



Estudo das Manifestações Patológicas na Igreja São José Operário em Petrolina-PE

Rayssa C. Silva¹, Ruud Gullit R. V. B. S. Henrique¹, Nailde A. Coelho¹

¹Colegiado de engenharia civil – Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Campus Juazeiro, BA – Brasil

rayssacarvalhos@outlook.com, sousa-henrique@hotmail.com,
nailde.coelho@univasf.edu.br

Abstract: Buildings are constantly subject to physical-chemical attacks that can generate anomalies in them. These anomalies are called pathological manifestations, they can compromise the user's safety and comfort. Surveys are essential to identify these manifestations and subsequently generate solutions to this problem. With this, this research brings a survey of the pathological manifestations existing in the reinforced concrete structures of the São José Operário Church, identifying possible origins and causes. For this purpose, an on-site inspection was carried out, detailing the problems presented in the subsoil, as it is the pavement that presents problems related to the quality of the structure. Finally, a diagnosis and an intervention action plan are presented. It was found that the main problems that occur in the building are: cracks, segregation, concrete disintegration, reinforcement corrosion and stains.

Resumo: As edificações estão constantemente sujeitas a ataques físico-químicos que podem gerar anomalias. A essas anomalias dá-se o nome de manifestações patológicas, as quais podem fazer com que a segurança e o conforto do usuário sejam comprometidos. As vistorias são essenciais para a identificação de manifestações e posterior geração de soluções para a problemática. Com isto, esta pesquisa traz um levantamento das manifestações patológicas existentes na Igreja São José Operário, identificando possíveis origens e causas. Para tanto, foram realizadas vistorias por todo o local, com ênfase no pavimento subsolo, por apresentar uma maior quantidade de problemas. Por fim, é apresentado um diagnóstico e um plano de ações interventivas. Verificou-se que os principais problemas que ocorrem na edificação são: fissuras, segregação, desagregação do concreto, corrosão de armaduras e manchas.

1. Introdução

A engenharia civil é de suma importância no mundo, pois torna possível a expressão dos desejos construtivos da humanidade. Com isso, é ampliada a convivência humana, elevando a capacidade de ocupação em uma determinada área e a qualidade de vida do homem. Edifícios habitacionais, laborais, culturais, de crença e várias outras obras proporcionam um papel importante na relação do homem com o meio ambiente.



Muito embora se associe a engenharia civil com a construção de casas, escritórios, indústria, pontes, barragens e metrô, este não é o limite. Óbvio que a construção é um passo fundamental, pois é o início, mas não é o fim, aliás, a ciência por trás das técnicas construtivas busca proporcionar a edificação a maior vida útil possível.

Neste contexto, a utilização de uma edificação está diretamente relacionada ao conforto do usuário, uma vez que a qualidade do ambiente influencia psicologicamente o usuário que se encontra naquele local. Condições desfavoráveis causam medo, insegurança, sensação de perigo, entre outros aspectos negativos ao frequentador. Logo, um local bem construído e bem conservado é fundamental para uma boa experiência e aproveitamento do imóvel.

A observação da qualidade da estrutura é muito importante para garantir o bem-estar do usuário. A atenção do zelador de uma construção para o surgimento de anomalias, assegura uma possibilidade de preservação da durabilidade da propriedade. Entretanto, esse cuidado com a situação da construção não ocorre no dia a dia do brasileiro, principalmente quando se trata de prédios públicos. Assim, “a maioria dos serviços de manutenção somente são realizados após a constatação da existência de defeitos, quando o estágio de degradação é muito elevado” (Cremonini, 1988).

Esses defeitos e anomalias que muitas vezes se destacam, e ocasionam a degradação dos elementos, são intitulados de manifestações patológicas, e o ramo da engenharia Civil que se ocupa do estudo das suas origens, causas, formas de exteriorização, consequências e intervenções, é denominado Patologia das Estruturas. As manifestações patológicas podem ser “classificadas como simples, cujo diagnóstico e profilaxia são evidentes, e complexos, que exigem uma análise individualizada e pormenorizada” (Souza e Ripper, 1998).

Segundo Olivari (2003) a maioria das manifestações patológicas são visíveis, e suas especificidades geralmente permitem determinar suas origens. O autor aponta ainda que as manifestações mais recorrentes em edifícios são: fissuras, esmagamento do concreto, desagregação do concreto, corrosão da armadura, percolação de água, manchas e descolamento dos revestimentos em fachadas.

Em vista disso, este trabalho discorre acerca de um levantamento *in loco* das manifestações patológicas existentes na Igreja São José Operário do município de Petrolina-PE, com ênfase no pavimento subsolo, por apresentar manifestações patológicas visivelmente mais expressivas. Neste ponto, são expostas as manifestações mais recorrentes, juntamente com suas localizações e intensidade. Ressalta-se que o estudo aqui proposto não é um fim em si mesmo, busca apenas catalogar os defeitos existentes e propor intervenções.

2. Patologia das estruturas de concreto

A interação que ocorre entre os materiais constituintes do concreto armado e a relação do conjunto com o ambiente em que estão inseridos podem ocasionar, no decorrer da sua vida útil, o surgimento de anomalias, deficiências, ou manifestações patológicas. Esse subproduto indesejado pode comprometer o comportamento da estrutura e gerar desconforto estético para o usuário (Silva, 2011).

Nessa conjuntura estuda-se a patologia na construção civil, uma terminologia usada em similaridade na medicina. De acordo com Nazario e Zancan (2011), a patologia é a parte da medicina que estuda as doenças. A palavra patologia tem origem grega de “*phatos*” que significa sofrimento, doença, e de “*logia*” que é ciência, estudo. De forma simplificada a patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis (Helene,1992).

Os problemas de patologia são revelados com manifestações geralmente bem características como sinais externos, dessa forma, analisando-as é possível especificar sua origem e causas, e por conseguinte chegar a prováveis consequências que poderão gerar (Scheidegger e Calenzani,2019).

2.1. Origem e causas dos problemas patológicos

As manifestações patológicas podem ter diversas origens e relação com as fases da vida da estrutura em que se originou, sejam: de projeto, de materiais, de execução, de utilização e de manutenção. As causas resultam de diferentes ações, podendo ser de caráter físico, químico, biológico ou mecânico.

Segundo estudos realizados por Oliveira (2013), no Brasil o maior número de problemas patológicos se origina na fase de execução (Figura 1). O que reforça a importância da implementação de um sistema de gestão da qualidade para execução de obras.

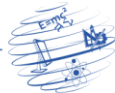


Figura 1. Gráfico de incidência das origens das manifestações patológicas na construção civil no Brasil (Adaptado de Oliveira, 2013).

