

AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO BLOCO A DO PRÉDIO DO CÂMPUS CENTRAL - CET DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

EVALUATION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN BLOCK A OF CENTRAL CAMPUS BUILDING OF THE STATE UNIVERSITY OF GOIÁS

JULIANO RODRIGUES DA SILVA

Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis - GO
julianorodriguessilva@gmail.com

PABLO DO NASCIMENTO NEVES

Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis - GO
pablonascimento44@gmail.com

EDER CHAVEIRO ALVES

Ministério Público do Estado de Goiás, Goiânia / GO
eder.alves@mpgo.mp.br

Resumo: O prédio principal do Campus Central da Universidade Estadual de Goiás (UEG), possui mais de 20 anos de existência. Por se tratar de uma unidade pública, é notável a presença de manifestações patológicas, já que as ausências de manutenções preventivas em edificações desse tipo, são comuns. Pensando nisso, através da metodologia GDE (Grau de Deterioração das Estruturas) da Universidade de Brasília (UnB), avaliou-se as manifestações patológicas das construções presentes no Bloco A da edificação. Foi possível observar que as marquises correspondem à família mais deteriorada com um grau sofrível, apresentando manifestações como manchas, infiltrações e fissuras. Posteriormente, os elementos arquitetônicos apresentam deterioração média e, as demais famílias, em estado aceitável. Todo esse conjunto, resultou em um Grau de deterioração (Gd) de 67,11, um valor alto, sendo indicada manutenções especializadas em até um ano. Apesar desse prazo, considera-se que existe uma necessidade de urgência nas manutenções, pois o prédio comporta um alto fluxo de pessoas diariamente. Dessa forma, a segurança e funcionalidade da edificação são destacadas. Para mais, a aplicação do método se mostra eficaz, apontando resultados coerentes e indicando ações a serem tomadas.

Palavras-chave: Patologia. Manutenção. GDE. UEG.

Abstract: The main building of the Central Campus of the State University of Goiás (UEG), has been in existence for over 20 years. As it is a public unit, the presence of pathological manifestations is notable, since the absence of preventive maintenance in buildings of this type is common. Thinking about it, through the GDE methodology (Degree of Deterioration of Structures) of the University of Brasília (UnB), the pathologies of the buildings present in Block A of the building were evaluated. It was possible to observe that the marquees are the most deteriorated family with a tolerable degree, showing manifestations such as stains, infiltrations and cracks. Subsequently, the elements presented an average presentation and, the other families, in an acceptable state. This whole set resulted in a Degree of Grief (Gd) of 67.11, a high value, with specialized maintenance being recommended for up to one year. Despite this deadline, consider that there is an urgent need for maintenance, as the building has a high daily flow of people. In this way, the safety and functionality of the building are highlighted. Furthermore, the application of the method proves to be effective, aiming at consistent results and indicating actions to be taken.

Keywords: Pathology. Maintenance. GDE. UEG.

Introdução

As estruturas de concreto armado quando bem projetadas, executadas e mantidas, devem suportar, além das ações mecânicas previstas em projeto, a agressividade do meio ambiente ao longo da sua vida útil. No entanto, são encontradas estruturas com danos devido à interação com o meio ambiente, que devem passar por intervenções antes do término de sua vida útil. Observando este cenário, muitos pesquisadores no meio técnico e acadêmico vêm desenvolvendo estudos para prever, diagnosticar e tratar as degradações em estruturas de concreto armado, visando garantir a sua total funcionalidade estrutural e estética durante seu tempo de vida útil.

As presenças de manifestações patológicas em uma edificação, além de desconforto, podem comprometer a segurança e a saúde dos usuários. Prédios públicos costumam com frequência apresentar danos estéticos e estruturais e ausência de programas de manutenção preventiva bem definidos. Nesse pensamento, Brandão (2007) aponta que patologia é uma expressão comum na medicina, porém é usada na engenharia para definir a ciência que estuda e identifica as origens, causas, mecanismo de ação, tipos de manifestação e consequências das situações em que as edificações e suas partes perdem parte ou todo seu desempenho.

