



De 17/07/2024 a 20/07/2024  
Fortaleza, Ceará.  
DOI: 10.5281/zenodo.12785700

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

## ANÁLISE DE RISCO NA INSPEÇÃO PREDIAL COM USO DA MATRIZ GUT COMO FERRAMENTA NA TOMADA DE DECISÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO DE USO ESCOLAR

Marcos Aurélio da Costa Lima<sup>1\*</sup>, Marcela Tavares de Araújo Silva<sup>2</sup>; Ronaldo Faustino da Silva<sup>3</sup>; Arnaldo Manoel Pereira Carneiro<sup>4</sup>

\*Autor de contato: macl@discente.ifpe.edu.br

<sup>1,3</sup> Departamento de engenharia civil, Instituto Federal de Pernambuco - IFPE, Recife, Brasil

<sup>2,4</sup> Departamento de engenharia civil, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Brasil

### RESUMO

A inspeção predial é uma ferramenta essencial para o monitoramento das edificações, na elaboração do laudo técnico, que funciona como guia para ação por parte dos gestores de imóveis, é importante classificar as prioridades para a fase de recuperação ou reabilitação. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia para tomada de decisão, baseada em prioridades, aplicada um edifício escolar com mais de 40 anos, localizado na cidade do Recife, através da utilização de uma matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para a classificação das manifestações patológicas encontradas no sistema estrutural. Foram realizados ensaios não destrutivos: esclerometria, profundidade de carbonatação, presença de cloretos e inspeção visual. Os resultados foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA). Conclui-se que os elementos estruturais voltados para a fachada sudeste, onde há uma maior incidência de chuvas e presença de umidade, apresentavam-se com maior grau de degradação, tendo também uma maior pontuação na matriz, necessitando de uma ação mais emergencial. Esta metodologia apresentou-se eficaz na tomada de decisão, pois apresenta através de uma escala, quais as prioridades na ação de recuperação dos imóveis por parte dos gestores.

*Palavras-chave: Prioridades. Ensaios não destrutivos. Gestão de imóveis.*

### ABSTRACT

Building inspection is an essential tool for monitoring buildings. When preparing the technical report, which acts as a guide for action by property managers, it is important to classify priorities for the recovery or rehabilitation phase. This work aims to present a methodology for decision-making, based on priorities, applied to a school building over 40 years old, located in the city of Recife, through the use of a GUT matrix (Severity, Urgency and Trend) for classification of the pathological manifestations found in the structural system. Non-destructive tests were carried out: sclerometry, carbonation depth, presence of chlorides and visual inspection. The results were statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA). It is concluded that the structural elements facing the southeast facade, where there is a greater incidence of rain and presence of humidity, presented a greater degree of degradation, also having a higher score in the matrix, requiring more emergency action. This methodology proved to be effective in decision-making, as it presents, through a scale, the priorities in property recovery action by managers.

*Keywords: Priorities; Non-destructives test; Property management.*

## 1. INTRODUÇÃO

A inspeção predial é uma ferramenta de grande utilidade no monitoramento das edificações, através dela é possível identificar as manifestações patológicas, diagnosticar e recomendar tratamentos. Em 2020 a norma NBR 16747 – Inspeção Predial (ABNT, 2020) foi reformulada e apresenta os requisitos necessários para a execução da inspeção e emissão do laudo técnico. No estado de Pernambuco já em vigor deste 2006 a Lei nº 13.032 (PERNANBUCO, 2006) dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas, em edifícios de apartamentos e salas comerciais, no âmbito do Estado de Pernambuco. Estas legislações têm por objetivo o monitoramento das edificações afim de evitar tragédias e garantir a segurança dos usuários.

Neste sentido é mister ressaltar a importância de realizar inspeções periódicas, principalmente em imóveis mais antigos, para que através do diagnóstico, sejam realizadas as recuperações necessárias. Mas também, para que antes de chegar no estágio de recuperações, seja desenvolvido o plano de manutenção, onde essas manutenções são importantes tanto por razões funcionais, quanto por razões econômicas, ao evitar custos não programados e prolongar a sua vida útil (CAVALCANTE e SANTANA, 2020).

