

## Avaliação das manifestações patológicas do Edifício Rio Negro em Anápolis-Goiás

G. H. Teixeira<sup>1\*</sup>  J. R. Silva<sup>1</sup>  E. C. Alves<sup>2</sup> 

\* Autor de Contato: [guilherme.henrique.eng@hotmail.com](mailto:guilherme.henrique.eng@hotmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.586>

Recepção: 14/02/2022 | Aceitação: 08/07/2022 | Publicação: 01/09/2022

### RESUMO

Este trabalho mostra a aplicação das metodologias GDE (Grau de Deterioração da Estrutura) e GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) quantificando as manifestações patológicas e determinando os pontos de maior necessidade de manutenção. Dessa forma, foi aplicada uma perspectiva quantitativa com a aplicação das metodologias citadas e após inspeções prediais e uma análise visual com registro fotográfico, anotações e mapeamentos, foram aplicadas as metodologias e obtido que parte das manifestações patológicas que ocorrem na estrutura do edifício tem como origem a umidade, resultando em eflorescências, machas ou infiltrações. Dessa forma, esse trabalho definiu os pontos que necessitam de prioridade, direcionando medidas que posteriormente podem ser tomadas. As metodologias se mostraram eficientes e importantes para tomadas de decisões.

**Palavras-chave:** patologia; GUT; GDE; edifícios.

**Citar como:** Teixeira, G. H., Silva, J. R., Alves, E. C. (2022), “Avaliação das manifestações patológicas do Edifício Rio Negro em Anápolis-Goiás”, Revista ALCONPAT, 12 (3), pp. 433 – 448, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.586>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Engenharia Civil, Anápolis, Goiás, Brasil.

<sup>2</sup> Ministério Público do Estado de Goiás, Superintendência de Engenharia, Brasil.

#### Contribuição de cada autor

Nestes trabalho, Teixeira, G. H. contribuiu com a ideia original de escrita do trabalho (100%), experimentos(100%), coleta de dados(100%) e discussão de resultados(50%). Silva, J.T contribuiu com a supervisão (100%), discussão dos resultados (25%) e correção do texto (100%). Alvez, E.C contribuiu com a discussão dos resultados (25%) e correção do texto (50%).

#### Licença Creative Commons

Copyright (2022) é propriedade dos autores. Este trabalho é um artigo de acesso aberto publicado sob os termos e condições de uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

#### Discussões e correções pós-publicação

Qualquer discussão, incluindo a resposta dos autores, será publicada no segundo número do ano 2023, desde que a informação seja recebida antes do fechamento do terceiro número do ano de 2023.

## **Evaluation of the pathological manifestations of the Rio Negro building in Anápolis-Goiás**

### **ABSTRACT**

This paper shows the application of the methodologies GDE (Degree of Structure Deterioration) and GUT (Severity, Urgency, and Tendency) quantifying the pathological manifestations and determining the points of greatest need for maintenance. Thus, a quantitative perspective was used with the application of the previously mentioned methodologies and after building inspections and visual analysis with a photographic record, notes and mappings the methodologies were applied and it was obtained that most of the pathological manifestations that occur in the structure of the building have humidity as origin, resulting in efflorescence, wounds or infiltration. Thus, this work defined the points that need priority, directing measures that can later be taken. The methodologies proved to be efficient and important for decision-making.

**Keywords:** pathology; GUT; GDE; buildings

## **Evaluación de las manifestaciones patológicas del edificio Río Negro en Anápolis-Goiás**

### **RESUMEN**

Este trabajo muestra la aplicación de las metodologías GDE (Grado de Deterioro de la Estructura) y GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia) cuantificando las manifestaciones patológicas y determinando los puntos de mayor necesidad de mantenimiento. Así, se aplicó una perspectiva cuantitativa con la aplicación de las metodologías citadas y tras las inspecciones del edificio y un análisis visual con registro fotográfico, anotaciones y mapeos se aplicaron las metodologías y se obtuvo que la mayoría de las manifestaciones patológicas que se producen en la estructura del edificio tiene como origen la humedad, dando lugar a eflorescencias, heridas o infiltraciones. De este modo, este trabajo definió los puntos que necesitan prioridad, orientando las medidas que pueden tomarse posteriormente. Las metodologías demostraron ser eficaces e importantes para la toma de decisiones.

**Palabras clave:** patología; GUT; GDE; edificios.

### **Informações legais**

Revista ALCONPAT é uma publicação trimestral da Associação Latino-Americana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação de Construção, Internacional, A.C., Km. 6, antiga estrada para Progreso, Merida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, [alconpat.int@gmail.com](mailto:alconpat.int@gmail.com), Website: [www.alconpat.org](http://www.alconpat.org)

Reserva de direitos de uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos concedidos pelo Instituto Nacional de Direitos Autorais. Editor responsável: Dr. Pedro Castro Borges. Responsável pela última atualização deste número, Unidade de Informática ALCONPAT, Eng. Elizabeth Sabido Maldonado.

As opiniões expressas pelos autores não refletem necessariamente a posição do editor.

A reprodução total ou parcial do conteúdo e das imagens da publicação é realizada de acordo com o código COPE e a licença CC BY 4.0 da Revista ALCONPAT.

## 1. INTRODUÇÃO

A cidade de Anápolis, situada no Planalto Central Brasileiro, no estado de Goiás - Brasil, trata-se de uma cidade centenária, que foi emancipada em 31 de julho de 1907. em virtude disso, há edifícios antigos, e cada vez mais essas edificações estão próximas de atingir a vida útil de projeto, tendo em vista esse fato, é importante destacar a necessidade de investigações a respeito das manifestações patológicas e da realização de vistorias e manutenções periódicas, pois dessa forma se torna possível prolongar o tempo de vida útil da edificação e conservar construções que fazem parte da história do município.

A ausência de manutenções preventivas provoca nas edificações custos elevados com o passar do tempo, conforme a lei de Sitter (1984) citado por Tutikian e Pacheco (2013) e também descrita por Souza e Ripper (2009), como a “lei dos cinco”, em que as intervenções de caráter corretivo possuem um custo de 125 vezes o valor de medidas ainda em fase de projeto, enquanto as manutenções preventivas apresentam custo de 25 vezes esse mesmo valor.

Dessa forma, como trata-se de um edifício com mais de 50 anos, além da sua importância funcional para os moradores, é um elemento que compõe a história da cidade de Anápolis por ser um dos primeiros edifícios residenciais da cidade.

