

Silva Filho, A. J.¹; Drumond, M. F. R.²
Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Tatiana Jucá³
Professora Ma., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

agnaldojsfilho@hotmail.com; ²matheusdr2@gmail.com; tatianajuca@pucgoias.edu.br

RESUMO: O presente artigo tem como objetivo geral avaliar o estado de degradação de uma estrutura metálica que compõe os ambientes do estacionamento da área 2 da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO). A metodologia adotada na execução da pesquisa foi uma inspeção predial com base na NBR 16747 (ABNT, 2020), em um pavimento planejado serve de estacionamento para uma instituição de graduação, nominado como 1º subsolo. A inspeção foi realizada por meio de análise visual para identificação de danos existentes na estrutura metálica. A partir da criação de um mapa, foi possível identificar que a maior parte dos danos foi ocasionada pela inadequação das manutenções corretivas realizadas, e por fim, foi proposta a criação de um plano de manutenção preventiva que evite a perda de estanqueidade da laje para os demais elementos.

Palavras-chave: Avaliação. Danos. Aço. Estrutura metálica. Patologia.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil,

1 INTRODUÇÃO

A tragédia de Bad Reichenhall, na Alemanha, a partir de janeiro de 2006, levantou questões gerais sobre a inspeção de estruturas de engenharia civil. A opinião dos autores é que uma abordagem combinada é necessária para garantir a segurança das estruturas e melhorar a sustentabilidade de grandes estruturas para evitar colapsos súbitos. Essa abordagem combinada é apresentada a seguir. O principal objetivo do monitoramento de estruturas civis é apoiar exames visuais regulares ou inspeções baseadas em técnicas de ensaios não destrutivos (CUNHA, et al. 1998).

O aço há um tempo já se encontrava no mercado, porém não havia máquinas para tal modelagem do mesmo (COSTA, 1994). Na história antiga diz encontrar artefatos de ferro no período de 4.000 a.C. encontradas no Egito. A legítima exploração do ferro para produção de matéria prima está próxima a 1500 a.C. Para o uso do metal em estrutura se deu em um tempo ainda mais tardio com o uso de ferro fundido, utilizado em um arco na Inglaterra entre 1777-1779. Após a descoberta desta fundição houve então as primeiras fabricações de pontes compostas por barras, treliças e anéis de correntes (ZIGNOLI VITTORIO, 1978).

À partir de fatos históricos e vivências no mercado da construção civil, é possível observar que as estruturas

vêm crescendo dia após dia no mercado da construção civil, trazendo novas expectativas para o futuro. O ramo das metálicas hoje está abrangendo mão de obra mais qualificada e superiores mais experientes para manuseio adequado. O uso deste material atualmente, tem despertado a economia do Brasil. Este tipo de material traz uma ampla possibilidade na etapa de projeção, surgindo assim várias opções de uso. Outro motivo para investimento deste material é a árdua flexibilidade, fazendo com que o concreto armado perca um percentual relativamente bom no mercado. E com isso, o aço em si traz uma série de vantagens, chegando cada vez mais com expectativas de melhoramento construtivo.

O aço é o material usado nas primeiras pontes da antiguidade e agora trazendo em sua bagagem grandes construções de edifícios modernos comerciais, residenciais, galpões, lojas e vários outros a serem citados (FERREIRA, s/d).

Atualmente, se tratando das normas, o aço obteve um grande salto no desenvolvimento na construção civil. De modo geral para saber lidar e expor o aço, foi então desenvolvida a NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (ABNT, 2008), para processos mais

próximos de acertos construtivos com segurança e qualidade (GOMIDE, et al. 2011).

Embora exista uma ampla gama de uso para as estruturas metálicas como pontes, passarelas, estruturas de edifícios comerciais, residenciais etc, há também a necessidade de entender seu comportamento em uso, considerando às ações como intempéries, carregamentos, uso e manutenções. Assim, entender como as manifestações patológicas e vícios construtivos afetam esse sistema construtivo é relevante para que ocorra avanços em sua utilização pelos profissionais.

O artigo tem como objetivo geral avaliar o estado de degradação da estrutura metálica que compõe os ambientes do estacionamento da área 2 da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Como objetivos específicos tem-se: identificar as principais manifestações patológicas; analisar a causa dos danos; e gerar um mapa de danos dos pavimentos estudados.

