - 302
albertovale01@gmail.com

Ana Martha Carneiro Pires de Oliveira

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Vale dos Sinos (Unisinos) - RS, Especialista em Estruturas de Concreto. Possui graduação em Engenharia Civil pela Faculdade de Tecnologia e Ciências FTC - BA
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
Avenida Walmir Chagas Goes, 1876 - 302
anamarthacarneirogarcia@gmail.com

Ieda Maria Fagundes Zanolla

Engenharia civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Vale dos Sinos (Unisinos) – RS
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
Rua Wilma Perpétuo, 10
Ieda.zanolla@gmail.com

José Ramos dos Santos Netto

Engenheiro Civil pela Faculdade de Ciência e Tecnologia de Itabuna. Especialista em Gestão Pública pela Faculdade de Ciência e Tecnologia de Itabuna
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CIÊNCIAS-ITABUNA/BA – FTC-ITABUNA
Rua Ângelo Jaqueira, 100
ramossengenharia@hotmail.com

Rodrigo do Val Andrade

Engenheiro Civil pela Universidade Veiga de Almeida
UNIVERSIDADE VEIGA DE ALMEIDA - UVA
Avenida Pastor Martin Luther King, 6400 – BL2/307
rodrigodvandrade@gmail.com

RESUMO

A corrosão é um fenômeno natural e espontâneo em todas as estruturas de ferro e aço. Mesmo com as melhores medidas de prevenção e manutenções periódicas rigorosas não é possível extinguir o seu aparecimento. Por isso é importante aprender com a sua ocorrência para apresentar diagnósticos corretos. Uma vez que o aço é considerado um indicativo do desenvolvimento tecnológico de uma sociedade, a prevenção da sua deterioração é uma preocupação constante para garantir construções sustentáveis. O presente trabalho é uma pesquisa de campo realizada na cidade de Caxias no Estado

do Maranhão. Apresenta um estudo de manifestações patológicas em estruturas metálicas em três ginásios esportivos do município. A pesquisa foi realizada com a metodologia de inspeção por observação visual das anomalias que foram catalogadas por fotos realizadas in loco. Foi possível com apoio do referencial teórico caracterizar os mecanismos físicos e químicos originários da corrosão, bem como estipular as relações causa-efeito. As vistorias feitas nas instalações das unidades determinaram quais as medidas corretivas e preventivas mais adequadas para cada ginásio esportivo com o objetivo de garantir a sustentabilidade das estruturas e aumento de sua vida útil.

Palavras-chave: Corrosão, Estruturas metálicas, Deterioração, Falha geométrica, Manifestações patológicas no aço, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Corrosion is a natural and spontaneous phenomenon in all iron and steel structures. Even with the best preventive measures and rigorous periodic maintenance, it is not possible to extinguish its appearance. So it is important to learn from its occurrence to present correct diagnoses. Since steel is considered an indicator of a society's technological development, preventing its deterioration is a constant concern to ensure sustainable construction. The present work is field research done in the city of Caxias in the State of Maranhão. It presents a study of pathological manifestations in metallic structures in three sports gyms in the municipality. The survey was carried out using the inspection methodology by visual observation of anomalies photographed and cataloged in loco. It was possible with the support of the theoretical framework to characterize the physical and chemical mechanisms originating from corrosion, as well as to stipulate cause-effect relationships. The inspections made at the facilities of the units determined which corrective and preventive measures are most appropriate for each sports gymnasium to guarantee the sustainability of the structures and increase their useful life.

Keywords: Corrosion, Metallic structures, Deterioration, Geometric failure, Pathological manifestations in steel, Sustainable Development.

1 INTRODUÇÃO

A utilização do aço ganhou expansão a partir da revolução industrial no século XIX, com isso a construção civil subiu a um novo patamar no controle de qualidade do material, podendo exigir mais esbeltez das construções, por causa da sua grande resistência, ductilidade e facilidade na execução, dando a possibilidade de criar um novo estilo nas obras de arte utilizando o aço. Algumas das obras mais modernas utilizando o aço, a torre Eiffel, Estátua da liberdade e a ponte do Rio São Francisco, são verdadeiras obras-primas feitas pelo homem moderno.