O prédio principal do Campus Henrique Santillo, onde está estabelecido o Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CET), foi inaugurado em março de 2001, totalizando 23 anos de existência em 2024. Considerando que as vidas úteis de prédios similares podem chegar até 50 anos ou mais sem apresentarem manifestações patológicas graves, os 23 anos do prédio do CET não são suficientes para isentar a sua estrutura de desempenhos insatisfatórios, quer seja pela deficiência em sua funcionalidade (deficiência estrutural), quer seja pelo ponto de vista estético (desconforto visual, desconforto térmico, vibrações etc.). De acordo com Pantoja et al. (2023), na ausência de boas condições de manutenção em uma edificação, diferentes anomalias na superfície e subsuperfície podem aparecer e podem causar diversos tipos de insuficiências.

Diante essa problemática, a pesquisa visa apontar e avaliar as manifestações patológicas presentes no Bloco A do Campus Henrique Santillo. Para isso, dispõe-se da metodologia GDE/UnB para quantificação do grau de deterioração de estruturas de

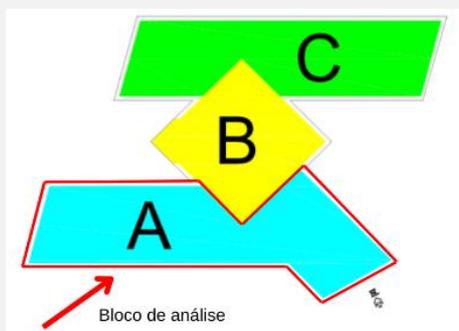
Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 76-88, jun. 2024. ISSN 1981-4089
concreto. A eficácia deste método é comprovada por sua ampla aplicação em diversas edificações. Desenvolvida por Castro (1994), o processo vem passando por aprimoramentos, sendo que as principais são de Lopes (1998), Boldo (2002) e Fonseca (2007).

Metodologia

Para o desenvolvimento da avaliação foram desenvolvidas inspeções no bloco A do prédio principal do CET, e, a estes dados e fotos, foram aplicados a metodologia Grau de Deterioração das Estruturas da Universidade de Brasília (GDE/UnB), aprimorada por Fonseca (2007), para classificar o grau de deterioração dos elementos estruturais e o grau de deterioração da estrutura como um todo.

De forma a possibilitar um estudo mais específico e facilitar a localização das manifestações patológicas encontradas, o bloco A do prédio principal Campus Central é formado pelos ateliêres 01 a 03, laboratórios, auditório, secretaria, sala dos professores, salas de aula e 2 banheiros administrativos. A seguir, a figura 1 apresenta a localização do bloco em planta.

Figura 1 - Divisão em planta do prédio principal do CET e localização do bloco A.



Fonte: Autores.

Após a identificação, os elementos construtivos são divididos em famílias, sendo eles: pilares, vigas, lajes, cortinas, escadas e rampas, reservatório superior, reservatório inferior, blocos de fundação, juntas de dilatação e elementos de composição arquitetônica. Para cada família, foram listadas todas as manifestações patológicas específicas dos elementos que a compõem, e atribuído, para cada manifestação, um fator de ponderação (Fp) que tem a função de quantificar a importância de um dano

levando em conta fatores como condições gerais de estética, funcionalidade e segurança dos elementos de uma família.

Após a separação em elementos e a determinação dos fatores de ponderação (Fp) para cada tipo de dano, foi definido o nível da gravidade de cada manifestação patológica segundo um fator de intensidade (Fi). Calculando-se assim o grau do dano (D) de cada manifestação a partir das equações (1) e (2).

$$D = 0,4 \cdot Fi \cdot Fp \quad \text{Para } Fi \leq 2,0 \quad (1)$$

$$D = (6 \cdot Fi - 14) \cdot Fp \quad \text{Para } Fi > 2,0 \quad (2)$$

Onde: D – Grau de dano; Fi – Fator de intensidade; e, Fp – Fator de ponderação.

Com os graus de dano de cada elemento calculados, consegue-se definir um grau de deterioração individual do elemento (Gde) a partir da equação (3).

$$Gde = D_{\text{máx}} \cdot \left[1 + \frac{(\sum_{i=1}^n D(i)) - D_{\text{máx}}}{\sum_{i=1}^n D(i)} \right] \quad (3)$$

Onde: Gde - Grau de deterioração do elemento; D_{máx} - Maior grau de dano encontrado no elemento; n - Número de danos encontrados no elemento; e, Di - Grau do dano de índice 'i'.