A pesquisa se justifica em conhecer o estado de conservação de uma estrutura metálica construída há 20 anos cujo uso diz respeito a uma instituição de ensino em que transitam diversas pessoas por dia é relevante para indicar as condições de segurança e as manutenções necessárias para uso adequado com vistas ao prolongamento da vida útil da edificação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todas as construções têm o seu grau de complexidade desde a sua fase inicial em que tem se uma concepção em mente e se deve expressar para um profissional habilitado como aquela ideal deve se parecer e funcionar. Quando finalizado o projeto, se inicia o levantamento e orçamento para que se possa informar qual o custo tem se para executar e por fim iniciar as etapas construtivas (VIEIRA, 2015).

A obra ao ser finalizada, representa, para muitos a realização de um sonho de uma casa própria ou até mesmo de uma empresa. Porém, muitos se esquecem que como o corpo as construções também precisam de um cuidado periódico e com isso colocam em risco a sua segurança e dos outros.

2.1 Monitoramento e inspeção predial de acordo com a NBR 16747:2020

Visando dar um apoio maior e garantir uma maior padronização nos métodos executivos e práticos a NBR n. 16747 foi criada, sua primeira edição foi em 21/05/2020, tendo como objetivo de atestar o funcionamento e a conservação da edificação. Os subsistemas e sistemas têm o objetivo de permitir um

acompanhamento ordenado do comportamento em uso ao longo da vida útil para que mantenham as condições mínimas necessárias a habitabilidade, segurança e duração da edificação (BRASIL, 2020).

A NBR 16747(ABNT, 2020) traz como premissa básica a inspeção por análise visual, em que o profissional usa dos sentidos para identificar vícios construtivos e anomalias no objeto inspecionado. Assim é possível se identificar fissuras, deformações excessivas, descolamentos de revestimentos, infiltrações etc. Há também situações em que há necessidade de realização de inspeção detalhada em que se faz uso de equipamentos e instrumentos de medição e monitoramentos para auxiliar o diagnóstico.

A inspeção predial quando realizada de maneira frequente contribui para uma diminuição dos riscos econômicos e técnicos semelhantes a perda de desempenho. Como foi dito antes um de seus principais objetivos, se não o principal, é garantir uma segurança aos que habitam naquela edificação (VIEIRA, 2015).

A NBR 16747 (ABNT, 2020) é conhecida popularmente por ser uma ferramenta para os síndicos, devido ao fato de auxiliar na gestão providenciando um norte sobre como as atividades devem ser realizados e qual a periodicidade já que é muito comum que algumas não venham com um manual de uso do proprietário. Atualmente, já tem uma área da engenharia focada em inspeções quando elas já atingem níveis mais extremos e drásticos, são os engenheiros peritos que estudam os casos e fornecem as soluções corretas e seguras (BRASIL, 2020).

2.2 Manual de uso, operação e manutenção em conformidade com a NBR 14037:1998

Quando se compra qualquer tipo de equipamento, recebe-se um manual de instrução de uso e de cuidados, desde os materiais mais simples como um fone de ouvido até os mais complexos como uma impressora 3D. Os manuais têm como objetivo nos instruir da maneira correta a como utilizar um equipamento, para que sua vida útil possa ser prolongada e para que as empresas consigam se proteger em caso de um descuido ou utilização incorreta. Na construção civil os manuais são feitos em grande parte baseados nas NBR 14037 (ABNT, 1998) e NBR 16747 (ABNT, 2020).

A NBR 14037 (ABNT, 1998) estabelece a finalidade de se inserir no manual de operação, manutenção e uso das edificações com recomendações para identificação e criação. Eles têm como objetivo:

- Esclarecer as metodologias técnicas da edificação construída aos usuários;
- Descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação;
- Apontar aos usuários as principais atividades a executarem nas revisões;
- Prevenir a ocorrência de acidentes e falhas;
- Contribuir para o aumento da durabilidade da edificação (BRASIL, 1998).

Já a NBR 16747 (ABNT, 2020) propõe a elaboração e implantação de um sistema de gestão da manutenção como ferramenta programável visando investimento na preservação do valor patrimonial. Porém, este programa deve apontar também para a segurança e qualidade de vida dos usuários. Grande parte das construtoras tem feito um manual de uso operação e manutenção sempre que entregam um empreendimento, pois conseguem instruir seus clientes da melhor maneira a cuidarem de seus imóveis e podem ter um respaldo legal quando são solicitados sobre o acionamento das garantias legais (BRASIL, 2020).