Um dos índices para o desenvolvimento de uma sociedade é o uso de aço na construção, um dos exemplos é a Inglaterra, devido a sua pequena extensão territorial e de recursos limitados, a solução foi o emprego do aço, que chega a 70 % das construções. Dessa forma, com a sua utilização vieram as suas patologias, sendo a principal delas a corrosão.

A corrosão é definida por alguns autores (Pannoni, 2004; Gentil, 2011; Callister Jr, 2015) como sendo um ataque destrutivo e não intencional ao metal, essa deterioração pode ser eletroquímica ou por oxidação, e começa normalmente na superfície. A manifestação gera alterações

prejudiciais indesejáveis, sofridas pelo material, tais como: desgaste; variações químicas e modificações estruturais impedindo o seu uso.

O problema da corrosão nas estruturas metálicas chega a ter proporções gigantescas, por exemplo na economia de um país, podendo ter valores de 5% no seu produto interno bruto gastos na sua prevenção e na manutenção, substituição de peças ou contaminação como resultado de reações da corrosão. As consequências da corrosão no cotidiano são bastantes comuns, chega-se a visualizar a oxidação de uma moeda, ferrugem em geladeiras, portões de ferro que começam a ranger e em carrocerias, radiadores e componentes de exaustão de automóveis (CALLISTER JR,2015).

Essa pesquisa analisou as patologias das estruturas metálicas de três ginásios poliesportivos de Caxias-MA, visando determinar que fatores ocasionaram o aparecimento de suas manifestações patológicas. Supõe-se que por falta de manutenção elas chegaram a um estado avançado de corrosão e partindo desse pressuposto, analisou-se os possíveis agentes de deterioração.

Procurou-se identificar, por meio de fotografias (in loco) as manifestações patológicas presentes nos ginásios poliesportivos; buscando analisar as possíveis causas; sugerindo manutenções corretivas, preventivas e preditivas para estrutura metálica; e por fim apresentando subsídios que garantam uma melhor sustentabilidade nas estruturas metálicas.

2 REFERENCIAL TÉORICO

2.1 IMPORTÂNCIA DO USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Existem mais de 3500 tipos diferentes de aços e cerca de 75% deles foram desenvolvidos nos últimos 20 anos. Os aços-carbono possuem em sua composição apenas quantidades limitadas dos elementos químicos: carbono, silício, enxofre, fósforo, manganês etc., que são ajustadas de acordo com o interesse de sua utilização. Levando-se em consideração os avanços tecnológicos e fatores econômicos, os projetos de estruturas na indústria metálicas da construção civil caminham para concepção de estruturas cada vez mais leves e esbeltas. Na construção civil, o interesse maior recai sobre os chamados aços estruturais de média e alta resistência mecânica, termo designativo de todos os aços que, devido à sua resistência, ductilidade e outras propriedades, são adequados para a utilização em elementos da construção sujeitos a carregamento (PANNONI, 2017).

As estruturas metálicas podem ser usadas em quase todos os tipos de construções civis, industriais e outras. Como todo material de utilização em construção, o aço estrutural é possuidor de características que trazem benefícios de toda ordem o que, certamente, proporciona vantagens em sua utilização. Dentre eles, pôde-se citar: A alta resistência do aço em comparação com outros materiais; O aço é um material homogêneo de produção controlada; As estruturas são produzidas

em fábricas por processos industrializados, tem-se um maior controle tecnológico, cujo efeito de escala favorece menores prazos e menores custos; Os elementos das estruturas metálicas podem ser executados e desmontados com bastante facilidade e permitem também reforço quando necessário; A possibilidade de reaproveitamento do material que não seja mais necessário à construção.

Com exceções isoladas, os metais existem na crosta terrestre como minerais, carbonatos, sulfetos, sulfatos ou óxidos formados ao longo de bilhões de anos. Esses compostos são, portanto, considerados em seu estado de equilíbrio - isto é, seu menor estado de energia. A extração dos metais desses compostos requer uma quantidade significativa de energia na forma de calor ou energia elétrica. Uma vez extraídos, os metais e ligas estão em um estado termodinamicamente metaestável e, dependendo do ambiente, tentam reverter-se para um estado de menor energia, geralmente por corrosão ou oxidação. Como a atmosfera da Terra contém água e oxigênio, e revestimentos e outras barreiras são inerentemente imperfeitos, é impossível evitar completamente a corrosão. Consequentemente, todos os metais e ligas em uso atualmente estão em uma condição metaestável (HANSSON,2016).

