

Sobre o mapeamento de pilares de concreto armado com manifestações patológicas: *Case* em edificações pertencentes à universidade pública

Giovana Viscardi Fernandes

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – SP

Poliana Bai Naldo

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – SP

Cesar Fabiano Fioriti

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – SP

RESUMO

Este trabalho consta como um estudo de caso através do mapeamento de manifestações patológicas identificadas em pilares de concreto armado de edificações pertencentes à Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP (FCT/UNESP), localizada em Presidente Prudente, São Paulo. Em campo, foi feito um levantamento de anomalias nas edificações objeto de estudo por meio de imagens digitais. As informações obtidas foram reunidas e organizadas com as respectivas localizações no campus das imagens coletadas e legendas que indicam o tipo de anomalia presente – fissura, mancha, deslocamento, exposição de armadura com corrosão ou nicho –, por meio de diferentes formas e cores. Analisou-se então, com o auxílio de gráfico quantitativo, que os tipos que apareceram com mais frequência foram exposição de armadura com corrosão, fissura e deslocamento, evidenciando que programas de manutenção e/ou reparo devem ser efetuados.

Palavras-chave: Deterioração, Estruturas, Degradação, Sistema estrutural.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Silva (2011), a manifestação patológica pode ser definida como a expressão que se resulta de um mecanismo de degradação, que se difere do termo “patologia”, usado para designar a ciência que compreende um agrupamento de teorias que possibilitam a explicação do mecanismo e a causa do surgimento da ocorrência de precisada manifestação patológica. Assim, se dá como análoga a um “sintoma” de uma doença.

A ocorrência de tal anomalia tem como origens, segundo Alencar (2017), inexistência ou insuficiência de planejamento e execução da obra, má utilização da construção e falta de manutenção. Além disso, está associada a todas as fases de construção: desde a concepção do projeto, seleção dos materiais e execução, compreendendo estruturas, instalações, vedações, coberturas e acabamentos, até o uso.

É válido citar o potencial desse problema de afetar o desempenho da edificação, resultando em perda ou comprometimento de suas funções, sejam elas de natureza mecânica, funcional ou estética. Se não forem realizados o estudo e o tratamento das manifestações patológicas, consoante Silva (2021), podem ser



gerados problemas de ordem econômica devido à perda da obra e sociais advindos do risco à segurança dos usuários.

Tal enfermidade pode ser observada em estruturas de concreto armado, constituído por cimento, água e agregados – areia e pedra – em conjunto com o aço. O concreto possui alta resistência à compressão e fraca resistência à tração, por isso, a ele foi adicionado o aço, que apresenta alta resistência à tração e compressão. Segundo Adão e Hemerly (2010), a combinação dos dois foi permitida pela proximidade de seus coeficientes de dilatação: sendo de 0,0137 mm por 1 °C e por 1 m linear para o material concreto, e 0,0125 mm por 1 °C por 1 m linear para o material aço.

As interações presentes no concreto armado fazem com que esteja vulnerável a alterações ao longo do tempo. A ABNT NBR 15575 (2024), responsável por tratar do desempenho das edificações habitacionais, estipula que as obras tenham que ter uma vida útil mínima de 50 anos, porém, essas alterações são capazes de diminuir esse tempo de vida mínimo estimado para a construção.

Um exemplo de uma estrutura acometida é o pilar. Pilares são elementos estruturais que, segundo Adão e Hemerly (2010), visam receber, principalmente, carregamentos verticais que incidem sobre o pavimento da edificação, transmitidas por ações de vigas. Tais ações são predominantemente de compressão, portanto, por apresentar alta resistência a esse tipo de esforço, é usado o concreto.

Às manifestações patológicas nos pilares pode-se relacionar fissuras, manchas, deslocamentos, exposição de armadura com corrosão, nichos, cobrimento deficiente, entre outras. As fissuras, de acordo com o Blog Civilização Engenheira (2018), são aberturas estreitas e alongadas na superfície de um material. Em comparação com trincas e rachaduras, que são aberturas mais acentuadas, as fissuras possuem gravidade menor e maior superficialidade. Além disso, é válido mencionar que as fissuras dão origem às rachaduras.

As manchas, por sua vez, são decorrentes de problemas relacionados à umidade (VERÇOZA, 1991 *apud* SILVA *et al.*, 2022). Esses problemas geralmente surgem com a infiltração de água na estrutura. De acordo com Martins e Fioriti (2015), as manchas se caracterizam como escuras e brancas, sendo que aquelas se diferenciam na proliferação de fungos e mofo como causa, e essas, no processo de lixiviação.