Segundo Souza e Ripper (2009), a patologia das estruturas trata-se de um ramo da engenharia que tem como foco investigar as origens, formas, consequências e mecanismos das manifestações de falhas na estrutura. De maneira semelhante, Bolina, Tutikian e Helene (2019) definem que a patologia das construções trata-se de uma ciência, que por meio de um processo sistemático busca investigar defeitos referentes a edificação como um todo, desde materiais até os elementos que a compõem, com o intuito de conhecer suas origens e as maneiras como se manifestam. Os autores ainda diferenciam o conceito de patologia das construções e das manifestações patológicas, as quais são anomalias e defeitos presentes na edificação que se caracterizam por serem aspectos visíveis indicativos de possíveis problemas.

Além disso para a NBR 16747 (ABNT, 2020), as manifestações patológicas são definidas como o resultado de um processo de degradação que proporciona a redução do desempenho da estrutura, as quais se manifestam através de sintomas.

Durante a execução, outras circunstâncias podem acarretar no surgimento de manifestações patológicas, seja nas condições de trabalho ou relacionadas com a mão de obra, falta de controle de qualidade e irresponsabilidade técnica, fator que é determinante, pois uma fiscalização eficiente combinada com equipes capacitadas diminui a possibilidade de erros. Por fim, por mais que executada corretamente todas as etapas antecedentes é possível o surgimento de manifestações patológicas relacionadas com a utilização inadequada ou a falta de manutenção (Souza; Ripper, 2009). Autores como Junior, Lima e Balestra (2013), destacam a importância das manutenções periódicas a fim de prolongar a vida útil da construção, proporcionando uma melhor qualidade e desempenho da edificação.

Além disso, o concreto é submetido às ações do meio ambiente ao longo de toda a vida útil da edificação, de modo que naturalmente ocorram reações que desencadeiem o surgimento de anomalias na estrutura. Desse modo, deve-se atentar para garantir a conservação da edificação a fim de que ela atue desempenhando sua função corretamente ao longo do tempo para a qual foi projetada. Pensando nisso, é fundamental o estudo da patologia visando reconhecer os problemas e suas respectivas causas (Lopes, 2019).

Com objetivo de auxiliar nesse estudo, dando maior objetividade para as análises e servindo de suporte para a tomada de decisão, algumas técnicas como a metodologia GDE (Grau de Deterioração da Estrutura) e GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) podem ser aplicadas, fornecendo uma quantificação das manifestações patológicas obtida pelas formulações matemáticas propostas pelas ferramentas, o que possibilita identificar o estado de determinada

estrutura e garantir uma visão mais objetiva para a análise (Braga et al, 2019; Lima et al., 2019; Moura; Cavalheiros, 2019; Santana et al., 2019; Medeiros et al., 2020).

## 2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesse trabalho foi a da avaliação das manifestações patológicas através das metodologias GDE (2007) e GUT (2014). A coleta de dados foi feita através da inspeção predial por meio da vistoria visual, *in loco*, realizando registros fotográficos das manifestações patológicas identificadas e mapeamento das anomalias em planta de cada pavimento vistoriado. A realização da inspeção teve como base as descrições da norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações Periciais de Engenharia - IBAPE (2012), a NBR 5674 (ABNT, 1999), a NBR 16747 (ABNT, 2020) e o Boletim Técnico nº 1 da Associação Brasileira de Patologia das Construções - ALCOPAT (2013). Além disso, foram coletadas todas as informações e documentos a respeito da edificação.

Por meio da metodologia GUT (2014) foram quantificadas as manifestações patológicas para posteriormente realizar um comparativo e indicar o grau de prioridade para tomada de decisão. Através da metodologia GDE/UnB (2007), também com intuito de quantificar as manifestações patológicas, foram calculados os parâmetros de grau de deterioração de elementos, famílias e estrutura, servindo de base para as análises e permitindo a realização da classificação do nível de deterioração dos elementos e da estrutura.

Posteriormente, com base na literatura e com os dados obtidos foi realizado uma comparação e análises dos valores obtidos.

As ferramentas utilizadas para a pesquisa foram planilhas eletrônicas para organização dos dados, um aparelho celular para registros fotográficos, escalímetro, fissurômetro e trena.

### 2.1 Metodologia GDE

Pela metodologia GDE os elementos vistoriados foram divididos em grupos de Pilares(P); Vigas(V); Lajes(L); Escadas(E); Reservatório superior(R); Reservatório inferior(R) e Juntas de dilatação(J).

Feita essa divisão foi realizada a atribuição dos fatores de intensidade ( $F_i$ ) e fatores de ponderação ( $F_p$ ) para cada manifestação presente no elemento, conforme as tabelas presentes no trabalho de Fonseca (2007). Dessa forma foi possível realizar o cálculo do grau de dano, de acordo com as equações (1) e (2).

$$D = 0,8 \cdot F_p \cdot F_i \quad \text{Para } F_i \leq 2,0 \quad (1)$$

$$D = (12 \cdot F_i - 28) F_p \quad \text{Para } F_i \geq 3,0 \quad (2)$$

Onde:

D – Grau de dano

$F_i$  – Fator de intensidade

$F_p$  – Fator de ponderação

Com o grau de dano (D) de cada manifestação, calcula-se o grau de deterioração do elemento ( $G_{de}$ ) conforme a equação (3).

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[ 1 + \frac{\left( \sum_{i=1}^n D_i \right) - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^n D_i} \right] \quad (3)$$

Onde:

$G_{de}$  - Grau de deterioração do elemento;

$D_i$  - Grau do dano “i”;

$D_{máx}$  - Maior grau do dano no elemento;

n – Números de danos no elemento.

Com o valor do grau de deterioração do elemento relaciona-se um nível de deterioração e assim obtém-se recomendações de ações a serem tomadas. Essa relação pode ser vista na tabela 1.

Tabela 1. Classificação do nível de deterioração dos elementos.

Nível de deterioração	$G_{de}$	Ações recomendadas
Baixo	0-15	Estado aceitável Manutenção preventiva
Médio	15-50	Definir prazo e natureza de nova inspeção Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
Alto	50-80	Definir prazo para inspeção especializada Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano)
Sofrível	80-100	Definir prazo para inspeção especializada rigorosa Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses)
Crítico	>100	Intervenção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramentos, etc). Planejar intervenção imediata.

Fonte: (Verly, 2015)

Para determinar o grau de deterioração dos elementos divididos em grupos semelhantes é calculado o grau de deterioração da família ( $G_{df}$ ), o qual é função do grau de deterioração do elemento ( $G_{de}$ ) através da equação (4).

$$G_{df} = G_{de,máx} \sqrt{1 + \frac{\left(\sum_{i=1}^n G_{de,i}\right) - G_{de,máx}}{\sum_{i=1}^n G_{de,i}}} \quad (4)$$

Onde:

$G_{de,máx}$  – Maior grau de deterioração do elemento

$G_{de,i}$  – Grau de deterioração do elemento “i” ( $\geq 15$ )

m – Número de elementos com  $G_{de} \geq 15$

E por fim, ao obter o grau de deterioração de cada família ( $G_{df}$ ), calcula-se o grau de deterioração da estrutura ( $G_d$ ). A equação utilizada para esse cálculo é expressa abaixo, equação (5).