Um metal reage espontaneamente quando é convertido a um estado a outro com liberação de energia, isto é, devido a força termodinâmica da reação. Assim, o material tem a tendência de buscar o seu estado de menor energia. A estabilidade do metal em contato com uma solução depende de fatores como o potencial, temperatura do sistema, pH. Nos metais existe uma efetiva perda de material pela ação eletroquímica e física, por dissolução dos metais (corrosão); ou por ação química pela formação de uma incrustação ou filme não metálico (oxidação) (CALLISTER JR, 2015).

Para estruturas de aço, a corrosão é considerada a forma mais dominante de deterioração. A corrosão é um produto da reação química por oxidação eletroquímica de metais e oxidantes quando uma superfície de aço é deixada desprotegida ao meio ambiente, provocando interação destrutiva. Essa reação química causa uma redução na área líquida de um membro (HAO ZHANG, 2017; HELENE, 1993).

Existem vários projetos destinados a estimar os custos financeiros da prevenção das patologias, mas tem havido menor atenção aos impactos sociais e ambientais. Por exemplo, uma falha na tubulação de óleo induzida pela corrosão, na qual o óleo contamina o solo e a água, é descrita em termos de custos de limpeza e reparo, mas não em termos de impacto na população, flora e fauna vizinhas, e o tempo para retornar aos seus estados anteriores. Poucas falhas induzidas pela corrosão resultam diretamente em mortes humanas, mas a contaminação ambiental resultante pode causar a morte de inúmeras outras espécies e futuras doenças e sofrimentos para a população humana. O pior exemplo disso foi o desastre de Bhopal de 1984, que resultou na liberação de gases tóxicos na atmosfera (HANSSON,2016).

É fundamental ter compreensão do que é a corrosão e os conceitos dos processos do meio corrosivo para que se estabeleçam procedimentos de minoração deste fenômeno. Deve-se atentar que não necessariamente a corrosão consiste em um acontecimento indesejável, sob a proteção catódica, por exemplo, um metal menos nobre é colocado propositalmente para oxidar-se, a fim de proteger estruturas produzidas de metais mais nobres e custo mais elevado, portanto neste caso a corrosão será uma situação prevista.

O estudo da causa da corrosão tem como objetivo principal conhecer e caracterizar os diversos meios agressivos que reagem quimicamente e eletroquimicamente com materiais de elevada importância industrial. Em uma etapa seguinte, almeja-se reduzir os efeitos com agentes antioxidantes, denominados de inibidores de corrosão (ROSSI, 2007).

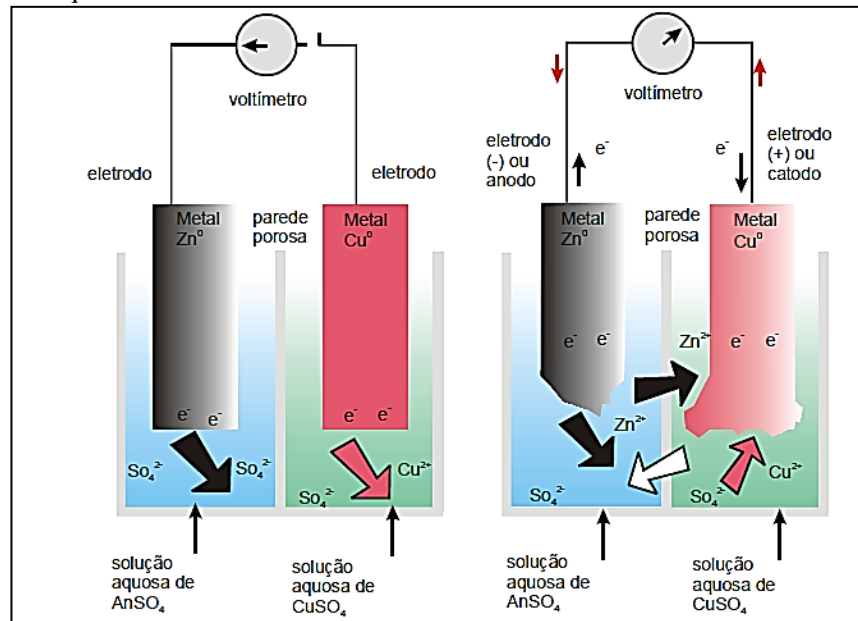
Segundo Wolyneć (2003), os mecanismos eletroquímicos ocorrem em reações químicas que envolvem transferência de carga ou elétrons por meio de uma interface ou eletrólito. A corrosão eletroquímica é uma ação espontânea que pode ocorrer quando o metal se encontra em conexão com um eletrólito, onde ocorrem simultaneamente os processos anódico e catódico.