Além dessas, tem-se os deslocamentos. Consoante Souza e Ripper (1998), eles se dão como consequência da geração de fissuras – essas citadas anteriormente. Especialmente, há o deslocamento do cobrimento (proteção) de concreto das armaduras.

Em sequência é pontuado o tipo de manifestação chamado exposição de armadura com corrosão. Ainda conforme Souza e Ripper (1998), nesses casos, o concreto acaba por desagregar quando há aumento de volume das barras metálicas, ou mesmo quando surgem reações expansivas (que acaba por resultar em processo que desagrega o material de modo um tanto frenético).

Outra manifestação patológica são os nichos. Possuem como aspectos gerais: vazios aparentes tanto em quinas como nas partes laterais de vigas e pilares, percepção de agregados graúdos sem envolvimento



de argamassa e concreto sem homogeneidade. Como causas tem-se, entre outras: equívocos no lançamento e adensamento, excesso de armadura que retém os agregados permitindo somente a passagem da argamassa, excesso de agregados graúdos (MARTINS e FIORITI, 2015).

Por fim, como anomalia de uma edificação, há o cobrimento deficiente. O cobrimento é a camada de proteção da armadura, portanto, conforme Souza e Ripper (1998), sua deficiência é responsável por facilitar a implementação de processos de deterioração que desencadeiam a corrosão de armaduras, ao fornecer maior conexão dos agentes nocivos externos.

2 OBJETIVO

O trabalho teve como intuito desenvolver um estudo de caso por meio do mapeamento de manifestações patológicas encontradas em pilares de concreto armado pertencentes a edificações de universidade pública, no caso, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP (FCT/UNESP), localizada em Presidente Prudente – SP. Além disso, propiciou a identificação das principais e mais ocorrentes anomalias encontradas nos objetos de estudo citados.

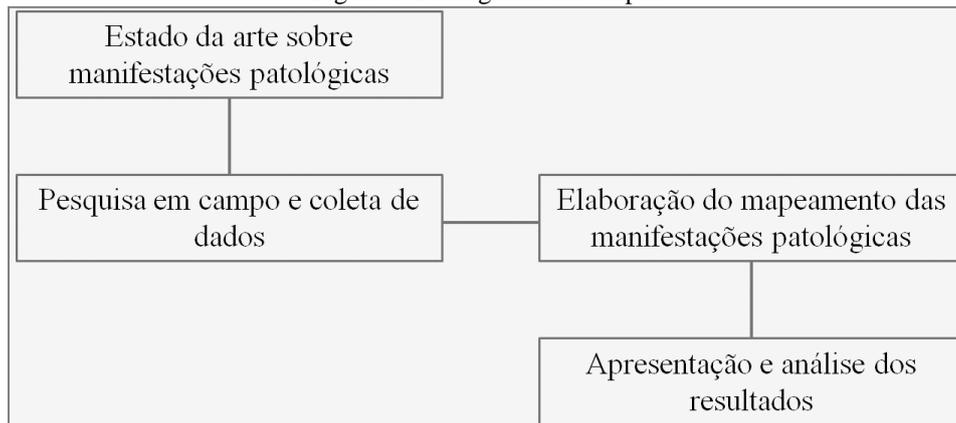
Destarte, vale ressaltar que não se objetivou discutir possíveis causas dos problemas encontrados, bem como soluções exequíveis. Ou seja, houve foco na identificação e mapeamento das irregularidades nas construções.

3 METODOLOGIA

Conforme Martins (2008), o estudo de caso se enquadra em uma estratégia metodológica utilizada na realização de pesquisas, tal que pode ser aplicada em processos de avaliação ou mesmo de descrição envolvendo situações dinâmicas em que o ser humano se faz presente. Ainda segundo o citado autor, sua aplicação possibilita criar, compreender, descrever e interpretar o grau de complexidade do caso analisado.

Na sequência será apresentado o fluxograma das etapas desenvolvidas na realização do trabalho de campo (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma das etapas.