2.3 Principais manifestações patológicas em estruturas metálicas e/ou mistas

Para análise em estudo foram identificadas várias degradações patológicas no estacionamento como mencionado. Os danos podem surgir das seguintes maneiras: tipologia do material, meio de exposição, junção metal / meio, combinação inadequada de dois ou mais metais diferentes e prováveis erros de aplicação (VIEIRA, 2015). Neste estudo as possíveis causas identificadas foram:

- Lixiviação;
- Corrosão;
- Vícios construtivos;
- Combinação metal / meio.

Assim, cada uma dessas ações e agentes serão detalhados a seguir de forma a embasar as discussões que comporão os resultados desta pesquisa.

2.3.1 Lixiviação

Conforme Pina (2013), manifestações patológicas são os defeitos que surgem nas construções civis, por diversos motivos. Uma patologia na construção civil

acontece quando uma construção apresenta defeito ou deixa de atender aos requisitos básicos de uma obra. Ou seja, este termo está consolidado no setor de reabilitação e conservação de edifícios.

Para Brito (2017) se algum edifício apresentar imperfeições e não cumprir devidamente algumas das suas funções, é necessário proceder uma reparação. Assim, a reparação de uma patologia tem por finalidade recuperar a sua utilidade inicial.

Nesse contexto, Zuchetti (2015) afirma que realizar vistorias, avaliar estruturas e diagnosticar a patologia na construção civil são tarefas que precisam ser feitas periodicamente. Desta forma, os resultados e as ações de manutenção devem cumprir efetivamente a recuperação da construção. Uma patologia da construção geralmente ocorre devido a uma série de fatores. As degradações que podem atingir um edifício são basicamente: erosões; reações químicas; variações de temperatura; e vibrações e corrosão.

A lixiviação é o processo de dissolução e carreamento de compostos hidratados - carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, dentre outros – pelo efeito da passagem da água através da estrutura. Os materiais conduzidos são regularmente depositados na parte exterior da peça, onde são cristalizados ao evaporar a água que os transportou. A essa cristalização dá-se o nome de eflorescência (LIMA, FARIA, 2020a). Ainda de acordo com o autor, Ferreira (2016) além da estética visual indesejável, pode causar perda de resistência mecânica.

A maneira mais rápida de combater a lixiviação, quando possível é interromper a infiltração da água que está provocando a condução do material para o exterior da estrutura, realizando colmatagem e impermeabilização (LIMA, FARIA, 2020b).

2.3.2 – Corrosão

Segundo Peixoto (2012), a corrosão de um metal pode ser definida como sua degradação a partir de uma reação com o ambiente. Essa degradação pode causar o enfraquecimento do metal pela redução de sua seção transversal, pela alteração de sua estrutura cristalina ou por uma reação química gradual convertendo o metal em um composto com menor resistência. Essa alteração se dá quando o metal está em presença de oxigênio, umidade (água), contato com metais diferentes e produtos químicos.

A corrosão é patologia mais comum que se manifesta nas construções metálicas. Mas relacionando ao meio ambiente a velocidade das reações pode ser extremamente baixa, ao se adicionar no meio um agente agressivo existe um incremento significativo nesta velocidade, acelerando o processo corrosivo e

tornando o meio extremamente nocivo. A deterioração do metal pelo processo corrosivo leva a perda da resistência mecânica, ductibilidade, elasticidade do metal, além de causar prejuízos de ordem estética (PEIXOTO, 2012).

De acordo com Lima e Faria (2020 b) a corrosão pode ser interpretada como uma ação de degradação oriunda da reação entre o material degradado e o meio ambiente. De acordo com Peixoto (2012) a forma de manifestação depende do material, do meio de exposição, da combinação metal/meio e das associações inadequadas de dois ou mais metais diferentes. O aço oferece uma combinação de alta resistência, baixo custo e facilidade de fabricação. No entanto, uma das principais manifestações patológicas desse material é a corrosão, que pode encurtar sua vida útil. A corrosão do aço carbono e de outros materiais metálicos expostos a meios corrosivos, como água, concreto, solo, produtos químicos e a própria atmosfera, é produzida pela transferência de espécies entre o metal e o meio. Nesse processo, os metais perdem elétrons, que estão na forma de íons e reagem com outras espécies do ambiente, formando óxidos, sais, hidróxidos, conhecidos como produtos de corrosão.