Com os graus de deterioração individual de todos elementos de uma família, calcula-se o grau de deterioração da família de elementos (Gdf), conforme equação (4).

$$Gdf = Gde, \text{ máx.} \cdot \sqrt{1 + \frac{(\sum_{i=1}^m Gde, i) - Gde, \text{ máx}}{\sum_{i=1}^m Gde, i}} \quad (4)$$

Onde: Gdf - Grau de deterioração de uma família de elementos; Gde, máx - Maior grau de deterioração encontrado na família de elementos; Gde, i - Graus de deterioração apresentados pelos elementos da família; e, m - número de elementos.

Obtidos os graus de deterioração das diversas famílias que compõem a estrutura e entrando com um fator de relevância estrutural da família (Fr) previamente estabelecido segundo a importância relativa na funcionalidade e segurança estrutural, determinou-se o grau de deterioração da estrutura (Gd). A seguir, a tabela 1 aponta os fatores de relevância.

Tabela 1 - Fator de relevância estrutural (Fr) para cada elemento estrutural.

| Elemento | Fr |
|---|-----|
| Elementos de composição arquitetônica | 1,0 |
| Reservatório superior | 2,0 |
| Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação | 3,0 |
| Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários | 4,0 |
| Vigas e pilares principais | 5,0 |

Fonte: Boldo, 2002 – Adaptado.

A seguir, a equação (5) demonstra as formulações e parâmetros utilizados para o cálculo do grau de deterioração da estrutura (Gd).

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k (Fr, i \cdot Gdf, i)}{\sum_{i=1}^k Fri} \quad (5)$$

Onde: Gd - Grau de deterioração da estrutura; k - Número de famílias da estrutura; Fr,i - Fator de relevância estrutural da família de ordem “i”; e, Gdf,i - Grau de deterioração da família de ordem “i”.

Por fim, de acordo com o valor atingido pelo grau de deterioração da estrutura (Gd), foi possível a indicação de uma intervenção para a estrutura. Os valores da tabela 2, indicam as ações a serem tomadas de acordo com o grau de deterioração encontrado. Ainda, vale lembrar que esse aparato é utilizado para as análises do Grau de deterioração dos elementos (Gde) e para as famílias (Gdf).

Tabela 2 - Grau de deterioração da estrutura (Gd).

| Nível de deterioração | Gd | Ações a serem adotadas |
|-----------------------|----------|--|
| Baixo | 0- 15 | Estado aceitável. Manutenção preventiva. |
| Médio | 15 - 50 | Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos). |
| Alto | 50 - 80 | Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano). |
| Sofrível | 80 - 100 | Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses) |
| Crítico | > 100 | Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata. |

Fonte: Fonseca, 2007 – Adaptado.

Resultados e discussão

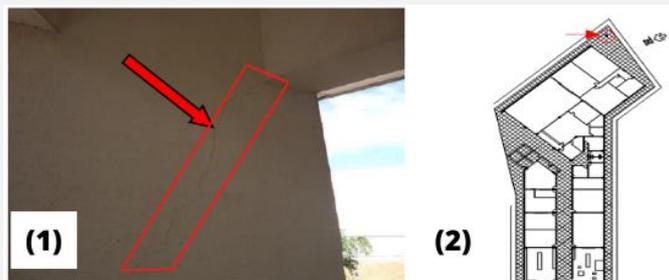
Foram adotadas seis famílias de acordo com o local onde foi localizada a manifestação patológica. São elas: pilares, vigas, lajes, escadas/rampas, juntas de dilatação, elementos arquitetônicos.

Para cada manifestação patológica encontrada, foi atribuído a ela uma família, posteriormente aplicado o seu fator de ponderação (Fp), pré-definido de acordo com as pesquisas de Boldo (2002) e Fonseca (2007).

Família de pilares

Seguindo a orientação de Castro (1994), os pilares A01 e A02 não foram contabilizados para análise do grau de deterioração da família de pilares, pois o seu Gde resultou em um valor inferior a 15. Portanto, o estado de ambos foi aceitável devendo-se incluí-los no planejamento das manutenções preventivas. A seguir, a figura 2 demonstra uma manifestação encontrada no pilar A01, bem como sua localização através de um croqui.