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_{r,i} \cdot G_{df,i}}{\sum_{i=1}^k F_{r,i}} \quad (5)$$

Onde:

$k$  – Número de famílias da estrutura;

$F_{r,i}$  – Fator de relevância estrutural da família “i”;

$G_{df,i}$  – Grau de deterioração da família “i”.

Dessa forma, para o grau de deterioração da estrutura, de maneira semelhante ao grau de deterioração do elemento (Gde), pode ser feita a associação a um nível de deterioração e consequentemente obter medidas que podem ser tomadas quanto essa situação. A tabela aplicada para essa análise trata-se da própria tabela 1, pág. 05.

## 2.2 Metodologia GUT

A metodologia GUT teve origem na década de 1980 através do trabalho de Kepner e Tregoe com o intuito de criar uma ferramenta de planejamento estratégico para auxiliar na tomada de decisões (Fáveri; Silva, 2016). Na construção civil o trabalho de Verzola, Marchiori e Aragon (2014) propôs modificações na metodologia afim de permitir a aplicação em inspeções prediais e diminuir a possibilidade de erros através da subjetividade. A metodologia utiliza as variáveis Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T), nas quais são atribuídos pesos que variam de 1 a 10, sendo 1 atribuído para o menos grave e 10 para o mais grave. Dessa forma, por meio do produto das variáveis (GxUxT) é feita uma classificação de acordo com o quão crítico se encontra cada situação (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014).

Alguns pesquisadores como Santana et al. (2019), Moura e Cavalheiros (2019) e Braga et al. (2019), aplicaram em suas pesquisas a metodologia GUT para realização das inspeções e identificar os pontos mais críticos da edificação, mostrando ser prática e possibilitando definir prioridade para tomada de decisões. De acordo com Verzola, Marchiori e Aragon (2014), as tabelas 2, 3 e 4 determinam as notas a serem atribuídas para cada grau de acordo com a variável.

Tabela 2. Classificação para a Gravidade (G).

GRAVIDADE		
Grau	Definição do grau	Nota
<b>TOTAL</b>	Risco de morte, risco de desabamento/colapso pontual ou generalizado. Prejuízo financeiro muito alto.	10
<b>ALTA</b>	Risco de ferimentos aos usuários, danos reversíveis ao meio ambiente ou ao edifício. Prejuízo financeiro alto.	8
<b>MÉDIA</b>	Risco à saúde dos usuários, desconfortos na utilização dos sistemas. Prejuízo financeiro médio.	6
<b>BAIXA</b>	Sem risco à integridade física dos usuários, sem risco ao meio ambiente, pequenos incômodos estéticos ou de utilização. Prejuízo financeiro pequeno.	3
<b>NENHUMA</b>	Nenhum risco à saúde, à integridade física dos usuários, ao meio ambiente ou ao edifício.	1

Fonte: (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014)

Tabela 3. Classificação Tendência (T).

<b>TENDÊNCIA</b>		
<b>Grau</b>	<b>Definição do grau</b>	<b>Nota</b>
<b>TOTAL</b>	Progressão imediata. Vai piorar rapidamente, pode piorar.	10
<b>ALTA</b>	Progressão em curto prazo. Vai piorar em pouco tempo	8
<b>MÉDIA</b>	Progressão em médio prazo. Vai piorar em médio prazo.	6
<b>BAIXA</b>	Provável progressão em longo prazo. Vai demorar a piorar.	3
<b>NENHUMA</b>	Não vai progredir. Não vai piorar, estabilizado.	1

Fonte: (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014)

Tabela 4. Classificação para Urgência (U).

<b>URGÊNCIA</b>		
<b>Grau</b>	<b>Definição do grau</b>	<b>Nota</b>
<b>TOTAL</b>	Incidente em ocorrência, intervenção imediata passível de interdição do imóvel. Prazo para intervenção: Nenhum	10
<b>ALTA</b>	Incidente prestes a ocorrer, intervenção urgente. Prazo para intervenção: Urgente	8
<b>MÉDIA</b>	Incidente previsto para breve, intervenção em curto prazo. Prazo para intervenção: O mais cedo possível	6
<b>BAIXA</b>	Indício de Incidente futuro, intervenção programada. Prazo para intervenção: Pode esperar um pouco	3
<b>NENHUMA</b>	Incidente imprevisto, indicação de acompanhamento e manutenção programada. Prazo para intervenção: Não tem pressa	1

Fonte: (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014)

A nota corresponde ao valor atribuído para cada manifestação patológica de acordo com o grau associado, ou seja, em grau total atribui-se nota 10, alta nota 8, média nota 6, baixa nota 3 e nenhuma nota 1. Assim, atribuída a nota para cada variável da manifestação e realizado o produto desses valores é possível listar os problemas que possuem maior prioridade. Aqueles com maior valor merecem uma atenção especial, pois são os mais graves, urgentes e com tendência de se agravar (Periard, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Manifestações patológicas

Em cada pavimento vistoriado foi realizado um mapeamento para facilitar a identificação dos elementos. Além disso, os elementos avaliados foram divididos em famílias como proposto pela metodologia GDE (2007). Em seguida, as manifestações patológicas identificadas foram apresentadas conforme essa divisão.

Na família de pilares foi somente identificado um elemento, P01, sendo possível notar uma grande exposição das armaduras em processo de corrosão, identificando manchas ao longo das armaduras e deslocamento do concreto devido a expansão das armadura, como pode ser observado na figura 1.



Figura 1. Destacamento do concreto e corrosão das armaduras no elemento P01

Já na família de Lajes, os elementos L01 a L08 foram identificados, conforme a figura 2, e neles destaca-se a constante presença de umidade gerando manchas escuras no elemento L01, destacamento da pintura no elemento L02, formação de estalactites de carbonato de cálcio, devido a eflorescência no elemento L04, pequenas manchas e fisuras nos elementos L05 e L08 e desgaste da impermeabilização no elemento L03. Também nota-se fisuras nos elementos L06 e L07 devido a carregamentos adicionais aplicados por uma antena de telefonia sobre a cobertura.