Alguns tipos de mecanismos eletroquímicos para os processos corrosivos são:

- Corrosão em água ou soluções aquosas (90%);
- Corrosão atmosférica (8%);
- Corrosão no solo (1,8%);
- Corrosão em sais fundidos (0,2%).

Verifica-se que existe uma discrepância do percentual de ocorrência da corrosão em meio aquoso em relação as outras por causa do elemento mais abundante na natureza ser a água, devido à sua grande capacidade de condução de elétrons e de dissolver alguns compostos. A própria corrosão atmosférica que acontece pela umidade, através da condensação do vapor de água com o próprio eletrólito se formando na face exterior do metal. De acordo com Gentil (2011), o processo de corrosão pode ser representado por uma pilha eletroquímica, como sendo o ânodo (Zn) a estrutura metálica a ser corroída, e o cátodo (Cu) a estrutura a ser protegida, como mostrado na figura 1.

FIGURA 1- Pilha eletroquímica



Fonte: Gentil (2011)

2.2 MÉTODOS DE COMBATE À CORROSÃO

Hoje, os materiais metálicos já adquirem uma certa resistência a corrosão por meio de métodos ou técnicas de prevenção. A melhor maneira em custo benefício para prevenir corrosão seria por meios de estudos criteriosos dos materiais, ainda na fase do planejamento da concepção da estrutura. Os conhecimentos sobre as formas de corrosão são de grande relevância e este fator pode ter um aspecto circunstancial. Em alguns casos o emprego do material que tem melhor proteção à corrosão não chega a ser economicamente viável, dependendo da natureza do ambiente que o material será inserido.

Algumas das medidas mais eficazes de combate a corrosão são: revestimento com tinta ou metálico, a aplicação de inibidores contra deterioração do processo corrosivo, proteção anódica ou catódica. De acordo com as técnicas mais utilizadas para o combate contra a corrosão, é preciso tomar algumas precauções para dirimir a velocidade do processo nos materiais metálicos, durante a etapa de produção do material, especificamente do material a ser utilizado e os tipos de revestimentos protetores (VERNON,1957).

Os tipos de revestimentos comumente utilizados são: metálicos, orgânicos ou inorgânicos. O melhor uso depende de algumas condições, tais como, natureza do meio corrosivo, a temperatura e a pressão sofrida pelo material. Principalmente o uso de cobre na composição do metal, pode aumentar sua resistência a corrosão (NUNES,1990; MAINIER,2005; GENTIL,2011).

3 MATERIAIS E METÓDOS

Foi selecionado um grupo amostral de três ginásios poliesportivos na cidade de Caxias-MA. As amostras foram avaliadas por meio de fotos realizadas in loco. Buscou-se inspecionar os ambientes de maneira técnica com metodologias rigorosas de observação, registro e análise dos defeitos para obter diagnósticos precisos das manifestações patológicas.

Nas inspeções por observação visual das anomalias, foram caracterizados os mecanismos físicos e químicos originários e estabelecidas as relações causa-efeito. As vistorias feitas nas instalações determinaram quais as medidas corretivas e preventivas mais adequadas para cada ginásio. Desse modo, os ginásios foram divididos em três tipos, para melhor identificação:

TABELA 1 - Dados dos ginásios

GINASIO	Abreviação	Endereço	Horário de funcionamento	Inauguração	CEP
Campo de Belém	G1	R. Castelo Branco, S/N- Campo de Belém	08:00 às 22:00 Hrs	30/05/2004	65.609-130
Hugo Humberto Moreira Fonseca	G2	Av. Castelo Branco, S/N – Refinaria	08:00 às 22:00 Hrs	13/12/2003	65.604-170
Nilson Fonseca Marinho	G3	Av. Sen. Clodomir Cardoso, S/N– Volta Redonda	08:00 às 22:00 Hrs	13/12/2003	65.606-530