Figura 2 – Manifestações patológicas no pilar A01. (1) Fissura no pilar. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Além da fissura, o pilar apresentou desagregação. A tabela 3 indica os parâmetros para os danos apontados junto ao valor do grau de deterioração do elemento, um resultado menor que 15.

Tabela 3 - Grau de deterioração do elemento pilar 01 do bloco A.

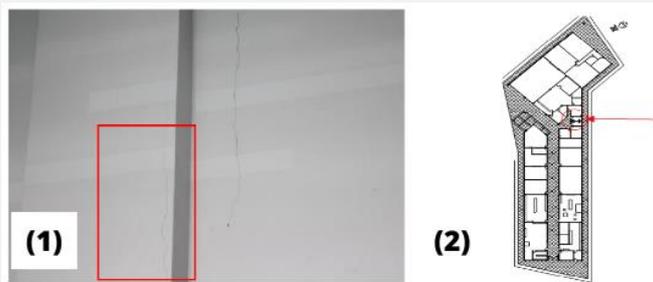
| Manifestação | Fp | Fi | D | Gde |
|--------------|-------|------|------|-------|
| Desagregação | 7,00 | 2,00 | 5,60 | 11,29 |
| Fissuras | 10,00 | 2,00 | 8,00 | |

Fonte: Autores.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 76-88, jun. 2024. ISSN 1981-4089

A figura 3 aponta a fissura encontrada no pilar A02. Tal manifestação é notada com um baixo nível de intensidade. Ainda, nenhuma outra manifestação foi observada.

Figura 3 – Manifestações patológicas no pilar A02. (1) Fissura no pilar. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

A tabela 4 apresenta os parâmetros de cálculo e a obtenção do Gde para o pilar A02.

Tabela 4 - Grau de deterioração do elemento pilar A02 do bloco A.

| Manifestação | Fp | Fi | D | Gde |
|--------------|-------|------|------|------|
| Fissuras | 10,00 | 2,00 | 8,00 | 8,00 |

Fonte: Autores.

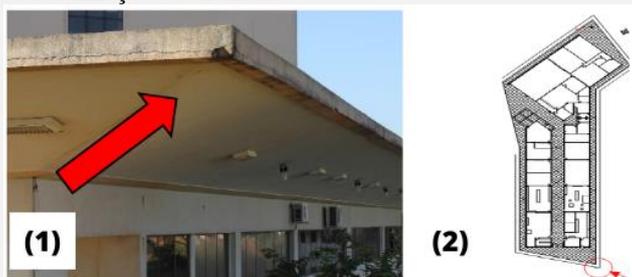
Família de vigas

As vigas deste bloco não apresentaram pontos de manifestações patológicas. Portanto, foi adotado o valor Gde nulo para estes elementos. Conseqüentemente, o grau de deterioração da família de vigas foi nulo.

Família de laje da cobertura (marquise)

Observa-se na figura 4 que o ponto da marquise A01 apresentou esfoliação, fissura, infiltrações e manchas.

Figura 4 – Manifestações patológicas no ponto A01 da marquise. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 76-88, jun. 2024. ISSN 1981-4089

Com essas manifestações, o ponto da marquise A01 apresentou um nível de deterioração alto ($50 < Gde < 80$). Portanto, é necessária uma intervenção em médio prazo de tempo (máximo de um ano). Porém, por ser um local de grande circulação de pessoas e considerando que o processo patológico pode se agravar neste ponto, recomenda-se que a intervenção seja imediata de forma a evitar possíveis quedas de massas em cima dos usuários do prédio. A tabela 5 aponta os resultados.

Tabela 5 - Grau de deterioração do ponto A01 da marquise.

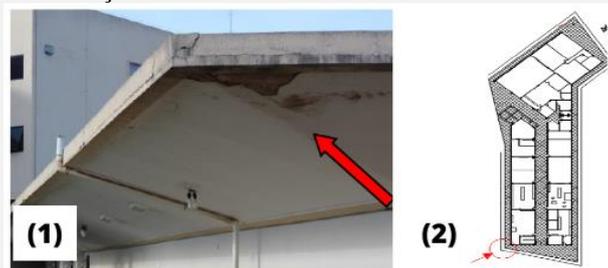
| Manifestação | Fp | Fi | D | Gde |
|--------------|-------|------|-------|-------|
| Esfoliação | 8,00 | 3,00 | 32,00 | 64,00 |
| Fissuras | 10,00 | 3,00 | 40,00 | |
| Infiltração | 6,00 | 3,00 | 24,00 | |
| Manchas | 5,00 | 2,00 | 4,00 | |

Fonte: Autores.