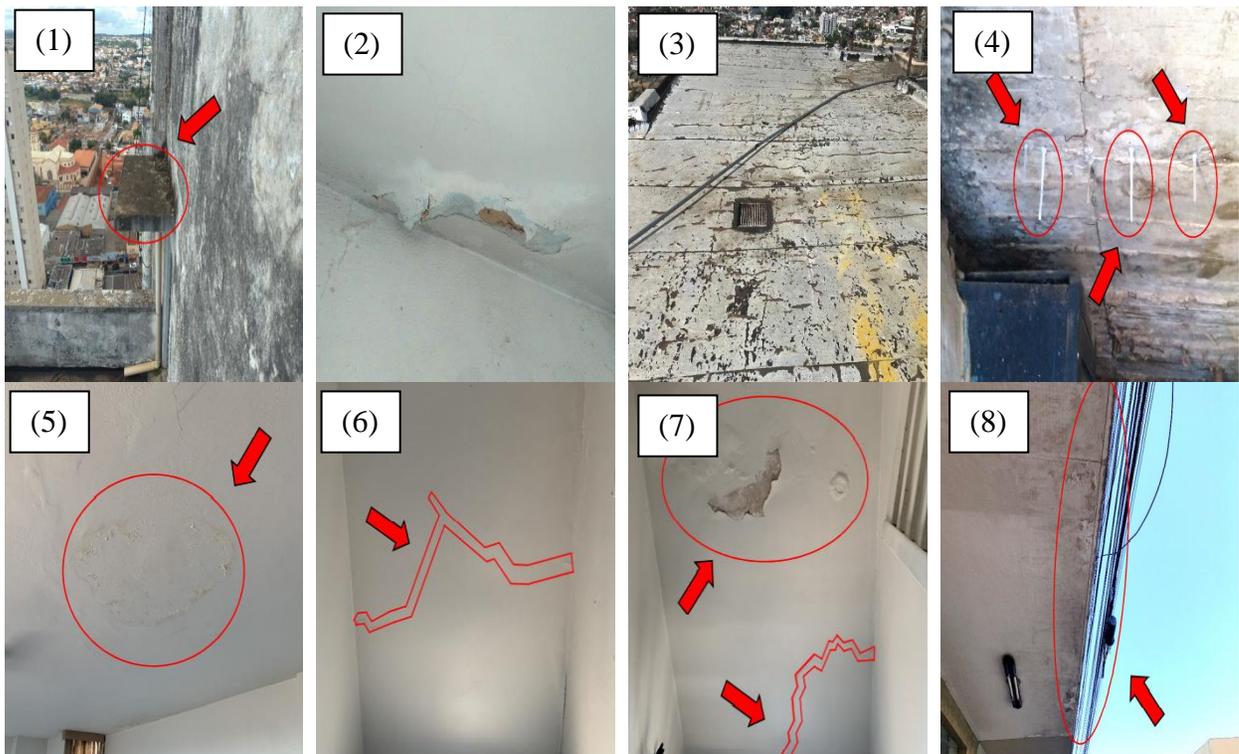


Figura 2. Manifestações patológicas identificadas nas lajes. (1) Manchas escuras no elemento L01. (2) Destacamento da pintura no elemento L02. (3) Desgaste da impermeabilização no elemento L03. (4) Eflorescência com formação de estalactites no elemento L04. (5) Pequenas manchas de umidade no elemento L05. (6) e (7) Fissuras devido carregamento adicional na cobertura, nos elementos L06 e L07. (8) manchas escuras de umidade no elemento L08.

A família do reservatório superior e a família do reservatório inferior apresentaram possíveis falhas em sua impermeabilização, identificadas pelo aspecto característico de manchas claras de eflorescência nos elementos R01 e R02.

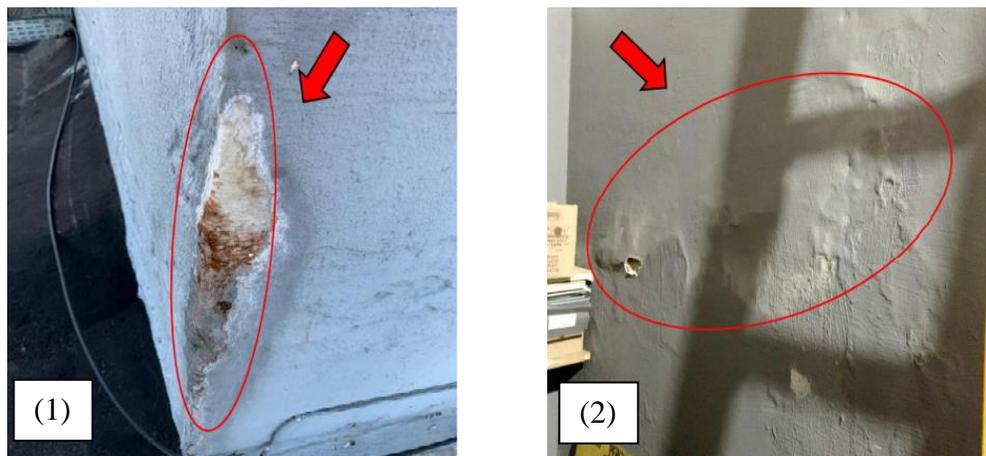


Figura 3. Manchas de eflorescência nos reservatório. (1) R01. (2) R02.

Vale destacar que a família de vigas não apresentou nenhum elemento que demonstrasse o desenvolvimento de manifestações patológicas.

Os elementos da família de escadas e juntas de dilatação foram E01 para a escada e J01 e J02 para as juntas de dilatação, como pode ser observado na figura 4. Nela, nota-se que o elemento E01 apresentou apenas um desgaste no seus degraus devido às intempéries ao longo dos anos e nos elementos J01 e J02, a constante presença de umidade resultou nas manchas escuras identificadas.

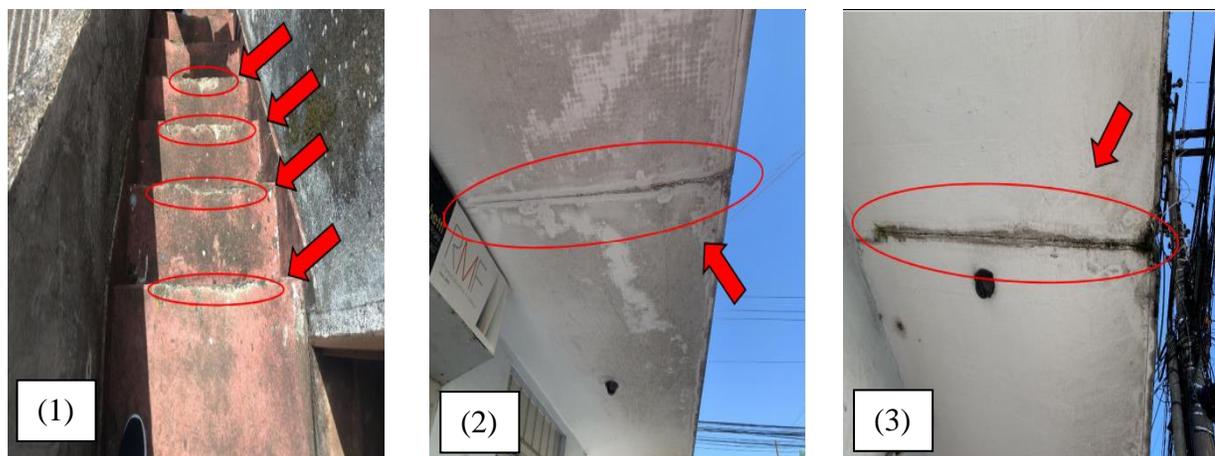


Figura 4. Manchas de eflorescência nos reservatório. (1) Desgaste dos degraus da escada no elemento E01. (2) e (3) Manchas devido a umidade nos elemento J01 e J02.