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Além da falta de manutenção periódica do poder público foram identificados outros fatores para sua deterioração. No ginásio G1 detectou-se a corrosão atmosférica por estar situada em um ambiente urbano na cidade de Caxias-MA. No ginásio G2 há um agente agressivo a 20 metros do local, onde existe a queima de carvão para obtenção de energia para assar frango, que libera uma fuligem em forma de dióxido de enxofre (SO₂), e combinado com a umidade forma-se ácido sulfúrico (H₂SO₄) produzindo uma película de ácido altamente corrosiva para estrutura metálica, é a corrosão por fuligem. E, por último, no ginásio G3 que está próximo a uma estação de tratamento de esgoto (ETA), cerca da 30 metros de distância, o excesso de umidade da região combinado com a falta de manutenção promove o aparecimento da corrosão por umidade em estrutura metálica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FALHA DE INSTABILIDADE ESTRUTURAL

As falhas de instabilidade estruturais estão ligadas, intrinsicamente, na concepção do projeto por erro ou falta de dimensionamento das peças estruturais, materiais de baixa qualidade ou falta de mão-de-obra especializada na execução ou montagem da estrutura.

Após as vistorias em cada unidade, observou-se que todas manifestações patológicas, são decorrentes da ausência de manutenção periódica. Também há a falta de tirantes nas estruturas, que são elementos semirrígidos, que possuem a função de absorver as movimentações da estrutura, causadas por sobrecargas, mantendo o arco tensionado. Porém, no caso da cobertura dos ginásios, a retirada dos tirantes provavelmente causará a desestabilização das estruturas, podendo causar o colapso delas.

O único ginásio que apresentou uma falha de instabilidade estrutural acentuada foi o ginásio G2 (FIGURA 2), apresentando O fenômeno de flambagem lateral por torção que é um estado de limite último que pode ocorrer nas vigas, causado pelo momento fletor na seção transversal comprimida tornando-se instável, por ser ligada através da alma que é a parte tracionada, causa um efeito estabilizador e faz com que ocorra uma translação lateral acrescida de uma torção provocando a imperfeição geométrica acarretando a diminuição da rigidez a torção da viga, diminuindo o momento fletor resistente.

FIGURA 2: Instabilidade estrutural



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

A incidência desse fenômeno na estrutura metálica é altamente prejudicial para sua integridade. O principal motivo da sua degradação, além do fato da inexistência de manutenção é a

comercialização da venda de frango assado, a menos de 15 metros da estrutura. Isso ocorre por conta de a capacidade do metal absorver gases como a fuligem (carbono finamente dividido) do carvão associado a exposição à ação de intempéries. Com combinação da umidade e da fuligem, forma-se uma camada de superficial de substâncias corrosivas na superfície metálica como o ácido sulfúrico (H₂SO₄), o que rapidamente acarreta uma corrosão localizada. Com isso há redução de rigidez do material, dessa maneira o esforço resistente de cálculo diminui e o esforço solicitante de projeto começa alterar a configuração da estrutura manifestando deformações excessivas ou como no caso da Figura 2 percebe-se uma flambagem lateral por torção.

Para eliminar o problema deve-se, nesse caso a solução mais econômica é o reforço estrutural ou a substituição do perfil.

4.2 FALHA GEOMÉTRICA

A vida útil de uma estrutura nasce na concepção do projeto e a sua consolidação na execução. Para que não haja nenhum imprevisto na execução do projeto é preciso ter compatibilização, tanto do arquitetônico quanto do estrutural. São muito comuns no Brasil falhas geométricas envolvendo estruturas metálicas, por causa da sua fabricação ou montagem por falta de disponibilidade de equipamentos adequados, incompatibilidade de sistemas construtivos, erros grosseiros na concepção do projeto ou elementos estruturais com detalhes que favorecem o aparecimento de manifestações patológicas.