O estudo da deterioração do concreto é uma importante área para a preservação estrutural do edifício, sendo de vital importância para garantir um reparo adequado a estrutura e, conseqüentemente, o impedimento do ressurgimento desse mesmo problema patológico no elemento. Para Silva (2011) as causas deteriorativas do concreto são:

a) Ações mecânicas: ocorre devido a solicitações mecânicas na estrutura, podendo ocasionar desgastes superficiais no elemento, que favorecem a entrada de elementos nocivos ao concreto, bem como a redução drástica de sua resistência.

b) Ações físicas: ações relacionadas a mudanças das condições físicas do ambiente, como por exemplo a dilatação térmica que provoca movimentos na interface dos componentes estruturais e a ação da água, que provoca a lixiviação do concreto.



c) Ações químicas: mecanismos instigados a partir do momento em que uma substância nociva penetra no interior da peça de concreto armado. Exemplos de ações químicas são: ataque por cloretos; ataque por sulfatos; carbonatação; reação álcali-agregado (RAA).

d) Ações biológicas causadas por ações de microrganismos resultando mudanças indesejadas nas propriedades do concreto.

e) Agressividade do meio ambiente: item de observância obrigatória durante a análise e preparação do projeto, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014), pois analisa o nível de exposição da estrutura às ações físico-químicas.

2.2. Manifestações patológicas

As manifestações patológicas mais presentes nas estruturas de concreto são: fissuras, eflorescências, corrosão da armadura, segregação e degradação do concreto (Helene, 1992).

2.2.1. Fissuras

A ocorrência de fissuras não é um indicativo, por si só, de deficiência na resistência esperada e, conseqüentemente, falha da estrutura, mesmo possuindo aspecto antiestético e promovendo, algumas vezes, sensação de insegurança ao usuário. Entretanto, a sua abertura deve estar dentro dos padrões esperados pela NBR 6118 (ABNT, 2014).

As fissuras podem se manifestar nas fases plástica, em virtude da retração e assentamento plástico; durante o endurecimento do concreto, devido restrições à precoce movimentação térmica e ao assentamento diferencial dos apoios; e quando o concreto já se encontra endurecido, principalmente em razão de subdimensionamentos, cargas excessivas e corrosão da armadura devido a ataques químicos (DNIT 083, 2006).

2.2.2. Corrosão das armaduras

O aço é um elemento de extrema importância para a peça estrutural, pois é, normalmente, responsável por proporcionar ao elemento a resistência necessária à tração. É também protegido pelo recobrimento mínimo de concreto, determinado na NBR 6118 (ABNT, 2014), que é responsável por garantir que a barra de aço não se encontre com elementos nocivos que provocam o processo de corrosão.

2.2.3. Eflorescência

É um “processo que contribui para a deterioração do concreto, através da lavagem contínua por águas que passam pelos poros do concreto, carregando toda a cal liberada e ocasionando manchas brancas na superfície do concreto” (Castro, 1994). Na maioria das vezes os danos são de ordem estética, causando desconforto aos usuários, porém as eflorescências são um indício da existência de umidade e sais, estes sais podem ser bastante agressivos e causar desagregação profunda (Andrade, 2016).

2.2.4. Vazios de concretagem

Durante o enchimento das peças de concreto armado pode acontecer uma situação que é chamada de vazios de concretagem, também conhecido como a segregação dos

materiais que compõem o concreto. Esse fenômeno acontece devido a problemas no lançamento do concreto, traço do concreto incorreto para regiões com uma alta densidade de armadura, má vedação das fôrmas e, principalmente, devido à ausência ou excessiva vibração na fase de adensamento do concreto (Nakamura, s.d.).

Os vazios formados trazem como consequência um “enfraquecimento na área e como resultado a redução da resistência mecânica da estrutura como um todo. Também permitem a entrada de outros agentes prejudiciais ao concreto e ao aço, causando a corrosão deste último” (Trindade, 2015).

2.2.5. Desagregação do concreto

A desagregação do concreto ocorre quando a peça começa a se separar em fatias, assim ocorre a perda da função ligante do cimento e a estrutura acaba perdendo sua capacidade de resistir a esforços localmente ou globalmente. Suas principais causas são fissuração, corrosão do concreto, formação de compostos expansivos, ataques biológicos e calcinação (Souza e Ripper 1998).

3. Metodologia

O estudo foi desenvolvido em etapas, seguindo uma sequência lógica e interdependente. O fluxograma, Figura 2, descreve essa sequência de forma simplificada.

O presente trabalho objetiva realizar um estudo das manifestações patológicas existentes em uma edificação construída na década de 1990, sendo, portanto, caracterizado como estudo de caso. A pesquisa é de caráter qualitativo por ter sua conclusão baseada em observações e comentários. Objetiva ainda, propor um plano de ações interventivas para os problemas encontrados.

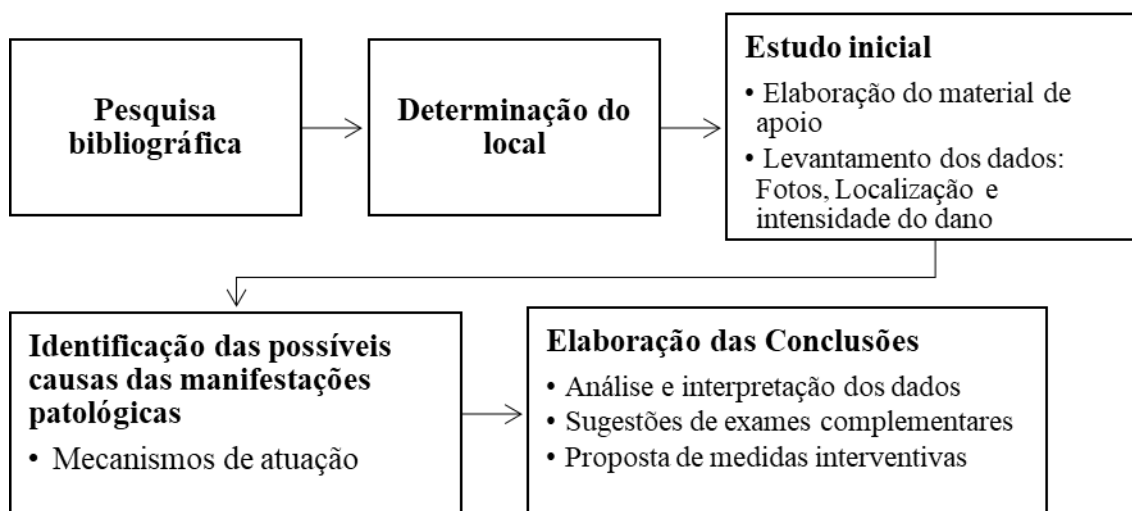


Figura 2. Etapas da Pesquisa.