No caso de imóveis públicos devido a carência de corpo técnico qualificado e escassez de recursos financeiros, principalmente nas administrações municipais, as manutenções desses imóveis acabam sendo negligenciadas (MAGALHÃES FILHO, 2006). Outro ponto importante é a tomada de decisão em relação as prioridades, quais imóveis deverão ser primeiro recuperados? Quais irregularidades são mais graves dentro do mesmo imóvel?

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia que usa a ferramenta matriz GUT na tomada de decisão por parte dos gestores de imóveis públicos, tendo como classificações as prioridades baseadas na gravidade, urgência e tendência resultantes da inspeção predial. Para tanto foi realizado um estudo de caso em um edifício com mais de 40 anos, localizado na cidade do Recife e de uso escolar pertencente ao Governo Federal do Brasil.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A inspeção predial

A inspeção predial baseia-se na avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus subsistemas construtivos, de forma sistêmica e podendo ser predominantemente sensorial, conforme nível estabelecido pelo profissional. Segundo IBAPE (2012) a inspeção pode ter 3 níveis: nível 1, 2 ou 3, o primeiro mais simples e o terceiro mais complexo abrangendo outras especialidades para o desenvolvimento do trabalho.

A inspeção consiste na avaliação da edificação quanto à sua capacidade de atender às suas funções segundo os requisitos dos usuários, com registro das anomalias, falhas de manutenção, uso e operação. Com a finalidade de monitorar as estruturas para garantir sua integridade e vida útil, as inspeções devem ocorrer de forma periódica por profissional habilitado (FONSECA *et al.*, 2021). Teixeira *et al.* (2022) destacam a importância de garantir a conservação da edificação para que ela desempenhe corretamente a função para a qual foi projetada. Dentre as manifestações patológicas mais comuns nas estruturas de concreto estão a corrosão das armaduras, fissuras, concreto segregado e desgaste superficial do concreto (SILVA *et al.*, 2022).

## 2. 2 Ensaios não destrutivos

De forma a complementar a inspeção visual e para um diagnóstico mais preciso, dispõe-se de ensaios não destrutivos que permitem avaliar a saúde do concreto, trazendo parâmetros que contribuem para um tratamento mais eficaz e coerente com a realidade de cada caso. Dentre os ensaios disponíveis na literatura, destacam-se alguns devido a facilidade de execução e acesso aos equipamentos: profundidade de carbonatação, método colorimétrico com aspersão de nitrato de prata e medição de dureza superficial do concreto.

O **ensaio de profundidade de carbonatação** consiste na aspersão de solução de fenolftaleína a concentração de 1% na superfície fratura do concreto, tem como objetivo avaliar o pH do concreto e medir a profundidade de carbonatação. Quando o pH é básico ( $9,3 < \text{pH} < 10,5$ ) a reação resulta em cor vermelho-carmim (não há carbonatação a armadura está protegida),  $\text{pH} < 8,2$  a região fica incolor indicando a carbonatação do concreto (a armadura está desprotegida ou iniciou a corrosão). No Brasil não existe norma técnica para execução deste ensaio, sendo utilizada a norma europeia RILEM CPC-18 (RILEM, 1988).

O **método colorimétrico empregando  $\text{AgNO}_3$  (nitrato de prata)** consiste em um método qualitativo para identificar a presença de cloretos livres em materiais com base cimentícia. Onde há presença de cloretos livres ocorre a formação de um precipitado branco de cloreto de prata. Na região sem cloretos ou com cloretos combinados, há formação de um precipitado marrom, o óxido de prata. Esse ensaio é importante pois a existência de cloretos livres poderá ocasionar a despassivação das armaduras dando início ao processo de corrosão. Real *et al.* (2015) analisaram vários trabalhos sobre a aplicação do método e concluíram que vários fatores podem afetar os resultados como por exemplo o tipo de cimento e a presença de carbonatação.

Já o ensaio conhecido como **Esclerometria** é realizado de acordo com a NBR 7584:2012 – Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – método de ensaio (ABNT, 2012) e tem por objetivo avaliar a dureza superficial do concreto fornecendo parâmetros para avaliar sua qualidade e obtendo através de correlação a resistência à compressão estimada. Bueno *et al.* (2023) utilizaram a técnica em tipos diferentes de concretos e concluíram que os resultados são mais precisos para concretos convencionais quando comparados com concretos leves e de alto desempenho. Mello e Bremer (2022) aplicaram a técnica em alvenarias antigas de prédios históricos e obtiveram bons resultados.