Os três ginásios apresentam manifestações patológicas bastante avançadas causadas por diferentes agentes agressivos, possivelmente advindas de falha de projeto e detalhamento, proporcionando o comprometimento da estrutura e alto risco de colapso em serviço. Medidas executadas ainda na fase de projeto acarretariam o prolongamento da vida útil da estrutura, tais como a inserção de orifício de drenagem nos encontros de junção das peças que evitaria a aeração diferencial, causada pela presença de oxigênio ou de poeira que propicia concentrações diferentes de oxigênio (O₂) em uma mesma superfície metálica, uns dos principais motivos de corrosão em estruturas metálicas.

Todos os ginásios apresentam indícios de erros de configurações geométricas propiciando o acúmulo de depósitos de compostos solúveis em água e umidade, existem concentração de poeira ou de matéria orgânica, estimulando a corrosão por aeração diferencial. Alguns parâmetros geométricos são importantes para que estas condições sejam adquiridas, tais como: superfícies planas e lisas; geometrias curvas ao invés de angulares; o arredondamento dos cantos e extremidades dos componentes; presença de drenagem no encontro das peças; ausência de ângulos obtusos e

outros detalhes que dificultem o acesso às regiões localizadas; deve-se evitar seções abertas na parte superior ou providenciar um sistemas de escoamento adequado para a água acumulada.

Na referência bibliográfica apresentam-se maneiras de detalhamento que garantem a aplicação do sistema de proteção e não promoção da corrosão, as soldas devem ser contínuas sempre que possível, podendo utilizar soldas intermitentes somente quando o risco de corrosão for mínimo. A presença de configurações geométricas superficiais, o acúmulo de água ou presença de matéria orgânica, promovem o aumento da ocorrência deste processo. A eliminação de seções inclinadas ou chanfradas permite a drenagem de água ou de líquidos corrosivos para fora da estrutura e são medidas fáceis e de aplicação baratas que podem ser concebidas ainda na fase da concepção do projeto.

Toda estrutura, seja ela de concreto, metálica ou madeira deve atender alguns aspectos: segurança, funcionalidade e durabilidade. Para a estrutura ter uma longa vida útil, longe de patologias é preciso seguir algumas medidas de manutenções periódicas com profissionais técnicos e materiais de alta qualidade. A falta de manutenção preventiva ou sua ausência podem ocasionar danos irreversíveis na estrutura, possibilitando a aceleração da ação de agentes agressivos, comprometendo a sua segurança, provocando precocemente a sua ruína ou colapso estrutural.

Por falta de um detalhamento construtivo e principalmente manutenção preditiva periódicas, propiciou-se o aparecimento da manifestação patológica, cada qual com o seu respectivo agente agressivo. O ginásio G1 está exposto à corrosão atmosférica em toda uma conexão de base rígida da treliça, que serve de apoio, onde a concentração de esforços solicitantes, acarretando um novo rearranjo da distribuição de forças. No ginásio G2 o agente mais agressivo de todos, a fuligem (SO₂), ao depositar-se na superfície da estrutura atua junto com a umidade formando o ácido sulfúrico (H₂SO₄) uma película altamente agressiva para estruturas expostas e com alternância de temperaturas altas bastante frequentes na região de Caxias-MA, acelerando a sua deterioração. A peça metálica perdeu toda sua rigidez e posteriormente perderá toda sua função estrutural para qual foi concebida, provocando a iminência do colapso. E, por último, há no ginásio G3 a presença da corrosão por umidade, causada pela proximidade de uma estação de tratamento de esgoto (ETA), propiciando a elevada concentração do agente agressivo, levando à perda da função estrutural.

Em todas as estruturas existe uma coincidência fatal que é a deterioração acelerada. Além do agente agressivo, observamos que em cada ginásio, destaca-se como a principal causa a falta de manutenção periódica que desencadeou a aceleração da ação dos agentes agressivos, além de outros fatores climáticos como umidade excessiva e temperaturas altas durante o dia.

Elenca-se todas as causas e os agentes agressivos das estruturas, porém com desenvolvimento da formação da corrosão localizada, por erro de projeto a matéria orgânica se

acumula em todas suas base respectivamente na qual a corrosão por aeração diferencial afeta em todos os casos, corrosão decorrente da exposição de um metal em uma solução ou contato com matéria orgânica em diferentes concentrações ou pressões parciais de oxigênio, onde o CO₂ (Dióxido de carbono) é consumido, havendo liberação de H⁺ (íons de Hidrogênio) e Cl⁻ (Cloreto), que são corrosivos mesmo para materiais normalmente passivados. aumentando a velocidade de deterioração da estrutura em todos os casos, mais a presença de agentes contaminantes que provocam uma aceleração devastadora na estrutura, encurtando a sua vida útil.