A pesquisa foi realizada na Igreja católica São José Operário (Figura 3 a), localizada na cidade de Petrolina-PE. Na Figura 3 b, temos um recorte do mapa da cidade destacando sua localização.



Figura 3. a) Igreja São José Operário; b) Localização da Igreja.

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico. Após o início da pesquisa foi constatado uma série de dificuldades para a obtenção de informações técnicas sobre os elementos estruturais, assim como o histórico do prédio, pois os projetos e as atas de registo histórico não estavam disponíveis. Com isso, as informações históricas foram coletadas verbalmente com os responsáveis pela igreja.

A coleta de dados foi realizada através de vistorias no local, com levantamento fotográfico de todas as manifestações patológicas encontradas na edificação, as quais foram representadas em planta baixa, por cores distintas. E com o intuito de facilitar o entendimento acerca da gravidade do problema foi atribuído um símbolo correspondente ao nível de intensidade da manifestação (Tabela 1).

Tabela 1. Cores e intensidade atribuídas as manifestações patológicas.

Tipo de manifestação patológica	Cor	Intensidade
Fissuras		1 →
Segregação		2 →
Corrosão da Armadura		3 →
Desagregação do concreto		4 →
Eflorescência		
Vazios de concretagem		

Como as anomalias registradas são mais significativas nas estruturas de concreto armado, os parâmetros adotados para determinar a intensidade foram baseados na Tabela A do Anexo II da Metodologia GDE/UnB (Clímaco e Nepomuceno, 2009). Esta metodologia classifica os danos e avalia a deterioração de estruturas de concreto armado de edificações usuais, usando critérios que permitem calcular o grau de deterioração dos elementos estruturais. Os autores da metodologia consideram como fissuras qualquer abertura linear com direções variadas, independente da espessura da abertura.

Os níveis de intensidade vão em sua maioria do 1 ao 4, onde 1 representa intensidade leve e o 4, intensidade muito alta.

Após o levantamento de informações e dados, foi realizada a análise e interpretação dos materiais obtidos. Com auxílio de fotografias do local estudado, realizou-se a descrição das manifestações patológicas encontradas; e foram levantadas

hipóteses sobre as possíveis origens e causas dos problemas patológicos encontrados. Entretanto, neste trabalho não foram discutidos os sistemas de recuperação.

4. Resultados e discussões

As observações gerais assimiladas durante a inspeção da Igreja São José Operário são apresentadas a seguir, tendo sido as manifestações encontradas identificadas na planta baixa e as suas considerações são discutidas no item subsequente.

4.1. Situação geral da edificação

A Igreja católica São José Operário consiste em uma construção do final da década de 1990, composta por dois pavimentos: o subsolo e o piso principal.

A estrutura do subsolo, que é o principal objeto de estudo deste trabalho, é composta por 29 pilares e 24 vigas em concreto armado, laje treliçada com blocos cerâmicos, e o ambiente é delimitado por paredes de contenção em pedra rachão. O piso do subsolo se encontra em terreno natural e a altura em relação ao nível da rua é de -1,20 m. O pé direito é de 2,60 m e sua área interna tem aproximadamente 438 m². O acesso de ventilação é feito pelos cobogós cerâmicos instalados nas paredes das fachadas laterais.

Sem a posse do projeto estrutural, foi necessário realizar um cadastramento e desenhar croquis identificando a localização dos elementos estruturais, facilitando assim, as posteriores identificações necessárias para o mapeamento. A Figura 4, mostra a planta baixa para uma melhor visualização do ambiente e a Figura 5 apresenta um croqui com os elementos estruturais de concreto armado analisados, as vigas e pilares identificados.

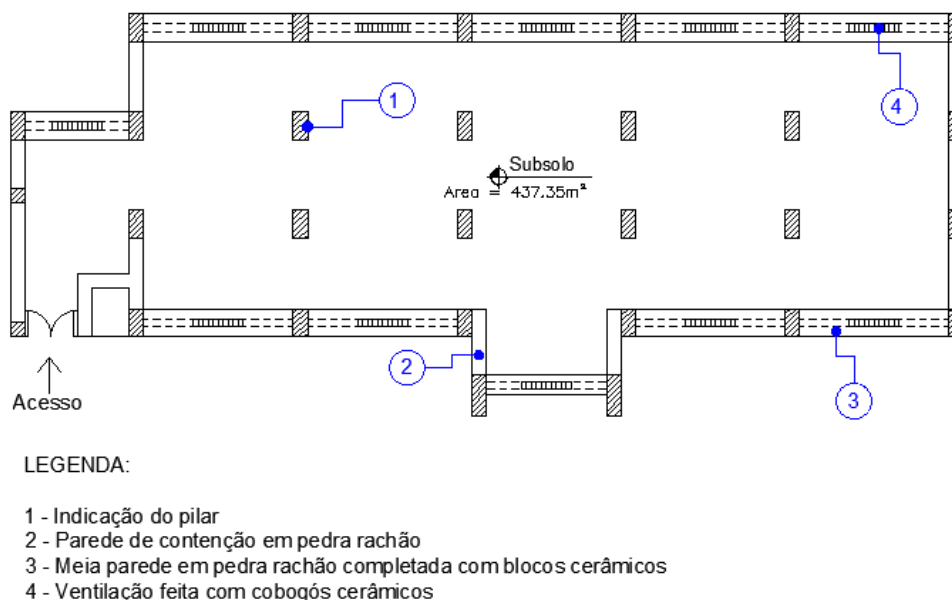


Figura 4. Planta baixa (sem escala) do pavimento subsolo.