## 2. 3 Matriz GUT

A matriz de Priorização de GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) foi proposta por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, em 1981, essa ferramenta é usada para definir prioridades (BRASIL, 2015). Inicialmente pensada para o setor de qualidade, pôde ser amplamente aplicada em outras áreas, pois tem como objetivo priorizar ações levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno.

Lopes, Gurgatz e Albertin (2022) utilizaram a matriz GUT em uma edificação residencial para definir as prioridades na recuperação da mesma. Santos (2023) aplicou a matriz GUT para elencar as manifestações patológicas em uma edificação de uso unifamiliar. Há aplicações da matriz GUT em diferentes sistemas do edifício, Oliveira *et al.* (2018) utilizaram para sistemas prediais e hidráulicos obtendo êxito em sua aplicação. Já Braga *et al.* (2019) aplicaram o método em edificações históricas que contribuíram para preservação e segurança do patrimônio histórico.

Coutinho *et al.* (2021) aplicaram a matriz GUT nas manifestações patológicas em obras de interesse social de paredes de concreto.

No presente trabalho cada elemento estrutural foi analisado e realizada sua pontuação conforme Figura 1 abaixo, a pontuação é realizada pela multiplicação de cada coluna, onde G= 1, U=1 e T=1 resulta na pontuação mínima de 1 ponto, já a pontuação máxima ocorre quando G=5, U=5 e T=5 resultando em 125 pontos, sendo portando a situação mais crítica.

Figura 1 – Matriz de pontuação GUT

| CORES | G                      | U   | T                            |
|-------|------------------------|---|------------------------------|
|       | Gravidade              | Urgência                                  | Tendência                    |
| 1     | 1 = Sem Gravidade      | 1 = Pode esperar                          | 1 = Não irá mudar            |
| 2     | 2 = Pouco Grave        | 2 = Pouco urgente curto prazo             | 2 = Irá piorar a longo prazo |
| 3     | 3 = Grave              | 3 = Urgente, merece atenção a curto prazo | 3 = Irá piorar a médio prazo |
| 4     | 4 = Muito Grave        | 4 = Muito urgente                         | 4 = Irá piorar a curto prazo |
| 5     | 5 = extremamente grave | 5 = Necessita de atenção imediata         | 5 = Irá piorar rapidamente   |

Fonte: Os autores

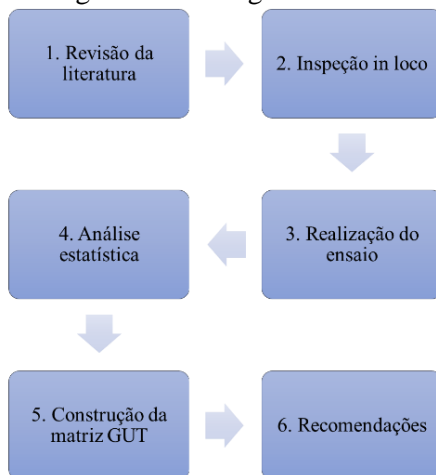
### 3. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado uma revisão da literatura para conhecimento de como aplicar a metodologia da matriz GUT no caso de estruturas de concreto, posteriormente foi realizada uma inspeção in loco para verificar quais pontos seriam realizados os ensaios conforme NBR 16747 (ABNT, 2020). Os pontos foram escolhidos de forma aleatória para que houvesse representatividade dos elementos estruturais com diferentes condições de exposição, resultando num total de 15 (quinze) janelas de inspeção.