Tipos de corrosão

Segundo Peixoto (2012), a corrosão pode se manifestar de várias formas, dependendo do material, do meio de exposição, da combinação metal/meio, associações inadequadas de dois ou mais metais diferentes etc. Os tipos mais conhecidos e práticos são: corrosão generalizada, localizada e resultante da ligação de diferentes metais, conhecida como galvânica. Veja abaixo como cada um acontece.

Corrosão generalizada

A corrosão generalizada é um dos tipos mais comuns de desgaste em estruturas de construção atmosférica. Pode ser percebido pela formação de uma camada de produtos de corrosão ao longo de toda a extensão do metal exposto ao meio ambiente. Geralmente atinge grandes superfícies de uma determinada estrutura ou componentes de uma edificação, principalmente suas fachadas. A maioria dos metais e suas ligas sofrem corrosão generalizada que, a despeito o nome, não atinge uniformemente toda a superfície do metal. Portanto, mesmo a superfície corroída torna-se irregular (PEIXOTO, 2012).

Corrosão Localizada

A corrosão localizada, também conhecida por corrosão pites geralmente ocorre em metais passivos (aqueles que recebem um filme protetor de óxidos metálicos,

também conhecido como filme passivo), manifestando-se através da formação de furos no metal, gerando pequenos poços localizados. Os ânions cloreto, hipoclorito e brometo causam esse tipo de corrosão. Especialmente os cloretos são responsáveis pela maioria dos casos de corrosão por pites (PEIXOTO, 2012).

A corrosão em frestas geralmente ocorre em uma área localizada e tende a afetar metais mais fortes, como titânio, alumínio e aço inoxidável. Este tipo de desgaste também pode ocorrer em metais ferrosos e outras ligas menos resistentes, que são expostas a ambientes oxidantes ou passivos. De qualquer forma, essa situação restringe-se a trincas excessivamente estreitas, que se formam com o uso de parafusos ou arruelas, presentes também em juntas sobrepostas e depósitos superficiais, além de outras diversidades superficiais, como trincas e outras deformidades metalúrgicas (PEIXOTO, 2012).

Corrosão Galvânica

Este é possivelmente o tipo de corrosão mais comum encontrado, principalmente em estruturas expostas a ambientes marinhos, como torres de aerogeradores e plataformas de petróleo, por exemplo. Caracteriza-se por um processo eletroquímico, que normalmente ocorre entre metais ou duas ligas metálicas diferentes, conectadas eletricamente e em contato com o meio corrosivo. Neste tipo de corrosão, o metal menos nobre (também chamado de ânodo) corrói e protege galvanicamente o metal mais nobre (cátodo). A ocorrência e intensidade deste processo dependem, entre outros fatores, da condutividade do meio, do potencial de corrosão e da proporção da área do metal mais nobre ou menos nobre (PEIXOTO, 2012).

2.3.4 Vícios construtivos

De acordo com Silva (2015) a definição de defeitos, falhas e erros construtivos se trata como vícios construtivos.

2.3.5 Combinação metal /meio

De acordo com Castro (1999) o material tende a reagir espontaneamente no meio e que se insere, perdendo energia na fabricação e revertendo ao seu estado não metálico.

Para esse autor, a importância do meio ainda é fator principal condizente para desenvolver o processo. Existem alguns fenômenos para que aconteça as condições presentes. O traço químico e físico do metal afeta este fenômeno. As duas condições citadas devem

atuar de modo par para que as reações químicas ocorram. É possível a corrosão de determinados meios, dependendo assim das condições, já outros não. Os metais nobres, ouro, platina e ferro são demonstrações que diferem as condições uns dos outros. Para cada qual uma atividade específica.

Segundo Castro (1999) é possível dizer que os métodos para esse tipo de dano inferem o metal, o meio ambiente que esta inserido e as condições do meio em que se atuam.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma inspeção predial com base na NBR 16747 (ABNT, 2020), em um local com a finalidade de estacionamento para uma instituição de graduação, nominado como 1º subsolo. A inspeção foi realizada por meio de análise visual para identificação de danos existentes na estrutura metálica.

O estudo de caso teve as seguintes intenções:

- Identificar as principais manifestações patológicas existentes;
- Analisar a causa dos danos;
- Identificar a prioridade no tratamento dos danos;
- Elaboração de mapa de danos.