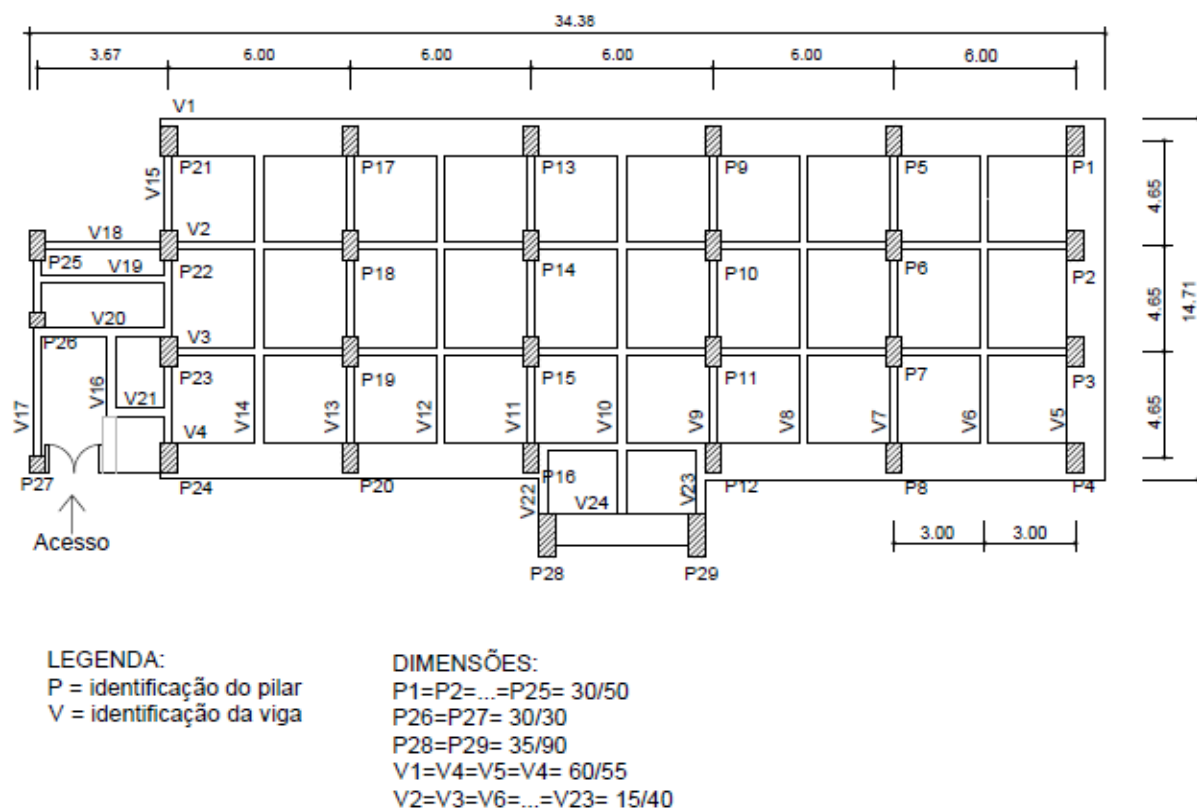


Figura 5. Croqui do subsolo com os elementos estruturais: pilares, vigas e lajes.

O local apresenta atualmente somente uma forma de acesso (Figura 6 a) para o pavimento do Subsolo. Nas condições atuais esse pavimento é um ambiente inviável e intransitável (Figura 6 b).



Figura 6. a) Acesso ao pavimento subsolo; b) Ambiente de estudo.

4.2. Levantamento das manifestações patológicas

A saúde do elemento estrutural é imprescindível para a continuidade da utilização do ambiente, sabendo disso é importante que seja feito um estudo identificando problemas

patológicos que estão se manifestando na estrutura bem como as eventuais causas de tal problemática.

4.2.1. Mapeamento das manifestações patológicas no pavimento subsolo

Durante a vistoria interna foi identificado a existência abundante de manifestações patológicas, as mais expressivas estão identificadas no mapeamento, Figura 7, são fissuras, segregação, corrosão da armadura, desagregação do concreto, eflorescência e vazios de concretagem.

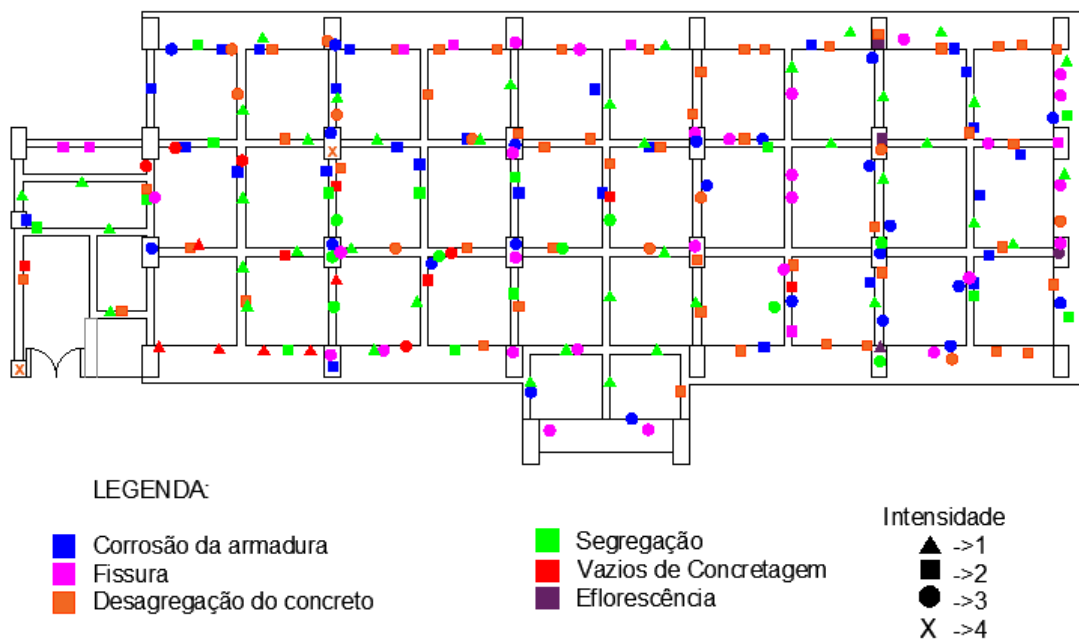


Figura 7. Mapeamento das manifestações patológicas no subsolo da igreja São José Operário.

No mapeamento é observado a concentração de manifestações patológicas nas vigas e pilares, isso se dá pelo fato da laje apresentar mais defeitos nas lajotas cerâmicas, não se caracterizando como problema estrutural, então isso foi omitido no desenho. O pavimento superior apresenta estado bem conservado o que nos permite supor que a laje se encontra também em estado bem conservado, sem manifestações patológicas preocupantes.

Todos os elementos inspecionados apresentam no mínimo um tipo de manifestação patológica, de forma generalizada, a segregação é presente em quase todos segmentos de vigas (79,2%) e na parte inferior de 03 pilares (10%). A desagregação no panorama geral é a mais recorrente no que diz respeito a quantidade por elemento, somados aos identificados na planta, os deslocamentos possibilitam visualizar as barras de aço oxidadas. A corrosão da armadura é a terceira mais expressiva, presente em 17 vigas (70,8%) e em 10 pilares (34,5%). Em seguida, as fissuras acometidas em 1/3 das vigas e dos pilares. Os vazios de concretagem estão presentes somente nas vigas (10) e a eflorescência somente nos pilares (4). Na Figura 8, o gráfico resume e expressa visualmente esses dados.