### 3.2 Aplicação das metodologias e análises dos resultados

Primeiramente, observou-se que a família que possui a maior quantidade de elementos que apresentam manifestações patológicas trata-se da família de lajes, com 57,14% das anomalias identificadas, como é possível observar na figura 5.

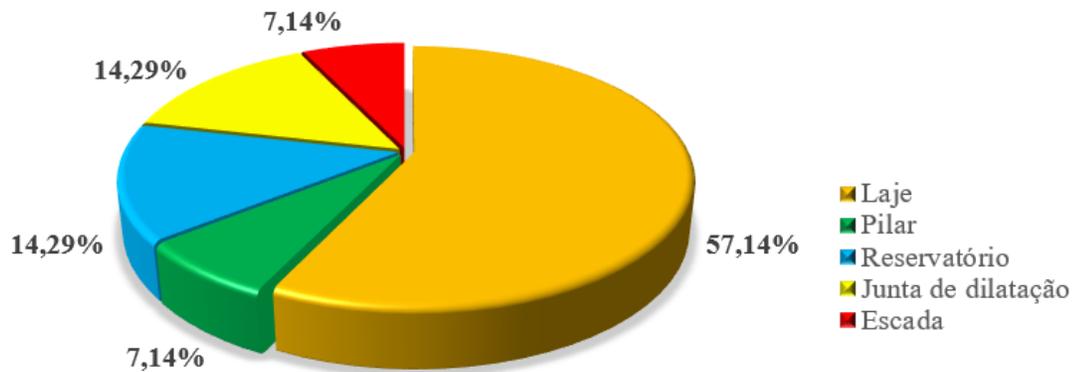


Figura 5. Gráfico da frequência de manifestações patológicas por família de elementos.

Através do mapeamento das manifestações patológicas que acometem o edifício, notou-se que nos 14 elementos estruturais vistoriados, 35,29% das manifestações patológicas são originadas devido a infiltração de umidade como é possível observar na figura 6. Além disso, outras manifestações patológicas como a eflorescência (17,65%) e as manchas escuras (11,76%) também possuem causa semelhante.

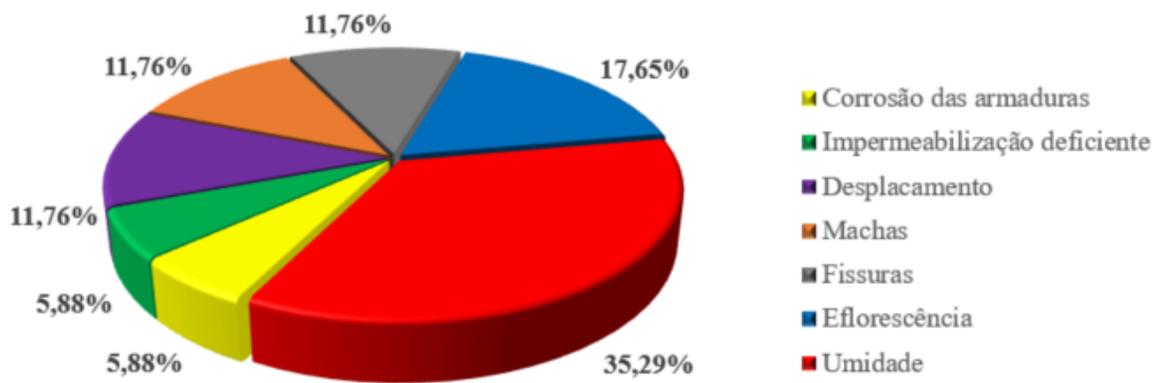


Figura 6. Gráfico da frequência de manifestações patológicas nos elementos.

Em relação a metodologia GDE/UnB (2007) é possível levantar algumas análises com base no modelo de gráfico utilizado por Medeiros et al. (2020). Na família de lajes, o elemento L06 e L07 são os que mais apresentam influência para o cálculo do grau de deterioração da família, como é possível observar na figura 7. Além disso, vale destacar que o elemento L05 não é levado em consideração para o cálculo do  $G_{df}$  por apresentar  $G_{de}$  menor que 15.

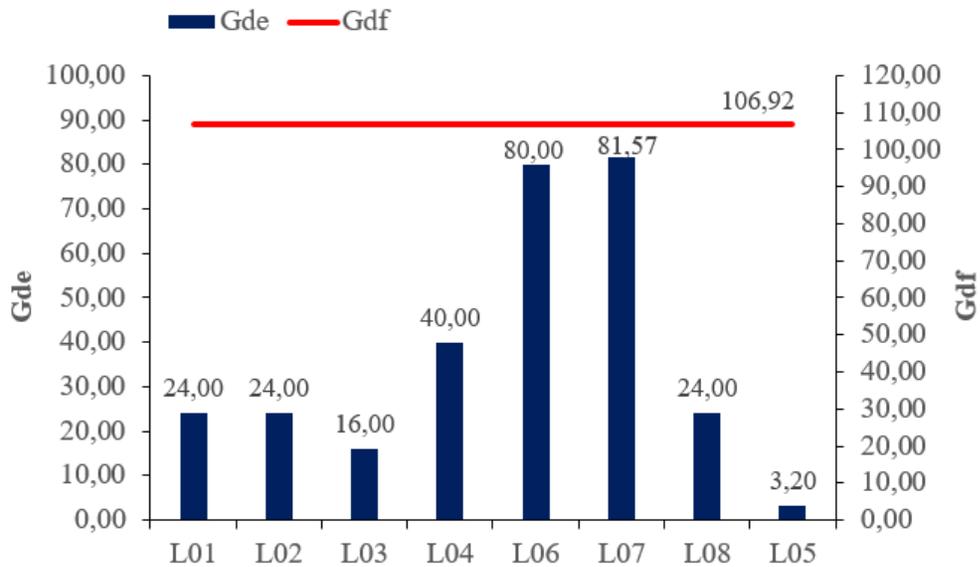


Figura 7. Grau de deterioração das lajes.

As famílias de vigas apresentam grau de deterioração nulo, pois não foi identificado nenhuma manifestação patológica nos elementos que a compõem, na família de escadas, o único elemento identificado apresenta  $G_{de}$  menor que 15. Dessa forma, para ambas foi calculado  $G_{df}$  igual a zero. Quanto as famílias de pilares e reservatórios superior e inferior, observa-se que elas são compostas por apenas um elemento, logo o valor do grau de deterioração da família corresponde ao próprio valor do grau de deterioração do elemento, isso pode ser visto, respectivamente, nas figuras 8, 9 e 10.