Com os pontos definidos foram abertas as janelas de inspeções para execução do ensaio de profundidade de carbonatação realizado de acordo com a RILEM CPC18 (RILEM, 1988), com uso de fenolftaleína com concentração de 1%; também o ensaio para detecção de presença de cloretos com aspersão de solução aquosa de AgNO<sub>3</sub> (nitrato de prata) com concentração de 0,1 mol, conforme Real *et al.* (2015). No mesmo elemento, porém em ponto diferente, foi realizado o ensaio de esclerometria de acordo com a NBR 7584 (2012) com o aparelho digital da marca Controls modelo 58-C0181/DGT. Os resultados dos ensaios foram analisados estaticamente através da análise de variância (ANOVA) no software Jamovi, para que desta forma seja montada a matriz GUT com a ordem de prioridades. Finalmente realizada a ficha catalográfica com as recomendações de tratamento para cada elemento inspecionado. Neste momento também foram classificadas quanto ao grau de risco, causas e origens das manifestações patológicas conforme a norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012).

O Figura 2 abaixo representa a sequência de atividades:

Figura 2 – Fluxograma de trabalho



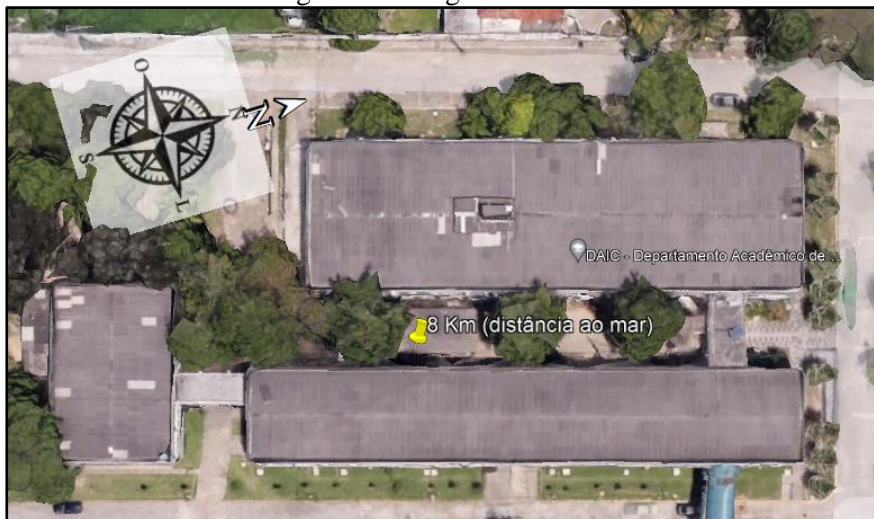
Fonte: Os autores

### 3.1 Estudo de caso

#### 3.1.1 Caracterização do objeto de estudo

O imóvel inspecionado apresenta tipologia e uso escolar pertencente ao Governo Federal do Brasil, apresenta padrão mediano de acabamento, dois pavimentos no prédio principal e pavimento térreo no prédio em anexo. O prédio principal é formado por salas de aulas e laboratórios, já o anexo funciona a parte administrativa da escola, com área total de 4.418,77 m<sup>2</sup>. Trata-se de imóvel construído com afastamentos em relação aos limites do lote, com estrutura de concreto armado (sapatas, pilares, vigas e laje pré-moldada). Piso predominante em granilite, paredes em alvenaria revestidas internamente em cerâmica, revestimento externo cerâmico e pastilha de porcelana. As esquadrias (janelas) são predominantemente em perfis de alumínio e folhas de vidro, já as portas em madeira com revestimento. O teto predominantemente de laje em concreto pintada e emassada. Não há registros do habite-se do imóvel, mas é sabido que funciona há cerca de 40 anos.