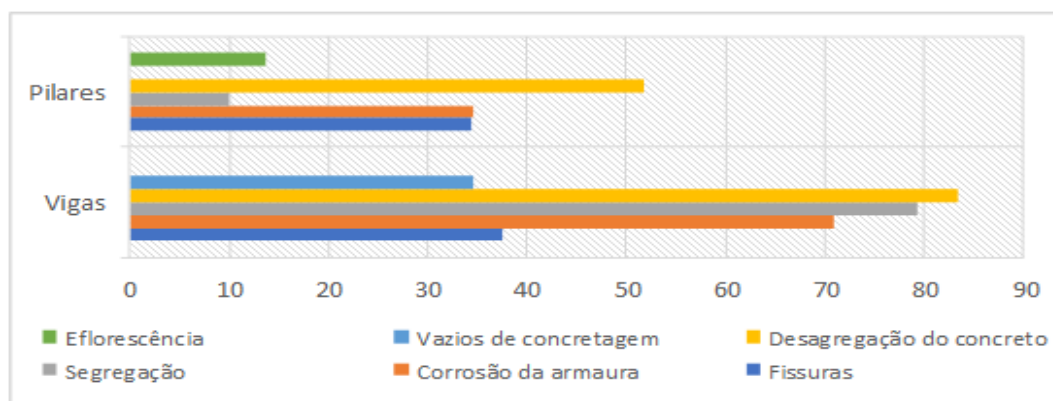


Figura 8. Gráfico indicando a porcentagem de elementos que apresentam manifestações patológicas em relação ao todo.

Após as vistorias, constatou-se que os problemas patológicos nas vigas e pilares são devidos a erros na fase executiva da obra e na escolha dos materiais, como o agregado graúdo, que apresentam tamanhos variados e maiores que os espaçamentos entre algumas ferragens. Esses sintomas são agravados nos pilares pelo excesso de umidade no solo, possivelmente pela proximidade do terreno com o Rio São Francisco, que aparenta ocasionar um lençol freático alto.

4.2.2. Descrição dos problemas do ambiente

Os tópicos abaixo abordam sobre as circunstâncias que causaram as manifestações patológicas encontradas, descrevendo a pior situação observada nos diversos elementos estruturais existentes. Por fim, faz-se uma análise prévia sobre as manifestações patológicas encontradas na área externa e no pavimento principal.

4.2.2.1. Umidade

O ambiente em estudo apresenta um alto índice de umidade no solo, visualmente perceptível pela existência de substâncias que aparentam ser sais cristalizados na superfície do solo (Figura 9 a), bem como a faixa de umidade presente nas paredes, e também pela presença de água no solo.

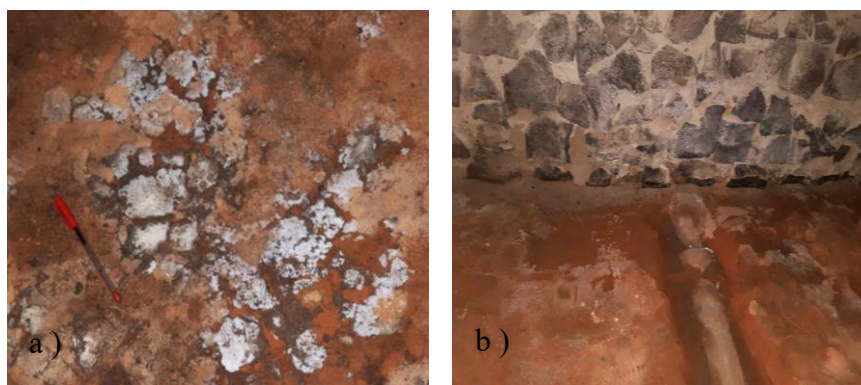


Figura 9. a) Cristalização presente no solo; b) Sistema de drenagem instalado.

Devido a característica da região, que é: região de vale, terreno acidentado, rio perene localizado a menos de 700 metros, além do fato do bairro possuir históricos de enchentes quando ocorre chuva torrencial; é possível presumir que ocorre uma variação do lençol freático do solo e, devido a essa variação, diversas patologias começam a ocorrer.

Durante a inspeção in loco foi constatado que, para tentar controlar a saturação do solo, foi instalado um sistema de drenagem com manilhas e bomba elevatória, Figura 9 b. Entretanto, é possível afirmar que a técnica utilizada não foi de toda eficaz. Essa conclusão é possível devido a indícios no solo, nas paredes, pilares. Portanto, é recomendável que seja realizado um novo estudo e seja elaborado um projeto de drenagem com dispositivos que garanta a retirada da água do solo por toda área; a realização da impermeabilização do solo também é aconselhado. Outro dispositivo que pode ser utilizado para garantir a usabilidade do ambiente seria a construção de uma laje de subpressão que serviria como piso do subsolo resistindo às tensões provocadas pela água do solo.

4.2.2.2. Fissuras

A ocorrência de fissuras nos elementos estruturais do subsolo da edificação, pela inspeção visual, é constante, sendo possível verificar que nove elementos de viga (37,5%) e dez pilares (34,48%) apresentam algum tipo de fissura.

Em uma análise do todo percebe-se que as fissuras ocorrem em paralelo com a disposição das ferragens das peças estruturais, tanto nos pilares como nas vigas, o que é um forte indicativo de que a sua formação está, possivelmente, ligada à expansão do aço pelo processo de oxidação. Outro fator que corrobora essa observação se deve ao fato de que, nos pilares e nas vigas as fissuras apresentam-se, normalmente, junto às bordas onde se tem as barras de aço horizontais (Figura 10 a) e verticais (Figura 10 b). Ademais foi verificado em alguns pontos que a fissura já tinha ocasionado o deslocamento do concreto e, após a retirada dessa placa, foi revelado o elemento de aço com aparência de corrosão.



Figura 10. a) Fissura em elemento de viga (V1);b) Fissura em pilar (P13).

4.2.2.3. Eflorescência e Manchas

Devido ao alto índice de umidade no solo do pavimento inferior alguns elementos que estão em contato direto com o solo, no caso dos pilares, estão apresentando manchas escuras, Figura 11 a, e manchas esbranquiçadas que aparentam ser sais, indicando eflorescência. O pilar P19, consoante Figura 11 b, é a parte que apresenta maior índice de agressividade do problema.