5 CONCLUSÃO

Sabe-se que a corrosão é um fenômeno natural e espontâneo, nem as melhores medidas de prevenção e manutenções periódicas rigorosas extinguiriam o seu aparecimento, por isso deve-se aprender com sua ocorrência, rapidamente apresentar um diagnóstico exato para garantir construções mais sustentáveis.

As inspeções visuais realizadas em Caxias-MA, mostraram que os ginásios da amostra possuem manifestações patológicas ocasionadas pela falta de compatibilização dos seus projetos. Analisando as falhas geométricas que propiciaram a aceleração da ação dos processos corrosivos junto com a ausência de manutenção periódica, agravando mais ainda o estado das estruturas metálicas.

A manutenção é o sinônimo de maior vida útil da estrutura, aumentando significativamente sua durabilidade. Medidas de prevenção contra corrosão aplicadas na fase da concepção do projeto, especificando os períodos de manutenção e os materiais a serem utilizados, acarretariam uma diminuição da ocorrência de manifestações patológicas e seus efeitos na estrutura. É possível correlacionar a durabilidade da estrutura com a qualidade de projeto e das especificações técnicas. Qualquer medida tomada tem custos muito inferiores aos de posteriores manutenções, quando, na maioria das vezes, não são capazes de resolver o problema completamente.

Apresentaremos, abaixo, algumas medidas de baixo custo, que, se aplicadas, podem aumentar a longevidade das estruturas metálicas:

- Existência de compatibilização dos projetos estruturais;
- Plano de manutenção periódica bem detalhado e com duração já estabelecida;
- Em estruturas metálicas, evitar pontos de concentração de matéria orgânica, poeira ou retenção de água;
- Aplicar orifícios em junção de peças de estruturas metálicas;
- Evitar o uso de metais diferentes para não provocar a pilha galvânica;

Eliminação de seções inclinadas ou chanfradas para permitir uma drenagem de água ou de líquidos corrosivos para fora da estrutura;

As soldas devem ser contínuas, sempre que possível, podendo utilizar soldas intermitentes somente quando o risco de corrosão for mínimo;

Conhecer a região e identificar os possíveis agentes agressivos que atacam as estruturas;

O conhecimento sobre os processos de corrosão é primordial para ampliar a vida útil da estrutura e para garantir uma construção sustentável.

Elencamos medidas fáceis de serem aplicadas na fase de projeto, diminuindo a ocorrência da manifestação patológica na estrutura, proporcionando sua longevidade e durabilidade.

REFERÊNCIAS

CALLISTER JR, W. D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 8ª. ed. Rio de janeiro: LTC, 2015.

GENTIL, V. Corrosão. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2011.

HELENE, P. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto. Tese(Livre Docência) Escola Politécnica da USP. São paulo, p. 231. 1993.

MAINIER, F. B. Curso de Corrosão e Inibidores. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Abraco. Porto Alegre. 2005.

NUNES, N. V. Pintura Industrial Aplicada. Mairty Comunicação e editora Ltda. São paulo. 1990.

PANNONI, F. D. Princípio da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio. Coletânea do uso do aço 2 - princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio, 2, 2004.

PANNONI, F. D. Projeto e durabilidade. 2ª. ed. Rio de janeiro: INSTITUTO AÇO BRASIL/CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, v. Série Manual de Construção em Aço), 2017.

ROSSI, C. G. F. T. Inibição a corrosão do aço AISI 1020, em meios ácidos e salinos, por tensoativos e substâncias nitrogenadas microemulsionados. Tese (Doutorado em Química)- Programa de Pós-graduação em Química na Universidade Federal do rio Grande do Norte. Natal. 2007.

VERNON, W. H. J. Metallic corrosion and conservation of natural resources. Institution of Civil Engineers. London. 1957.

WOLYNEC, S. Técnicas Eletroquímicas em Corrosão. São paulo: Editora da USP, 2003.