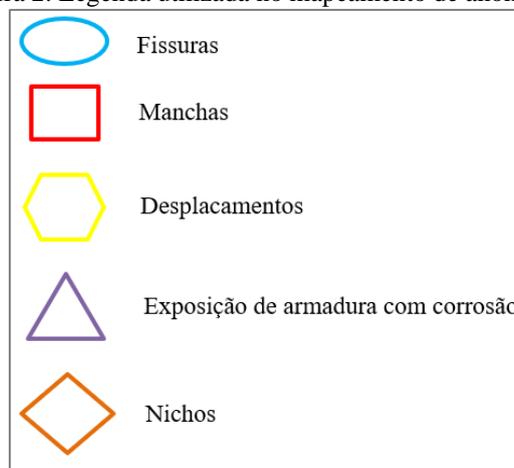
Assim:

1ª Etapa: Estudo das generalidades da patologia em elementos de concreto armado, que visou obter suporte teórico para seu posterior desenvolvimento.

2ª Etapa: Vistorias in loco nas edificações objeto de estudo, com o intuito de realizar a identificação (sintomatologia) das anomalias existentes nos pilares para a execução de seu mapeamento.

3ª Etapa: Apresentação do mapeamento das manifestações patológicas identificadas nos pilares aparentes, contendo seus aspectos gerais. O mapeamento constou de legenda de cores, baseada em Silva *et al.* (2022), que possibilitou a identificação de cada tipo de manifestação patológica detectada (Figura 2). As imagens foram obtidas utilizando uma câmera fotográfica semiprofissional da marca Nikon (modelo COOLPIX P600), que teve seu enquadramento auxiliado por um tripé de alumínio. Foi adotada a classificação de nível de inspeção apresentada pela norma do IBAPE (2012), conforme Quadro 1, também como em Silva *et al.* (2022), em que se consideram as características técnicas da edificação, aliado ao projeto de manutenção e de operação.

Figura 2. Legenda utilizada no mapeamento de anomalias.



Quadro 1. Classificação quanto ao nível da inspeção.

Nível	Considerações
1	“Efetuada em edificações contendo reduzida complexidade técnica, manutenção e procedimento de seus elementos e sistemas construtivos. Utilizada em edificações contendo programa de manutenção considerado simples ou mesmo inexistente”.
2	“Efetuada em edificações contendo média complexidade técnica, manutenção e procedimento de seus elementos e sistemas construtivos. Utilizada em edificações contendo pavimentos múltiplos, envolvendo ou não programa de manutenção”.
3	“Efetuada em edificações contendo elevada complexidade técnica, manutenção e procedimento de seus elementos e sistemas construtivos. Utilizada em edificações contendo pavimentos múltiplos ou com sistemas construtivos dotados de automação”.

Fonte: IBAPE (2012).

4ª Etapa: Apresentação do mapeamento das manifestações patológicas, com suporte de análise por meio de gráfico quantitativo gerados pelo software *Excel*.

4 DESENVOLVIMENTO

As Figuras 3 e 4 apresentam a delimitação do local de estudo escolhido – FCT/UNESP – sob vista satélite e as edificações em que houve registros de manifestações patológicas, com adição de legendas indicando a que cada edifício corresponde.

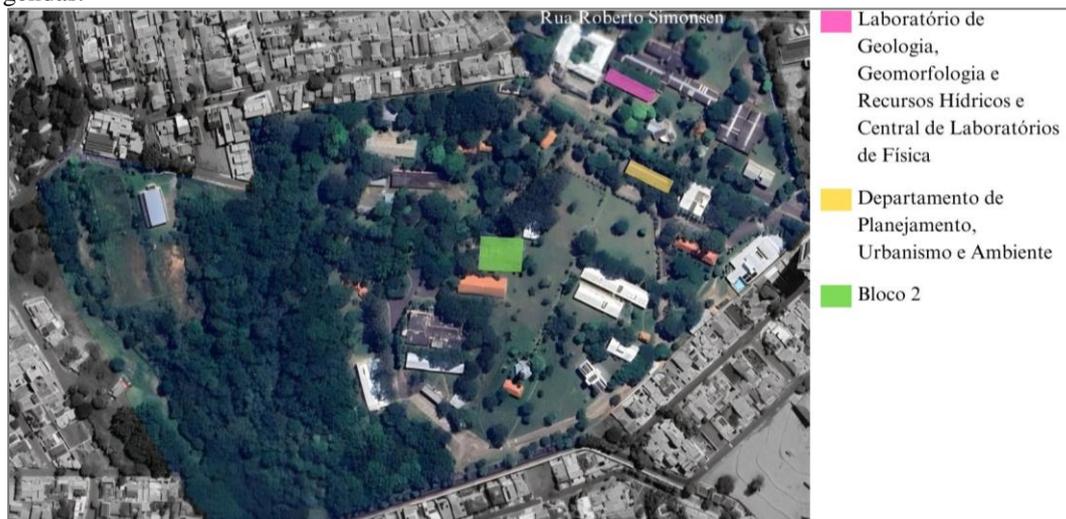
Para melhor visualização, o campus da UNESP foi dividido em 2: ao norte e ao sul da Rua Roberto Simonsen.