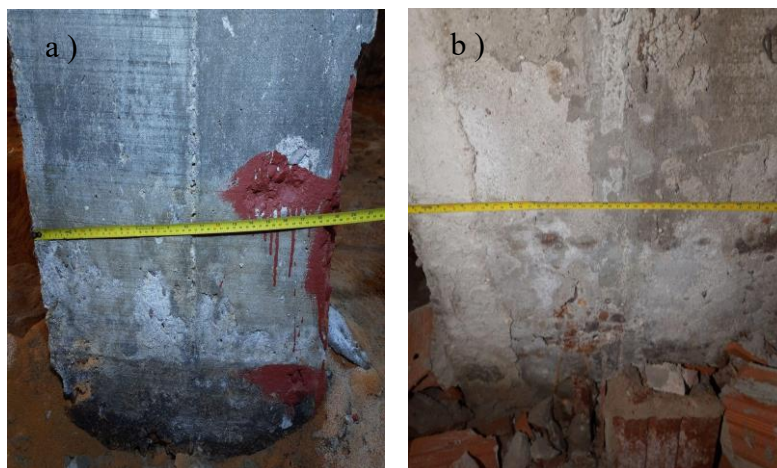


Figura 11. a) Pilar (P6) apresentando manchas; b) Pilar (P19) com sinais de eflorescência.

4.2.2.4. Vazios de concretagem

Manifestação patológica de ocorrência rara na obra estudada, mas igualmente prejudicial, uma vez que nos casos observados foram verificadas a exposição da armadura de aço, favorecendo o processo corrosão. Dentre as ocorrências, a situação que mais chama a atenção é a viga 01, em que o vazio ocorreu na parte inferior (Figura 12). A hipótese é de que esse caso ocorreu devido a grande granulometria do agregado graúdo, formando ninhos de concretagem, impedido a passagem do concreto entre as armaduras, passando apenas a nata da massa do concreto, que possui baixa resistência e pode facilmente ser removida. Pode também ter ocorrido uma falha no detalhamento da armadura no projeto, ou a leitura incorreta por aqueles que a executaram.

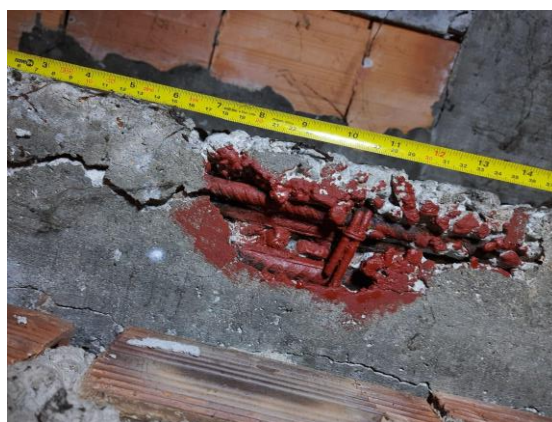


Figura 12. Viga (V1) com presença de vazio de concretagem.

4.2.2.5. Segregação

As circunstâncias da construção da igreja não puderam ser confirmadas durante a realização da pesquisa, entretanto, foi observado, durante a inspeção, que as formas para a concretagem não eram regulares e, associado com o incorreto manejo do concreto, podem ter influenciado nos diversos casos de segregação encontrados.

Pode-se considerar que a manifestação patológica envolvendo segregação de materiais foi causada durante a etapa de construção onde houve problemas em relação ao traço do concreto, bem como não houve adensamento do material causando a sua segregação, conforme Figura 13 a. Além disso, o traço utilizado não possui uniformidade no agregado graúdo. Na Figura 13 b é fácil verificar que os seixos possuem diferentes tamanhos. Esses seixos, diferentemente da brita, que é o material mais usual, tem a superfície lisa, dificultando a aderência dos materiais, o que reduz a resistência do concreto e facilita o processo de segregação, como é o caso.



Figura 13. a) Segregação na Viga V15. b) Segregação na viga V2.

4.2.2.6. Corrosão da armadura

Pela inspeção realizada, principalmente nas vigas, foi verificado que não houve um cobrimento mínimo das peças de aço, principalmente nos estribos. E, segundo Carvalho e Figueredo Filho (2014), o cobrimento mínimo tem a finalidade de proteger a barra de aço da corrosão e de um eventual incêndio, portanto, com o déficit da espessura do concreto para proteger as barras de aço, ações de substâncias tóxicas são mais suscetíveis a ocorrer, conforme Figura 14 a.

Outro fator que implica na ocorrência da corrosão do aço é a umidade. Nos pilares pode-se observar (Figura 14 b) a existência de corrosão da armadura, por se tratar de um elemento que se encontra em contato com o solo úmido, como dito anteriormente, pode-se afirmar que a umidade do solo influencia diretamente no surgimento de manifestações patológicas.

Vale ressaltar que, embora a corrosão de aço verificada seja generalizada, não há indícios de que as barras perderam uma quantidade significativa de sua área de seção transversal, o que implicaria na qualidade da resistência do elemento estrutural. Quanto aos motivos de tal falta de deterioração pode-se presumir que não ocorreu tempo suficiente e a degradação esteja na fase inicial, se agravando com o passar do tempo. A

falta de uso do ambiente pode contribuir também, juntamente com a agressividade do ambiente, que embora seja mais agressivo (grau 3) que no pavimento principal (grau 2) pela presença da umidade, se caracteriza como baixa, por não ter a presença de muitos sais, como teria num ambiente marinho, por exemplo.



Figura 14. a) Armadura da viga exposta devido ao cobrimento insuficiente; b) P18 com Degradação armadura exposta em estado inicial de corrosão.

O tratamento das armaduras sofrendo corrosão, que é necessário no presente caso, pode ser feito em algumas etapas: primeiro se faz a remoção de todo concreto deteriorado através do apicoamento manual ou mecânico, em seguida é feita a limpeza da armadura com escovas de cerdas de aço retirando toda a ferrugem, para depois aplicar um produto inibidor de corrosão e revestir com um reparo estrutural.

4.2.2.7. Desagregação do concreto

Devido a constante ocorrência de fissuras e de corrosão das barras de aço a degradação do concreto se destaca no local. Por exemplo, a Figura 15 a apresenta uma fissura que favorece o deslocamento do concreto, já a Figura 15 b evidencia uma placa de concreto solta e pendurada.



Figura 15. a) Desagregação pilar P18 devido a umidade e corrosão da armadura; b) Placa de concreto solta na viga V2.

A desagregação é uma manifestação patológica de fácil identificação e de extrema periculosidade, pois a peça estrutural que se encontra sob sujeição desse

desgaste perde a capacidade de resistir aos esforços solicitantes previamente calculados.

É interessante para esse caso fazer alguns testes, ensaios especiais de durabilidade e resistência nas estruturas, como profundidade de carbonatação, pacometria, potencial de corrosão, porosidade e esclerometria, os resultados destes determinam a necessidade ou não de fazer um reforço estrutural com escoramentos no subsolo.