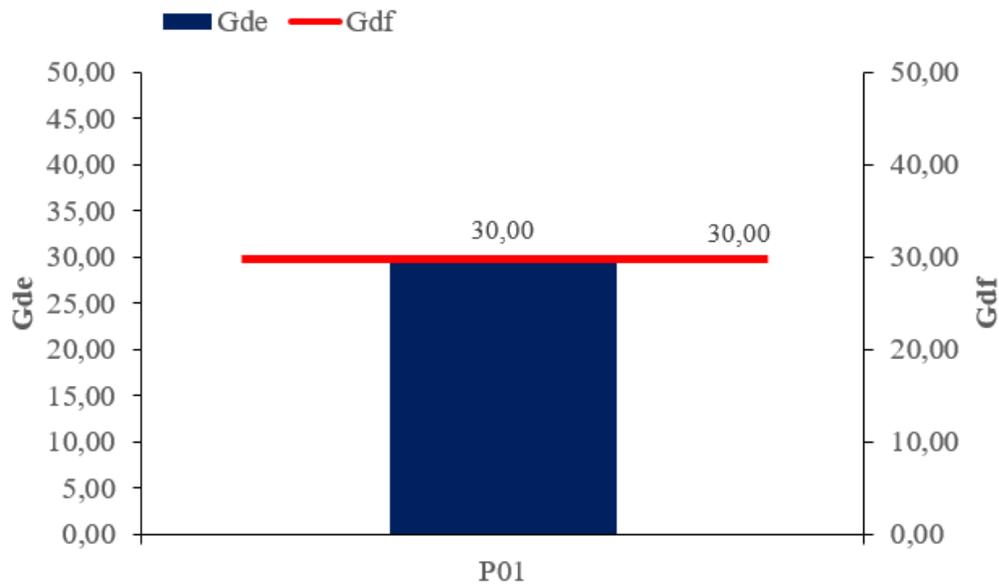


Figura 8. Grau de deterioração dos pilares.

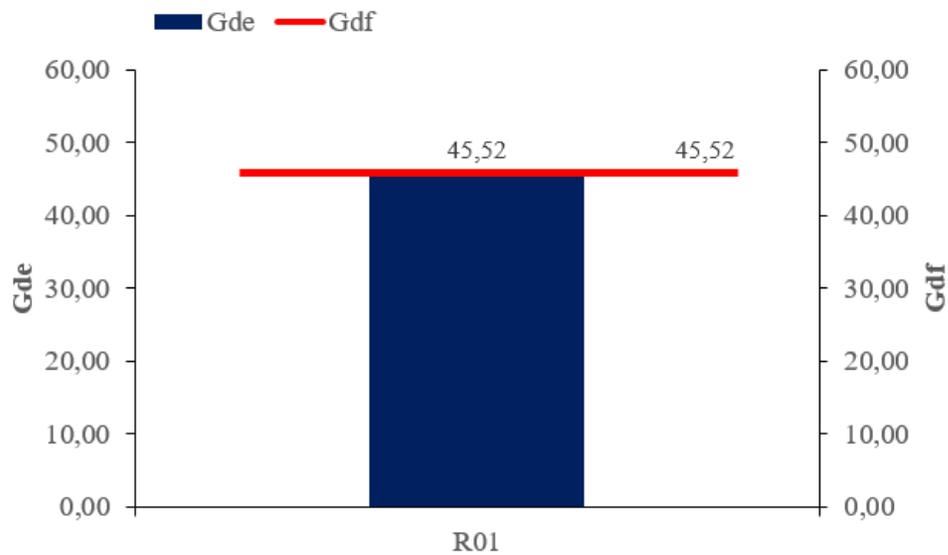


Figura 9. Grau de deterioração do reservatório superior.

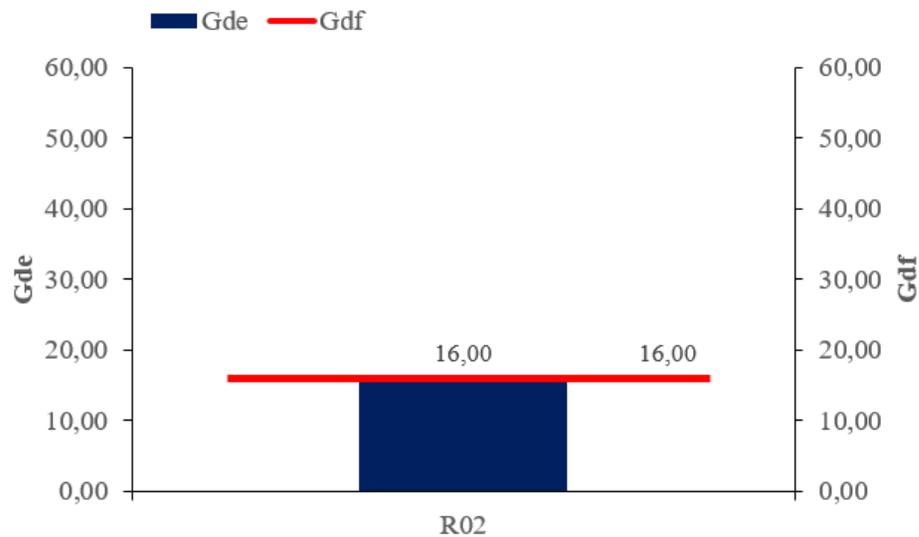


Figura 10. Grau de deterioração do reservatório inferior.

Além disso, nas juntas de dilatação constatou-se a presença de dois elementos que apresentam o mesmo grau de deterioração, porém o grau de deterioração da família é superior ao valor obtido para os elementos individualmente. Dessa forma, pelas formulações matemáticas é possível observar que a influência da repetição de elementos que possuem o mesmo grau de deterioração não representa um aumento tão significativo, uma vez que ela tem como referência o valor máximo, sendo esse valor multiplicado pelo resultado da raiz que envolve o somatório e o valor máximo. A figura 11 mostra o valor de  $G_{df}$  e os valores de  $G_{de}$  de cada elemento.