Para a elaboração do mapa de danos foram atribuídos os seguintes níveis de intensidades: Leve, Moderado e Alto. Sendo considerado o leve para danos estéticos, moderado para danos estéticos e de desempenho que não coloquem em risco a segurança, o alto para um dano que seja, tanto estético e de desempenho como um risco de segurança.

3.2 Tratamento de dados

É possível obter resultados com mais clareza através da criação de mapa de danos. Ainda foi pontuado cotas e desenhos no projeto onde se encontra o local exato das principais manifestações patológicas identificadas. Os estudos apontam as seguintes degradações:

1. Lixiviação - é a decomposição e o transporte de compostos hidratados;

2. Corrosão – reação entre material degradado e meio ambiente;
3. Vícios construtivos – são considerados erros, falhas, falta de atenção humana levando à fatores futuros de patologia;
4. Combinação metal / meio – atenção ao tentar fundir materiais distintos, podendo acarretar manifestações patológicas.

3.3 Análise de dados

Foi identificado e analisado todos os dados, as devidas afirmações no caso exposto, foram indicadas conforme normas pertinentes, ilustrações e manuais. A análise final desses dados trouxe clareza e solidez a este estudo, além de expor as possíveis causas das manifestações patológicas e possíveis reparações para esta edificação.

Após análise dos danos, a indicação do reparo segundo as fontes bibliográficas, foi realizada a composição de uma contratação adicional de um profissional especialista em inspeção predial profissional e/ou serviços técnicos que possam fornecer ensaios e avaliações individuais para formular relatórios e pareceres complementares ao laudo técnico de inspeção predial entregue. Com observação criteriosa nos danos, que não puderem se classificar em falhas ou anomalias, por isentar de análise mais detalhada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa de campo serão apresentados neste tópico para avaliação do estado de degradação da estrutura metálica do 1º subsolo de estacionamento da área II da PUC Goiás.

Na Tabela 1, há um quadro resumo com a identificação dos danos identificados nas vigas e na Tabela 2, dos pilares. Em ambas as tabelas há indicação do nível qualitativo do dano, local e o quanto o dano representa no total dos elementos avaliados.

Tipologia	Nível	Vigas	Porc. Por Nível(%)	Porc. Total Por Patologia(%)
Lixiviação	Alto	V19	1,23	8,61
Lixiviação	Moderado	V20	1,23	
Lixiviação	Leve	V46,V14, V18, V43, V60	6,15	
Corrosão	Moderado	V20, V19	2,46	17,22
Corrosão	Leve	V48, 2*V62, V13, V14, V18, V3, V19, V43, V45	14,76	
Vício Construtivo	Alto	V12	1,23	2,46
Vício Construtivo	Moderado	V19	1,23	
Metal Meio	Alto	V46	1,23	1,23
TOTAL:		123	29,52%	

Tabela 1: Manifestações patológicas identificadas nas vigas.

Fonte: Os autores.

Os danos identificados nas vigas foram: a corrosão do perfil (17,22%), a lixiviação (8,61%) da pasta de cimento no concreto que escorre sobre a estrutura metálica, vícios construtivos (2,46%) e anomalia metal-meio (1,23%). A maior parte dos danos ocorreu em vigas 29,52%, sendo que 3,69% foram considerados de grau alto, 3,69% moderado, e 20,91% leve, conforme apresentado na Tabela 1.

Tipologia	Nível	Pilares	Porc. Por Nível (%)	Porc. Total Por Patologia(%)
Lixiviação	Alto	H6, H10, J10	0,87	4,64
Lixiviação	Moderado	D12, D14, H13, J13, J11, J12	1,74	
Lixiviação	Leve	H4, H9, H10, H14, D13, D12, J14	2,03	
Corrosão	Alto	J10	0,29	0,87
Corrosão	Leve	H10, H12	0,58	
TOTAL:		29	5,51%	

Tabela 2: Manifestações patológicas identificadas nos pilares. Fonte: Os autores.

Os danos identificados nos pilares foram: a lixiviação (4,64%), a corrosão do perfil (0,87%) da pasta de cimento no concreto que escorre sobre a estrutura metálica. A menor parte dos danos ocorreu em pilares, 5,51%, sendo que 2,61% leves, 1,74% moderados, e 1,16% foram considerados alto, conforme apresentado na Tabela 2.

O mapa de danos foi criado a partir do projeto estrutural original do pavimento, em que se registrou as manifestações patológicas identificadas por meio de análise visual em cada elemento existente, identificando também seu nível ou intensidade.