4.2.2.8. Manifestações patológicas no pavimento principal

A inspeção feita no interior da igreja, no pavimento principal, constatou que o ambiente não apresenta manifestações patológicas em sua parte interior. A igreja teve sua última reforma em 2019 e, salvo algumas manchas de sujeira pelo atrito nas paredes e pelo forro de gesso do recuo lateral, tudo se mantém bem conservado (Figura 16).



Figura 16. Interior da igreja (piso principal).

O recuo lateral possui uma cobertura aparte do piso principal, confeccionada em outro material e que serve de estrutura para caixa d'água de 500 l, que abastece a igreja. As manchas encontradas no forro de gesso (Figura 17) ocorrem em função da infiltração de água, muito provavelmente causada pela ineficiência da calha instalada na junção dos dois telhados, ou até mesmo por problemas na boia da caixa d'água, ocasionando extravasamento da caixa.

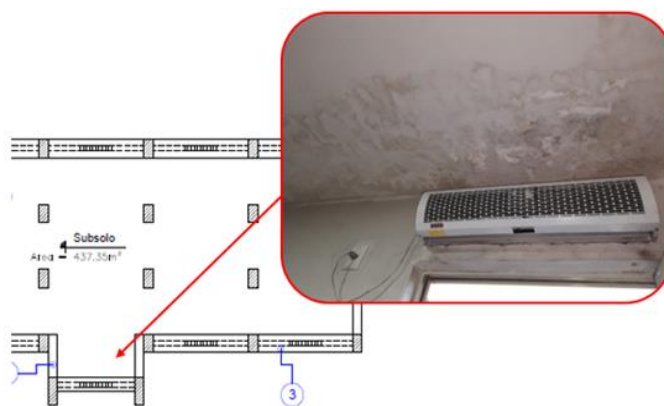


Figura 17. Teto do recuo lateral com presença de manchas de infiltração.

4.2.2.9. Manifestações patológicas na área externa

Alguns elementos estruturais, como as vigas V1, V4 e V5 (fachadas lateral direita, frontal e lateral esquerda, respectivamente), que fazem parte da estrutura do subsolo também apresentam manifestações nas partes externas. Os casos mais preocupantes visualizados são os da viga V5 (Figura 18 a) onde sua extremidade esquerda apresenta estado de degradação alto e a viga V1 também apresentando alto nível de fissuração na extremidade direita.



Figura 18. a) Viga V5 em estado alto de degradação. b) Rompimento do suposto elemento arquitetônico da fachada (Viga V1).

Contudo, durante análise na vistoria foi levantada a hipótese que parte das vigas externas, que percorrem as três fachadas, trata de um complemento arquitetônico, sem função estrutural, evidenciado pela junta fria observada na parte inferior das vigas (sem revestimentos) com mesma dimensão e que corresponde às áreas afetadas nas vigas V1 e V5. Na Figura 18 b, é possível perceber nitidamente a separação dos dois corpos monolíticos. Outro ponto que pode atestar a hipótese, já que não se tem o projeto e não houve autorização para investigação destrutiva, é que, aparentemente, as manifestações patológicas apresentadas nas supostas vigas arquitetônicas não se estendem às presumidas vigas estruturais. No entanto, essa teoria necessita de estudo mais detalhado para sua constatação.

As vigas laterais V1 e V4 também apresentam problemas como manchas e desagregação do concreto na parte inferior devido a drenagem dos condicionadores de ar que foi instalada de forma indevida (Figura 19 a). A infiltração que afeta internamente a edificação também ocasiona problemas nas escadarias da frente da igreja, o granilite se encontra todo fissurado com algumas armaduras expostas (Figura 19 b). A vegetação crescente entre as lajotas do piso evidencia a presença de água.

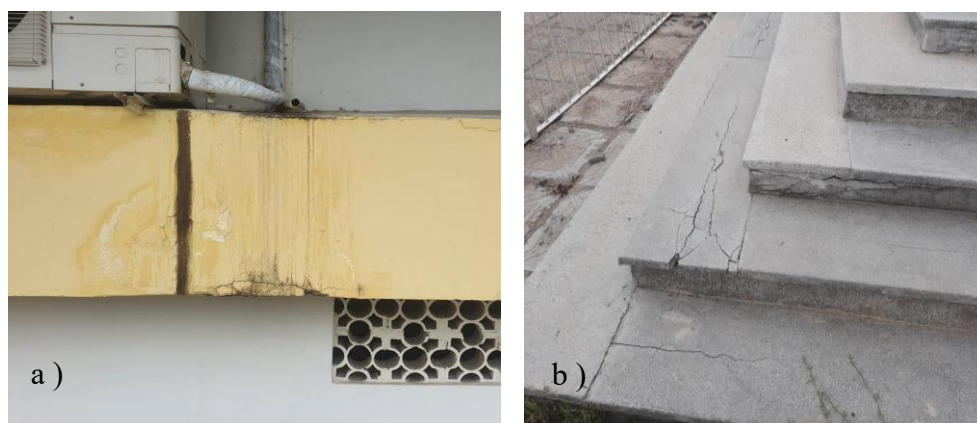


Figura 19. a) Manchas e segregação na parte inferior da viga V1 devido a drenagem incorreta do ar condicionado; b) Escadaria da parte frontal da igreja com presença de fissuras.

Na fachada lateral esquerda foram identificadas algumas fissuras e desagregação da argamassa ao redor das portas e (Figura 20 a), no corrimão da escada da entrada lateral (Figura 20 b), bem como em todas as grades externas expostas às intempéries, instaladas como sistema antifurto, depois da construção da igreja.



Figura 20. a) Degradação ao redor da porta da secretaria; b) Fissura no guarda corpo da escada.

Ainda na fachada da lateral esquerda foi observado o início de degradação em dois pilares. O primeiro apresenta desagregação do concreto por consequência da infiltração no subsolo, e o segundo tem fissuras devido a corrosão da armadura vertical.

Na fachada lateral direita foram localizadas fissuras nas paredes do muro. Na Figura 21 a, a fissura percorre todo comprimento entre o pilar e a parede do muro, e no segundo caso, a fissura em diagonal separando a alvenaria, que servia de guarda corpo para a escada, do complemento do muro adicionado posteriormente (Figura 21 b). Em ambos os casos, as fissuras decorrem em função da falta de aderência entre as peças.



Figura 21. a) Fissura no encontro do pilar com o muro; b) Fissura entre a parede existente com o complemento construído posteriormente.

E, por fim, na cobertura, a estrutura metálica apresenta corrosão em alguns pontos, principalmente nos apoios das extremidades. Na Figura 22 a, pode-se perceber o material sofrendo corrosão e a desagregação inicial do concreto. Enquanto, na Figura 22 b, é possível visualizar a fissura em diagonal que acompanha a estrutura do telhado aparentemente causada pela expansão do aço corroído.