Figura 3. Vista satélite da FCT/UNESP ao norte da rua Roberto Simonsen, com destaque para as edificações em que houve registros e adição de legendas.



Fonte: Google Maps – editado.

Figura 4. Vista satélite da FCT/UNESP ao sul da rua Roberto Simonsen, com destaque para as edificações em que houve registros e adição de legendas.



Fonte: Google Maps – editado.

Dentre as imagens registradas em campo, foram escolhidas 10, consideradas mais relevantes para o desenvolvimento do artigo em questão. Estão apresentadas abaixo nos Quadros 2, 3, 4, 5 e 6, contendo suas legendas correspondentes.

Na edificação onde se aloca o Centro de Estudo e Pesquisa em Educação, Ludicidade, Infância e Juventude, foram registradas as seguintes manifestações patológicas:

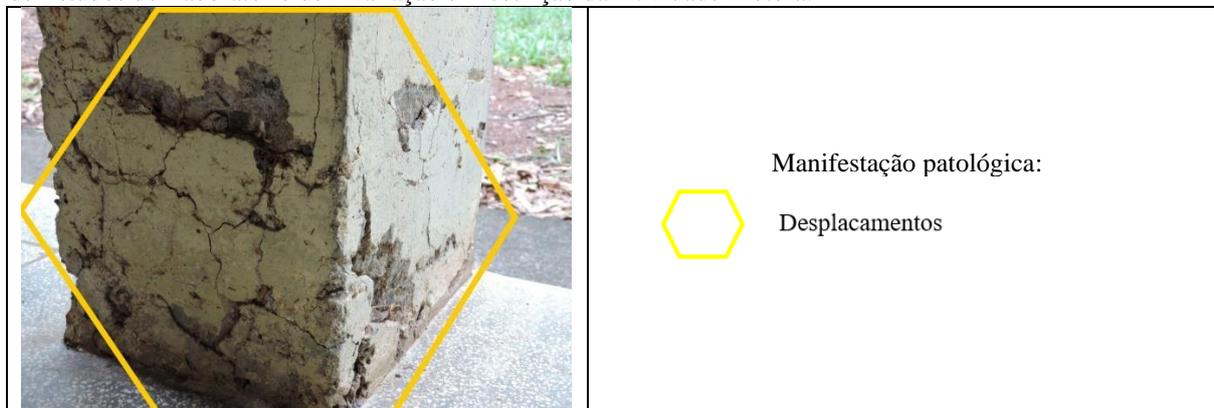
Quadro 2. Mapeamento das manifestações patológicas – Centro de Estudo e Pesquisa em Educação, Ludicidade, Infância e Juventude.

	<p>Manifestação patológica:</p> <p> Manchas</p>
	<p>Manifestação patológica:</p> <p> Fissuras</p>

Fonte: De autoria própria.

No edifício em que se localizam o Departamento de Educação Física, o Departamento de Fisioterapia e o Centro de Estudos do Laboratório de Avaliação e Prescrição da Atividade Motora, tem-se:

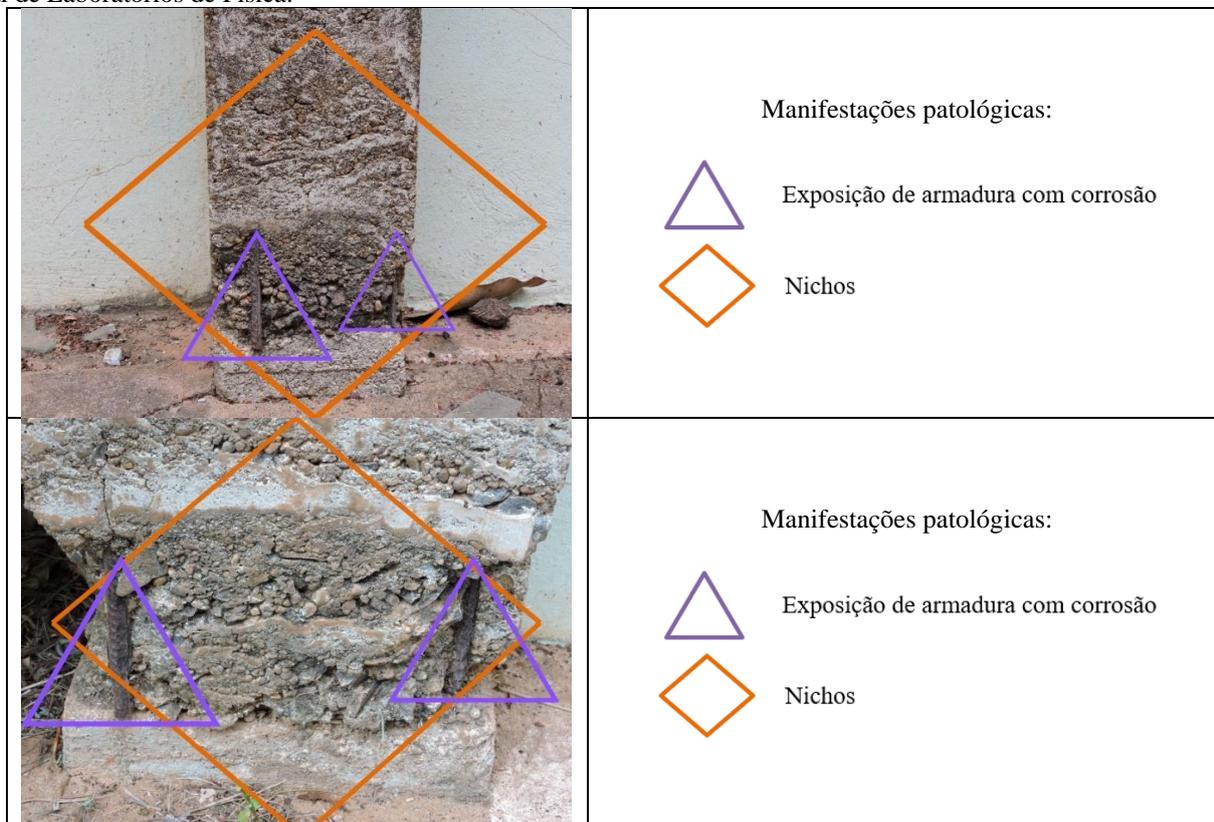
Quadro 3. Mapeamento das manifestações patológicas – Departamento de Educação Física, o Departamento de Fisioterapia e o Centro de Estudos do Laboratório de Avaliação e Prescrição da Atividade Motora.



Fonte: De autoria própria.

Já no prédio do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos e da Central de Laboratórios de Física, identificou-se:

Quadro 4. Mapeamento das manifestações patológicas – Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos e da Central de Laboratórios de Física.