Os resultados obtidos sugerem a necessidade de uma maior atenção em relação às vigas, pois os danos estão em maior concentração e sua

porcentagem foi 4,35% maior em relação aos pilares. Existe ainda a possibilidade de análises e reparos em pilares, pois sem eles não é possível existir estrutura sólida. Julga-se todas as possibilidades de correção, pois, uma estrutura deve ser formada por um conjunto de pilares, vigas e lajes.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de vício construtivo, que se refere à falta de um parafuso.



Figura 1 – Presença de vício construtivo.

Fonte: Os autores.

O vício construtivo apresentado na Figura 1 põe em risco a ligação entre os elementos. Com isso, essa ligação entre os elementos prevista para ocorrer em nove parafusos, se deu em apenas oito, sobrecarregando os pontos de ligação. A solução para tal problema é fixar o parafuso que faltou para estabilizar melhor os elementos indicados na imagem. Por isso é fundamental a importância de conferir e gerenciar a mão de obra.

Na Figura 2 é apresentado o mapa de danos, em que os componentes com danos são apresentados nas cores verdes, quando o dano foi categorizado como leve, amarelo quando moderado, e vermelho para alto.

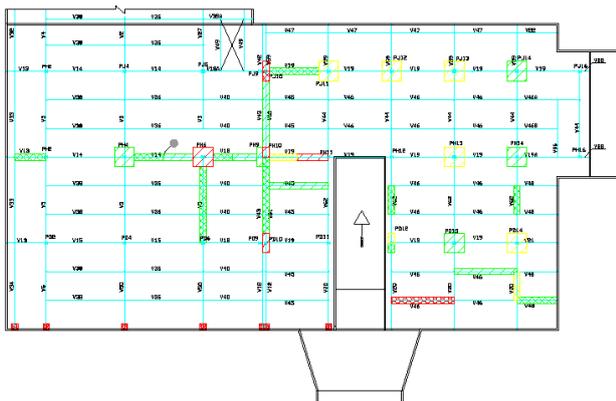


Figura 2 - Mapa de danos.
Fonte: Os autores.

Da análise da Figura 2 é possível identificar, que as manifestações patológicas estão concentradas em dois pontos específicos.

No lado esquerdo do estacionamento, pode se encontrar lixiviações e corrosões. Sendo elas se manifestando de cima para baixo nos pilares e vigas. Ao analisarmos os projetos, foi possível identificar que essa área esta localizada logo abaixo de uma área do estacionamento descoberto, indicada na Figura 3. É possível perceber que o contrapiso apresenta trincas e reparos localizados, o que pode não ter protegido a manta impermeabilizante, além desta ter sido aplicada há mais de 10 anos, de acordo com informações coletadas na etapa de *anamnese*.



Figura 3 – Vista superior da laje do 1º subsolo.
Fonte: Os autores.

As falhas de manutenção da camada impermeabilizante (Figura 3) e da camada de regularização permitiram que a água infiltrasse pela porosidade do concreto, danificando também a estrutura metálica. Como solução dos problemas nesta área, deve-se retirar as camadas de proteção mecânica e impermeabilizante, realizar nova impermeabilização e nova camada de proteção mecânica.

Na Figura 4 é apresentado um vício indicando a patologia metal/meio, pela ligação entre os perfis metálicos e a laje em concreto armado.



Figura 4 – Combinação metal / meio.
Fonte: Os autores.

Na parte a direita do estacionamento, tem se uma área que se mantém constantemente úmida na época de chuvas em função de dutos para instalações que atravessam a laje. A incidência da água torna visível a lixiviação e a corrosão dos perfis nos pilares e vigas ilustradas nas Figuras 5 e 6.



Figura 5 – Lixiviação em pilar.
Fonte: Os autores.



Figura 6 – Corrosão em viga.
Fonte: Os autores.

Tanto a lixiviação quanto a corrosão encontrada nestes perfis metálicos se dão pelo fato de ser uma região que possui problemas hidráulicos, impactando assim que ela esteja constantemente úmida e com água escorrendo das tubulações localizadas acima dos perfis.

Para que futuros problemas sejam evitados deve ser feita a manutenção em toda a tubulação

hidráulica, nesta região, visando localizar os vazamentos, e posteriormente, deve-se fazer uma impermeabilização em toda a estrutura, a fim de melhorar seu desempenho.