A figura 5 apresenta manifestações patológicas no ponto A02 da marquise.

Nesse local, também foi identificado esfoliação, fissura, infiltrações e manchas.

Figura 5 – Manifestações patológicas no ponto A02 da marquise. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Semelhante aos pontos A01 e A02, no ponto A03 foi observado esfoliação, fissura, infiltrações e manchas. A figura 6 aponta a situação.

Figura 6 – Manifestações patológicas no ponto A03 da marquise. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Esta situação é repetida ao longo de toda a marquise do bloco, sendo sempre presente a fissuração, manchas, devido à umidade, e diversos pontos de deslocamento (esfoliação). Dessa forma, com problemas equivalentes, ficou adotado para esses pontos da marquise um Gde de 64,00 indicando a necessidade de planejar uma intervenção em médio prazo (máximo de um ano) para restaurar as características iniciais da marquise. Os parâmetros e valores estão representados na tabela 5, já apresentada. Posteriormente, a formulação do grau de deterioração da família foi aplicada e resultou em um valor de 82,62, isto é, um nível de deterioração sofrível. Nota-se que se trata da família mais deteriorada, cujo conjunto apresenta necessidade de manutenção em no máximo seis meses.

Família de rampa/escadas

O bloco A da edificação não apresenta rampa ou escadas em sua formação. Assim, o grau de deterioração da família de rampas/escadas foi nulo.

Família de juntas de dilatação

A primeira junta analisada, a junta de dilatação A01, demonstrou infiltração e obstrução. A figura 7 apresenta o elemento.

Figura 7 – Manifestações patológicas na junta de dilatação A01. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Apesar da presença dessas manifestações, o grau de deterioração do elemento foi menor que 15. A tabela 6 demonstra os resultados.

Tabela 6 - Grau de deterioração da junta de dilatação A01.

| Manifestação | Fp | Fi | D | Gde |
|---------------------|-----------|-----------|----------|------------|
| Infiltração | 10,00 | 2,00 | 8,00 | 12,00 |
| Obstrução da junta | 10,00 | 2,00 | 8,00 | |

Fonte: Autores.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 76-88, jun. 2024. ISSN 1981-4089

A junta de dilatação A02 demonstrou as mesmas manifestações patológicas da junta A01, isto é, infiltração e obstrução. Isso significa que o grau de deterioração desses elementos, foram iguais. Por isso, o grau de deterioração para a família de juntas de dilatação do bloco para os pontos A01 e A02 é nulo, visto que o valor do grau de deterioração dos elementos, Gde, foram menores que 15. A seguir, a figura 8 apresenta as manifestações encontradas na junta de dilatação A02.

Figura 8 – Manifestações patológicas na junta de dilatação A02. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Família de elementos arquitetônicos

Devido aos pontos extravasores de água do condensador de ar condicionado serem voltadas para fora da edificação, a água é liberada diretamente sobre o piso do entorno do prédio principal, criando assim pontos de grande concentração de umidade e consequente “afofamento” dos rodapés e do revestimento, gerando o deslocamento dos rodapés e formação de manchas de umidade no elemento arquitetônico. A figura 9 indica a situação do elemento A01.

Figura 9 – Manifestações patológicas no elemento arquitetônico A01. (1) Indicação das manifestações. (2) Croqui de identificação e localização do elemento.



Fonte: Autores.

Sabendo disso, a tabela 7 aponta os parâmetros utilizados nos cálculos para a deterioração do elemento, bem como o resultado. Dentro das manifestações tem-se eflorescência e esfoliação (deslocamento).

Tabela 7 - Grau de deterioração do elemento arquitetônico A01.

| Manifestação | Fp | Fi | D | Gde |
|---------------|------|------|-------|-------|
| Eflorescência | 4,00 | 3,00 | 16,00 | 20,57 |
| Esfoliação | 8,00 | 2,00 | 6,40 | |

Fonte: Autores.