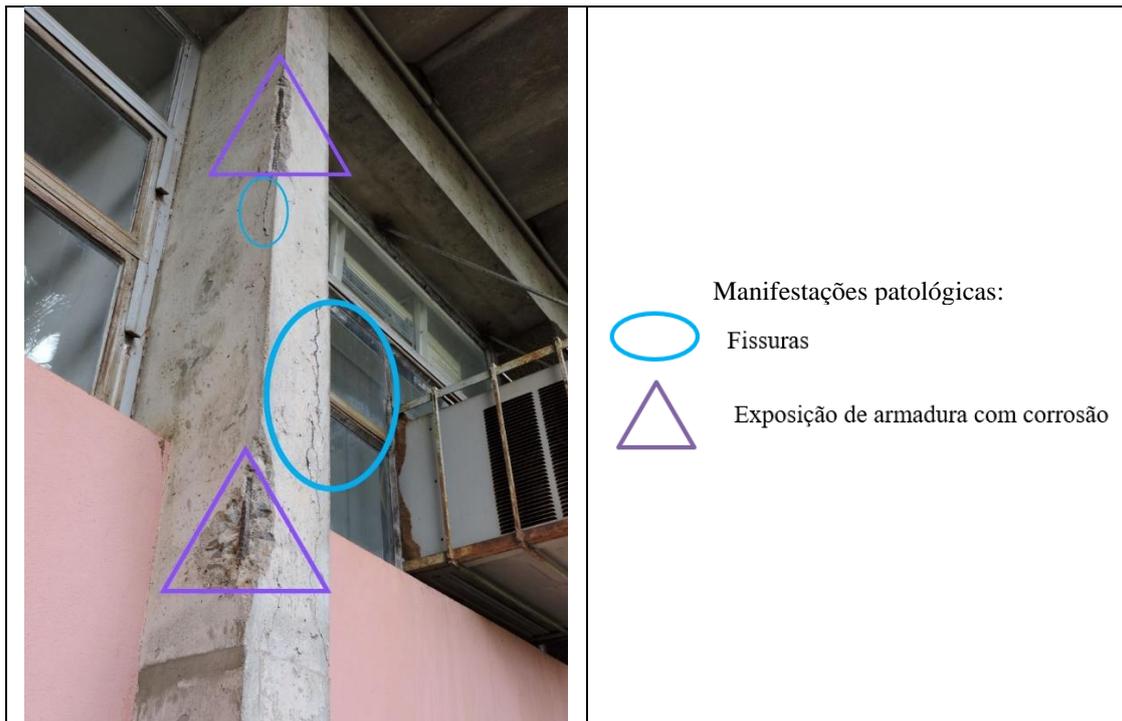


Fonte: De autoria própria.

Ademais, no prédio do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente e que também abriga o Departamento de Cartografia foram captadas as seguintes anomalias:

Quadro 5. Mapeamento das manifestações patológicas – Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente; Departamento de Cartografia.

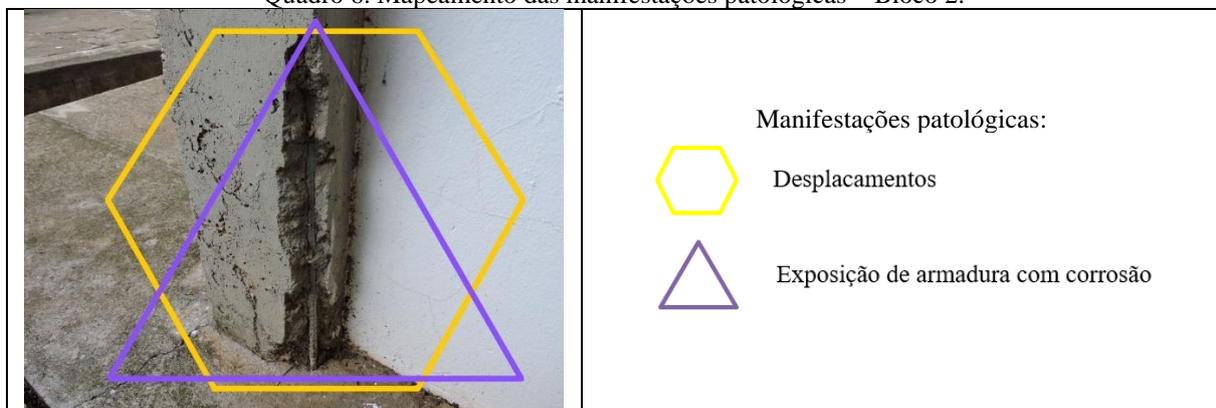
	<p>Manifestações patológicas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Desplacamentos  Exposição de armadura com corrosão
	<p>Manifestação patológica:</p> <ul style="list-style-type: none">  Fissuras
	<p>Manifestações patológicas:</p> <ul style="list-style-type: none">  Desplacamentos  Exposição de armadura com corrosão



Fonte: De autoria própria.

Por fim, no Bloco 2, tem-se as ocorrências abaixo:

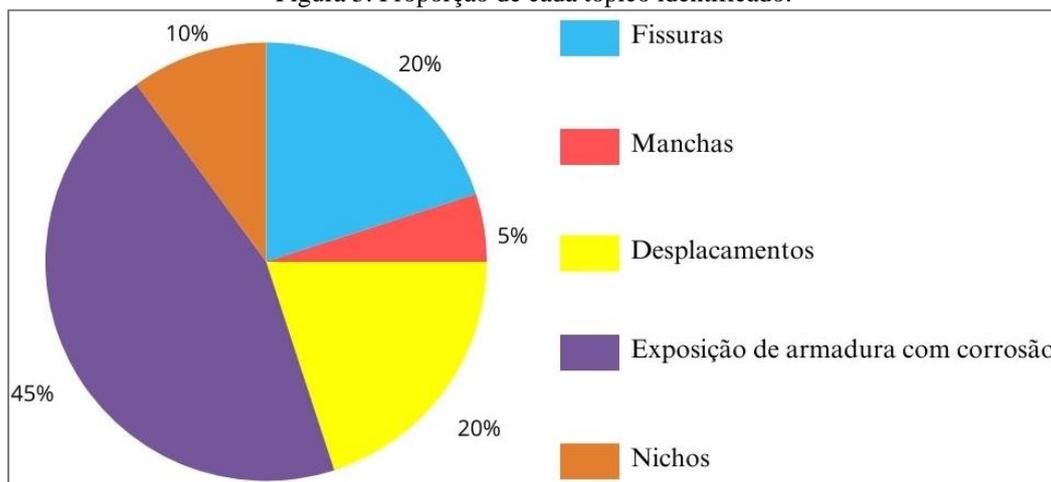
Quadro 6. Mapeamento das manifestações patológicas – Bloco 2.



Fonte: De autoria própria.

Percebe-se que, dentre as 20 anomalias patológicas identificadas e apresentadas no Quadros 2 a 6, a mais recorrente entre os registros analisados foi a exposição de armadura com corrosão, constando 9 registradas, seguida, respectivamente, da fissura e do deslocamento, com 4 registros de cada; do nicho, com 2; e da mancha, em 1. Com base nisso, foi gerado um gráfico (Figura 5) que expõe a relação das proporções encontradas para cada tópico citado.

Figura 5. Proporção de cada tópico identificado.



Por fim, tendo como referência o Quadro 1, é possível enquadrar as manifestações patológicas estudadas na classificação de nível 1 de inspeção apresentada pela norma do IBAPE (2012), sendo que estão presentes em edificações com um pavimento; reduzida complexidade técnica, manutenção e procedimento de seus elementos e sistemas construtivos; e programa de manutenção simples ou inexistente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos problemas apontados, os tipos de anomalias que apareceram com mais frequência foram exposição de armadura com corrosão, fissura e deslocamento. Vale ressaltar que a ausência de manutenção e de operação dos elementos pode interferir tanto no desempenho da edificação quanto na estética. Além disso, é capaz de diminuir a vida útil das edificações. Desse modo, surge a necessidade de constantes inspeções e de programas de manutenção, a fim de impedir e mitigar tais consequências.



REFERÊNCIAS

ADÃO, F. X.; HEMERLY, A. C. Concreto armado: novo milênio: cálculo prático e econômico. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

ALENCAR, J.; C; LIMA, A. N.; LIMA JUNIOR, W. J. Manifestações patológicas em estruturas de pilares de concreto armado no centro de saúde José Bandeira de Medeiros em Delmiro Gouveia-AL. IV Erec, João Pessoa-PB, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro. 2024.

BLOG CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA. Conheça as principais patologias na construção civil., 2018. Disponível em: <<https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2018/04/04/conheca-as-principais-patologias-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 maio 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – IBAPE. Norma de inspeção predial nacional. São Paulo, 18p., 2012.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. Revista de Contabilidade e Organizações, 2(2), 2008.

MARTINS, J. F. A.; FIORITI, C. F. Abordagem de manifestações patológicas em sistemas estruturais de edificações públicas nas cidades de Sevilla (Andalúcia, Espanha) e Presidente Prudente (São Paulo, Brasil). IX CICFAI – Congresso de Iniciação Científica das Faculdades Adamantinenses Integradas, Adamantina, p.1-17, 2015.

SILVA, A. F. P.; BARROS, H.E.B.; FERREIRA, D.S., NASCIMENTO, L.G., LIMA, F. E. G., Bezerra, L. de O. Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso. Brazilian Journal of Development, 7(1), p.363-374, 2021.

SILVA, A. P.; SILVA, D. M.; SOUSA NETO, J. L.; SILVA, E. S. Identificação de manifestações patológicas em elementos de concreto e concreto armado: um estudo de caso no campo de futebol Lazaro Paiva (Lazarão) em Mossoró/RN. Monografia de Trabalho Final de Graduação (Engenharia Civil) – Ânima Educação, 2022.

SILVA, F. B. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Técnica, [s.i.], v.174, n. 19, p.1-10, 2011.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998.