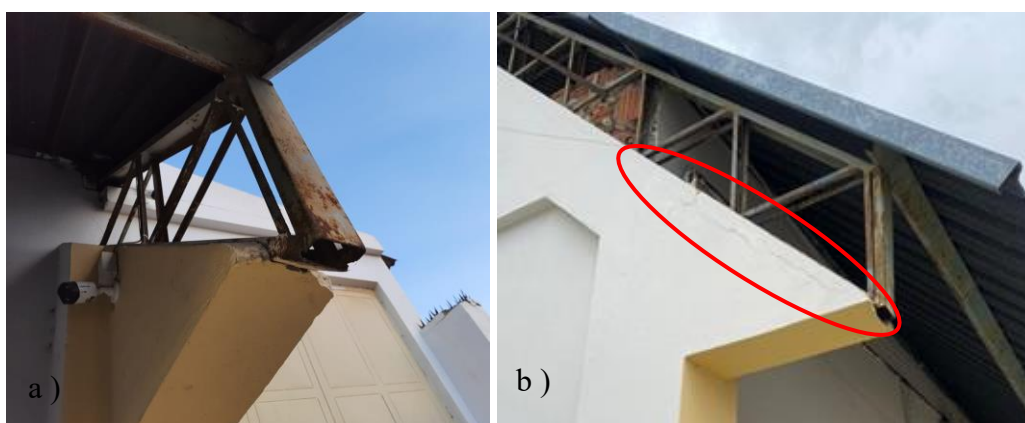


Figura 22. a) Estrutura metálica da cobertura em processo inicial de corrosão; b) Fissura na base de apoio do pilar para a estrutura metálica.

5. Conclusão

A interação que ocorre entre os materiais constituintes do concreto armado e a relação do conjunto com o ambiente em que estão inseridos podem ocasionar, no decorrer da vida útil de uma edificação, o surgimento de anomalias, deficiências, ou manifestações patológicas. O estudo e a identificação dessas manifestações patológicas é de extrema importância para aplicação de medidas preventivas e corretivas no que diz respeito a essa problemática, visto que, a realização de inspeções tem papel fundamental para a manutenção da segurança, funcionalidade e vida útil das construções.

A Igreja São José Operário é uma edificação construída no final dos anos 1990, portanto possui menos de 25 anos. Uma construção recente que, por ter sido mal



executada apresenta manifestações patológicas significativas nas estruturas do pavimento subsolo.

As manifestações patológicas identificadas nas vistorias *in loco* foram: fissuras, segregação, desagregação do concreto, corrosão de armaduras e manchas. A degradação da estrutura em geral pode ser atribuída a erros na fase executiva da obra, na escolha dos materiais e pelo excesso de água no solo, possivelmente ocasionado pela ascensão do lençol freático na época de cheia.

Uma grande quantidade de manifestações patológicas foi identificada, no entanto, observa-se uma aparente integridade das armaduras expostas. Porém, a evolutiva desagregação do concreto de alguns pilares aciona sinais de alerta, já que a seção resistente a compressão encontra-se reduzindo. Além disso, há necessidade também de um estudo nas fundações, para verificar se estão com algum tipo de anomalia.

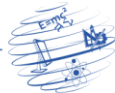
A quantidade e a diversidade das manifestações encontradas demonstram que o estado atual da edificação merece atenção e necessita de intervenções. Algumas medidas corretivas de propostas imediata são: a correção do sistema de drenagem, visto que o atual se prova insuficiente; a realização da impermeabilização do solo; um jateamento de concreto projetado por toda a parede de contenção, uma vez que foi constatado o esfarelamento da parte argamassada em alguns locais com maior presença de umidade; aumentar a área de ventilação e iluminação do subsolo, dado que a meia alvenaria em bloco cerâmico permite a demolição.

No que se refere a parte estrutural recomenda-se localizar os projetos, reavaliar o dimensionamento das peças; realizar estudos que determinam quantitativamente o grau de deterioração dos elementos, como a metodologia GDE/UnB juntamente com ensaios laboratoriais e extração de testemunhos, por exemplo; elaborar um projeto de recuperação estrutural; escarear as ferragens expostas, aplicar um produto inibidor de corrosão e revestir com um reparo estrutural.

Sugere-se ainda uma adequação e um projeto arquitetônico de ressignificação do espaço, para que o ambiente, que hoje está em desuso, possa ser reaproveitado conforme a necessidade dos usuários.

Referências

- Andrade, E. (2016) “Principais manifestações patológicas encontradas em edificação - manifestação patológica, principais patologias nas edificações e as medidas de profilaxia para se evitar futuras patologias”, https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm#indice_10, Maio.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 6118 (2014) “Projeto de estruturas de concreto — Procedimento”.
- Carvalho, R. C. e Figueredo Filho, J. R. D. (2014) “Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado”. São Carlos.



- Castro, E. (1994) “Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado”, <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M94-4A-Eliane-de-Castro.pdf>, Abril.
- Clímaco, J. C. e Nepomuceno, A. A. (2009) “Metodologia GDE/UnB – Classificação de danos e avaliação da deterioração de estruturas de concreto”. Universidade de Brasília.
- Cremonini, R. (1998) “Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre – recomendações para projeto, execução e manutenção”, <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1420/000124337.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Janeiro.
- Helene, P. (1992) “Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto”, editora Pini.
- Nakamura, J. (s.d.) “Vazios de concretagem põem em risco desempenho de estruturas de concreto armado”, <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vazios-de-concretagem-poem-em-risco-desempenho-de-estruturas-de-concreto-armado/14605>.
- Nazario, D. e Zancan, E. (2011) “ Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: inspeção dos sete postos de saúde”, <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: Norma 083 (2006) “Tratamento de trincas e fissuras – Especificação de serviço”, https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_083_2006_es.pdf, Novembro.
- Olivari, G. (2003) " Patologia em edificações", Junho.
- Oliveira, D. (2013) “Levantamento de causas de patologias na construção civil”, <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893>, Abril.
- Scheidegger, G. e Calenzani, C. (2019) “Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto”, Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. 3. ed. v. 05, p. 68-92.
- Silva, L. (2011) “Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará”, http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Luiza_Kilvia_Levantamento%20de%20Manifestacoes%20Patologicas%20em%20Estruturas%20de%20Concreto%20Armado%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf, Novembro.
- Souza, V. e Ripper, T. (1998) “Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto”, editora Pini, 1. ed.
- Trindade, D. (2015) “Patologia em estruturas de concreto armado”, http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf, Novembro.