Os monitoramentos devem ocorrer em fases adequadas para evitar problemas de desempenho, bem como as manutenções preventivas devem ocorrer de maneira planejada para evitar danos precoces e aumentar a vida útil do edifício. Se ainda assim ocorrer manifestações patológicas é primordial que as ações corretivas sejam adotadas de forma rápida e correta, evitando assim que a degradação seja acelerada pelos agentes causadores.

5 CONCLUSÕES

Após realizar as inspeções, identificou-se que as principais manifestações patológicas nos pilares e vigas são: lixiviação, corrosão, vícios construtivos e a combinação metal/meio. A maior parte dos danos foi ocasionada pela inadequação das manutenções corretivas realizadas, sendo o ideal que houvesse um plano de manutenção preventiva, que evitasse a perda de estanqueidade da laje para os demais elementos.

Com a elaboração do mapa de danos, foi localizado os principais focos dos problemas e assim, entender quais os locais de maior suscetibilidade de manifestações patológicas. Pode ser adotado pela equipe de manutenção, para indicação de manutenções corretivas, embora o indicado seja, que se elabore um plano preventivo que evite a degradação da estrutura.

Embora o edifício tenha sido concluído em uma época em que não se entregava um plano de manutenção, é de extrema relevância que a instituição elabore esse documento com as ações a serem realizadas, contendo frequência, e responsabilidades definidas, para que o patrimônio não tenha o desempenho afetado.

6 AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus pela oportunidade nos dada, na busca de conhecimento e realização profissional. Também agradecemos a nossas famílias.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Associação Brasileira de Normas Técnicas, v. 1, p. 1–247, 2008.
- _____. **NBR 14037**. Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. p. 1–5, 1998.
- _____. **NBR 16747**. Inspeção predial-Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento Predial inspection-Guidelines, concepts, terminology and procedure. [s.l: s.n.]. v. 1
- _____. **ABNT NBR 16747/2020 – INSPEÇÃO PREDIAL: DIRETRIZES, CONCEITOS, TERMINOLOGIAS E PROCEDIMENTOS**. 2020
- BRITO T. F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut**: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. 2017. 77 f. Monografia (especialização) - curso de engenharia civil, centro de tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. cap. 1. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/analise-de-manifestacoes-patologicas-na-construcao-civil-pelo-metodo-gut-estudo-de-caso-em-uma-instituicao-publica-de-ensinosuperior.pdf>. acesso em: 05 jun. 2022.
- CASTRO, E. **Patologia Dos Edifícios Em Estrutura Metálica**. Ouro Preto: [s.n.].
- CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 1999.
- COSTA, C. T. **O sonho e a técnica**: a arquitetura do ferro no Brasil. São Paulo: EDUSP, 1994.
- CUNHA, A. J. P.; SOUZA, V. C. M.; LIMA, N. A. **Acidentes estruturais na construção civil**. volume 2. São Paulo: Pini, 1998.
- FERREIRA, Í. **Patologia em Estruturas de Concreto Armado**: Estudo de Caso. João Pessoa: [s.n.].
- GALLEGOS H. **El éxito de las fallas** (C. d. I. d. Peru Ed.). Lima, Peru, 2011.
- GALLEGOS H. Las fallas maestras de la ingeniería. **Revista El Ingeniero Civil**, No. 93 Año 13. Lima, Peru, 1995.
- GOMIDE, T. L. F; NETO, J. C. P; GULLO, M A. **Inspeção Predial Total**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2011, 145 p
- LIMA, E. et al. **Análise da patologia da cobertura metálica da piscina de uma instituição de ensino**. Santos: 2014.
- LIMA, Í.; FARIA, J. P. **Estudos de caso de manifestações patológicas em estruturas**. Viçosa: 2020a.
- LIMA, Í.; FARIA, J. P. **Estudos de caso de manifestações patológicas em estruturas**. 2020b.
- PEIXOTO, D. **Patologia em elementos de ligação de estruturas metálicas**, 2012.
- PINA, G. L. de. **Manifestações patológicas nas habitações populares**. 2013. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Cap. 1. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.
- SILVA, N. **Incidência de vícios construtivos recorrentes nas edificações**. João Pessoa: 2015.
- VIEIRA, F. N. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das Cidades**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- ZIGNOLI, V. **Construcciones metálicas**. [s.l.] Dossat, 1978.
- ZUCHETTI, P. A. B. **Manifestações patológicas da construção civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do taquari**. 2015. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (cetec), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.