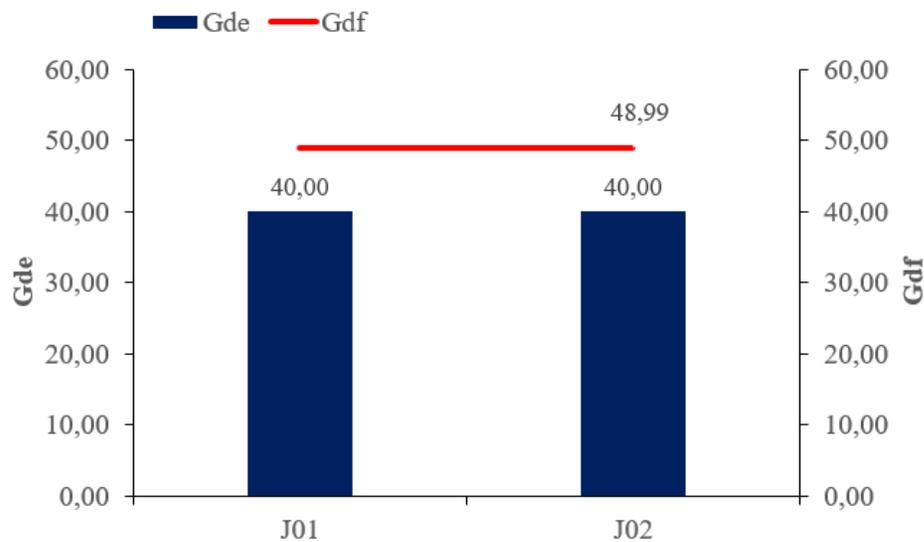


Figura 11. Grau de deterioração das juntas de dilatação.

Dessa forma, ao avaliar o grau de deterioração das famílias e o grau de deterioração da estrutura, nota-se que as lajes são as que representam maior influência para que a estrutura esteja em um nível de deterioração médio, 15 a 50, e por isso necessita de uma intervenção dentro de um prazo máximo de 2 (dois) anos. A figura 12, mostra os valores de  $G_{df}$  de cada família em comparação ao valor global da estrutura,  $G_a$ .

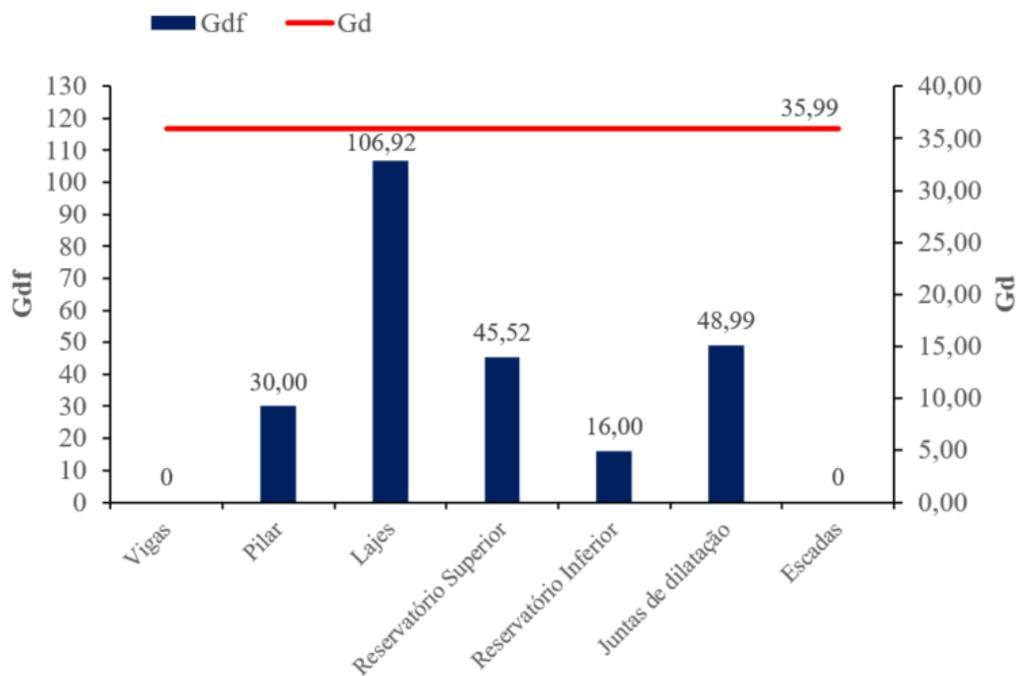


Figura 12. Grau de deterioração da estrutura.

A aplicação das metodologias possibilita definir qual elemento ou manifestação patológica necessita de prioridade dentro do cenário global, o que pode ser determinante para um trabalho assertivo e eficiente. Pela metodologia GDE (2007) é definido que os elementos L07 e L06 necessitam de uma atenção especial, tendo em vista que apresentam um nível de deterioração sofrível e alto, respectivamente, o que implica em uma necessidade de intervenção dentro de um prazo máximo de 6 (seis) meses para o elemento L07 e de 1 ano para o elemento L06. Em

contrapartida, os elementos E02 e L05 apresentam nível de deterioração baixo, necessitando apenas de manutenções preventivas. Os demais elementos estão classificados em um nível de deterioração médio, sendo sugerido intervenções dentro de um prazo máximo de 2 (dois) anos. Além disso, a estrutura apresenta  $G_d$  igual a 35,99, classificando-a em nível médio de deterioração, o que requer um prazo de intervenção máximo de 2 (dois) anos. A listagem de prioridades de manutenção está presente na tabela 5(1).

Tabela 5. Tabela de prioridades de manutenção segundo a metodologia GDE e GUT  
(1) GDE (2) GUT

Elemento	Gde	Nível de deterioração	Prazo de intervenção	Elemento	Manifestação patológica	Nota	Grau
L07	81,57	Sofrível	6 meses	P01	Corrosão das armaduras	384	Médio
L06	80,00	Alto	1 ano	L06	Fissuras	384	Médio
R01	45,52	Médio	2 anos	L07	Fissuras	384	Médio
L04	40,00	Médio	2 anos	P01	Desplacamento do concreto	288	Baixo
J01	40,00	Médio	2 anos	L04	Eflorescência	288	Baixo
J02	40,00	Médio	2 anos	R01	Eflorescência	216	Baixo
P01	30,00	Médio	2 anos	L02	Umidade	108	Baixo
L01	24,00	Médio	2 anos	L07	Umidade	108	Baixo
L02	24,00	Médio	2 anos	L08	Manchas	108	Baixo
L08	24,00	Médio	2 anos	R02	Eflorescência	108	Baixo
L03	16,00	Médio	2 anos	L01	Manchas escuras	54	Nenhum
R02	16,00	Médio	2 anos	L03	Umidade	54	Nenhum
E01	4,80	Baixo	Manutenção preventiva	J01	Umidade	54	Nenhum
L05	3,20	Baixo	Manutenção preventiva	J02	Umidade	54	Nenhum
				L05	Umidade	27	Nenhum
				R01	Impermeabilização deficiente	27	Nenhum
				E01	Desplacamento	27	Nenhum