A manifestação patológica deste item gera um desconforto visual ao prédio e se repete em todos os pontos de presença de ar condicionado, logo a solução desta patologia é evitar com que a água dos equipamentos seja despejada diretamente no local de saída e seja criado um sistema adequado de recolhimento. Este elemento apresentou um nível de deterioração de 20,57 considerado médio ($15 < Gde < 50$). Portanto, é necessário planejar inspeções em longo prazo (máximo de dois anos). Além disso, por se tratar de um elemento analisado, o valor do Gdf será igual ao Gde.

Cálculo do grau de deterioração da estrutura

Para encontrar o grau de deterioração da estrutura (Gd) do bloco A do Campus, foi necessário aplicar o fator de relevância de cada família. Tal aparato já foi apresentado tabela 1. Posteriormente, utilizando a equação (5), tem-se resultado. A seguir, a tabela 8 demonstra os valores obtidos.

Tabela 8 - Cálculo do grau de deterioração.

| Família | Gdf | Fr | Gdf.Fr | Gd |
|--------------------------|-------|----|--------|-------|
| Pilar | 0 | 5 | 0 | 67,11 |
| Vigas | 0 | 5 | 0 | |
| Lajes (marquise) | 82,62 | 3 | 247,86 | |
| Escadas/rampas | 0 | 3 | 0 | |
| Juntas de dilatação | 0 | 3 | 0 | |
| Elementos arquitetônicos | 20,57 | 1 | 20,57 | |

Fonte: Autores.

Apesar de as condições visuais do bloco não aparentarem necessitar de uma intervenção, obteve-se uma classificação de nível de deterioração alta, segundo a metodologia GDE aplicada, necessitando uma inspeção especializada e detalhada em no máximo um ano.

Esta situação ocorreu devido, principalmente, ao alto nível de deterioração das marquises, apresentando risco de segurança aos usuários. Desta forma será necessária uma restauração imediata das marquises, de modo a eliminar os pontos de corrosão das armaduras, garantir o recobrimento e eliminar todos os pontos de fissuras e deslocamento.

Conclusão

A análise da estrutura de concreto do Bloco A do Prédio Principal do Câmpus Central da UEG realizada com base na Metodologia GDE/UnB, indicou uma situação física de deterioração considerada sofrível para as famílias de marquises e médio para os elementos arquitetônicos. As demais famílias, quando não identificadas, não apresentaram manifestações patológicas suficientes para deteriorar a estrutura. Com esse conjunto, o grau de deterioração da estrutura foi de 67,11, um valor alto, onde já se considera a necessidade de inspeção especializada em até um ano.

É sugerido o planejamento de atividades de manutenção corretiva emergencial, de forma a reparar os danos mais deletérios, considerando o alto fluxo de pessoas que passam pela edificação diariamente. Após reparação das manifestações patológicas mais graves, devem ser realizadas ações de manutenção preventiva para garantir e prolongar a funcionalidade, segurança e estética da estrutura.

De modo geral a estrutura tem suportado sua utilização, mas existe a necessidade de serem estabelecidos programas de manutenção preventivas, mesmo após a realização dos programas de manutenção corretiva. O correto planejamento de intervenções se torna crucial para que sejam reduzidos os custos com manutenção e sempre garantir o correto desempenho da estrutura.

Pelos resultados apresentados, a metodologia mostrou ser de utilidade prática na elaboração de diagnósticos de estruturas, fornecendo dados relevantes para a avaliação das condições estruturais e indicando diretrizes sobre as decisões a serem tomadas. Portanto, certifica-se sua eficiência.

Referências

BOLDO, P. Análise quantitativa de estruturas de concreto armado de edificações no âmbito do Exército Brasileiro. 2002. 295f. Dissertação de Mestrado, Publicação

E.DM001A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

BRANDÃO, M. L. **Patologias nas edificações, com até cinco anos de idade, executas no estado de Goiás**. 2007. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. 1994. 135f. Monografia (Superior) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

FONSECA, R. P. **A estrutura do instituto central de ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção**. 2007. 231f. Monografias (Superior) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção predial para grandes estoques de edifícios: estudo para inclusão do componente “estrutura de concreto”**. 1998. 308f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

PANTOJA, J. C., JÚNIOR, L. R. C. F., NOGUEIRA, P. V. e MENEZES, E. S. *Use of non-invasive methods for monitoring and evaluation of public buildings and/or historical heritage*. *Lium Concilium*. Ciência Ambiental, História, Engenharia, 2023.