Pela metodologia GUT (2014), é possível avaliar apenas as manifestações patológicas separadamente. Dessa forma, tendo como base a escala de valores definidos pela metodologia, nas tabelas 2, 3 e 4, onde de 81% a 100% é definido como um grau total, foi considerado que a atribuição de notas 10 para os três parâmetros, ou seja, nota 1000 representa os 100% e em consequência o percentual dos demais valores podem ser facilmente obtidos e assim atribuir uma classificação para as manifestações patológicas. Definido isso, na tabela 5 (2) as manifestações patológicas foram listadas em ordem de prioridade, ou seja, da maior para a menor pontuação. Nota-se que pela metodologia GUT (2014) ocorre uma certa repetição de valores, o que dificulta a determinação de prioridade. Além de que, boa parte das manifestações patológicas encontram-se em um grau baixo ou nenhum, quanto a gravidade, urgência e tendência, divergindo da metodologia GDE (2007). Porém, para ambas as metodologias é possível definir que os elementos L07 e L06 necessitam de prioridade de manutenção.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados, observou-se que a maior parte das manifestações patológicas que ocorre na estrutura do edifício está associada a umidade em certo grau, seja originando eflorescência, manchas ou infiltrações. Dessa forma, mostrando ser um fator recorrente e que deve ser solucionado pois podem comprometer as condições de saúde e segurança dos proprietários.

Devido à idade do edifício, os projetos não se encontram com a administração do condomínio, sendo assim não foi possível ter acesso ao projeto estrutural, o que dificultou a identificação de alguns dos elementos estruturais, como foi o caso das vigas e pilares. Devido a esse fato, as análises se tornaram limitadas somente ao que foi vistoriado. O prédio passou por manutenções pontuais à medida que os problemas foram surgindo ao longo do tempo, o que ameniza, em certa proporção, o efeito do tempo sobre a edificação, sendo que a parte superior da construção é a que mais apresenta degradações devido a sua exposição as intempéries.

Em relação a aplicação das metodologias, foi observado que o uso das duas metodologias é complementar. Porém, como também realizado por Santana et al. (2019), constatou-se que o uso somente da metodologia GUT (2014) seria inviável devido aos resultados repetidos, o que dificulta a análise quanto ao aspecto de determinação da prioridade de manutenção. Além de que, a subjetividade ainda é presente na metodologia GUT (2014), em certa proporção, quando comparada a metodologia GDE (2007), pois a atribuição das notas leva em consideração a percepção do avaliador quanto à conceitos como desconforto, incômodos e outros.

Pela metodologia GDE (2007) foi possível determinar o grau de deterioração de cada elemento e definir a prioridade de manutenção e seu respectivo prazo de intervenção. Além disso, determinou-se que o grau de deterioração da estrutura é igual a 35,99, o que corresponde a um nível médio de deterioração e requer uma intervenção dentro de um prazo máximo de 2 (dois) anos. Comparando os valores do grau de deterioração da família com o valor global nota-se que a família de lajes é determinante para definição do valor obtido para a estrutura como um todo, de onde pode ser identificado que a família de lajes necessita de prioridade.

Pela metodologia GUT (2014) foi possível definir a Gravidade, Urgência e Tendência de cada manifestação patológica presente nos elementos e não de cada elemento em si, sendo possível apenas definir uma prioridade de manutenção, sem definir prazo para que ela seja realizada.

Dessa forma, a aplicação das metodologias, apesar das dificuldades apontadas, se mostra eficiente e importante para tomada de decisões, pois permite uma visão geral dos pontos que necessitam de maior atenção e facilitam o processo posterior de manutenção e recuperação dessas edificações.

Assim, em resumo, as prioridades de manutenção do edifício são as lajes L07 e L06, as quais necessitam de uma investigação aprofundada, para identificar se há a necessidade de reforço para resistir ao carregamento adicional e além da recuperação das suas fissuras com objetivo de não ocorrer o agravamento da situação.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Universidade Estadual de Goiás pelo suporte para desenvolvimento da pesquisa e a síndica Ilda Helena Nunes pela permissão para realização do estudo na estrutura da edificação.

## 6. REFERENCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020), *NBR 16747 – Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento*. Rio de Janeiro, 14p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999), *NBR 5674 - Edificações - Procedimento*. Rio de Janeiro, 6p.
- Bolina, F.; Tutikian, B.; Helene, P. (2019), *Patologia de Estruturas*. São Paulo: Oficina do texto.
- Braga, I. C., Brandão, F. da S., Ribeiro, F. R. C., Diógenes, A. G. (2019). *Application of GUT Matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions*. Revista ALCONPAT, 9(3), 320 - 335. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>
- Fáveri, R.; Silva, A. (2016), *Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: Uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos*. Revista Ordem Pública, v. 9, n. 1, p. 93–107.

- Fonseca, R. A. (2007), *Estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção*. 231p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- Ibape-instituto brasileiro de avaliações e perícias de engenharia (2012), *Norma de Inspeção Predial Nacional*. São Paulo. 18p.
- Junior, R.; Lima, M.; Balestra, C. (2013), *Identificação das principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado pertencentes ao DCTA*. In: Congresso internacional sobre patologia e reabilitação de estruturas, IX, 2013, João Pessoa. Anais..., João Pessoa, 9p.
- Lima, H. J. N., Ribeiro, R. da S., Melo, G. S. S. de A., & Palhares, R. de A. (2019). *Analysis of pathological manifestations of concrete in urban overpasses*. Revista ALCONPAT, 9(2), 247 - 259. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i2.308>
- Souza Lopes, L. (2019). *Patologia da construção em concreto armado e as resoluções dos problemas de manutenção*. Revista Científica da Faculdade de Educação e meio ambiente, 10(1), 23–33. <https://doi.org/10.31072/rcf.v10i1.804>
- Moura, L. G.; Cavalheiros, C. (2019), *Estudo para reabilitação de patologias nas fachadas de uma edificação*. In: congresso latinoamericano de patologia de construcción y congresso de control de calidad em la construcción, XV, XVII, v.2, Tuxtla Gutiérrez. Anais..., Tuxtla Gutiérrez, 2019, 15p.
- Periard, G. (2011), *Matriz GUT- Guia completo, Sobre Administração*, Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 15/07/2020.
- Santana, et al. (2019), *Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado Submetidas a Ação de Incêndio : uma classificação prioritária para sua recuperação*. In: Congresso brasileiro do concreto, 61, 2019, Fortaleza. Anais..., Fortaleza: IBRACON, 17p.
- Medeiros, A. et al. (2020), *Aplicação de metodologias de inspeção em ponte de concreto armado*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 687–702,
- Souza, V., Ripper, T. (2009), *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. 1. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda.
- Tutikian, B., Pacheco, M. (2013), *Boletim Técnico nº 1 – Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil*. Mérida. 17p.
- Verzola, S.; Marchiori, F.; Aragon, J. (2014), *Proposta de lista de verificação para inspeção predial X urgência das manutenções*. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, XV, Maceió. Anais..., Maceió, p. 1226-1235.