Figura 3 – Imagem do imóvel

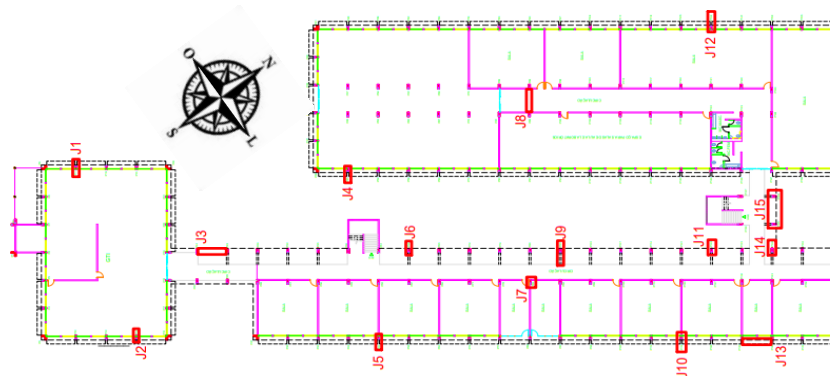


Fonte: Autores

### 3.1. 2 Inspeção no objeto de estudo

A inspeção foi realizada conforme metodologias da Norma de Inspeção predial NBR 16747 (ABNT, 2020) e da Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), foi enquadrada como nível I. A vistoria foi realizada em outubro de 2023. Os pontos para abertura das janelas de inspeções foram escolhidos conforme descrito na metodologia e o croqui com a localização dos mesmos segue abaixo na Figura 4:

Figura 4 – Imagem do imóvel



Fonte: Autores

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Manifestações patológicas

Durante a inspeção predial verificou-se que as principais manifestações patológicas existentes nos elementos estruturais foram a presença de umidade, corrosão das armaduras, fissuras e nichos de concretagem. Com a análise visual foi possível perceber que estas manifestações se concentraram na base dos pilares, e sua ocorrência se deu principalmente nesta região, pelo acúmulo de água devido ausência de drenagem no local, e ao cobrimento das armaduras, que de forma geral encontrava-se menor do que especificado nas normas atuais, para a localização do imóvel de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2023) classe de agressividade II o cobrimento seria de 30 mm para pilares, detectou-se cobrimentos entre 10 e 25 mm. Detalhe na Figura 5 da medição da umidade da região com o medidor de umidade:

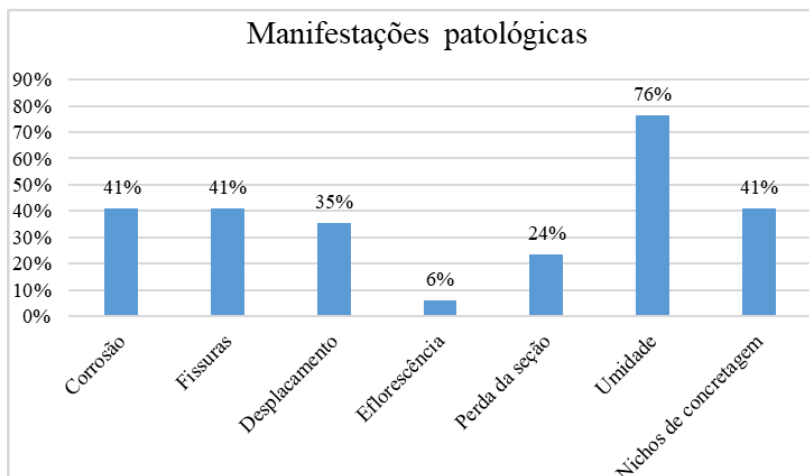
Figura 5 – Presença de umidade na base dos pilares



Fonte: Os autores

A Figura 6 apresenta as manifestações encontradas e os percentuais em relação ao total.

Figura 6 – Manifestações patológicas encontradas



Fonte: Os autores

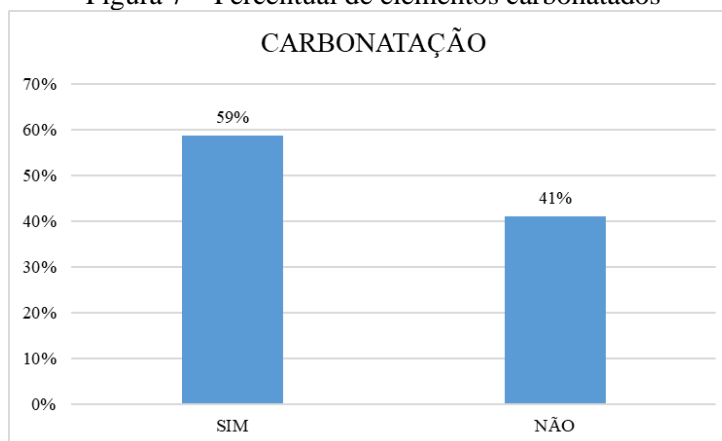
#### 4. 2 Ensaio colorimétrico com nitrato de prata

Em todas as janelas abertas para inspeção foi realizada a aspersão de nitrato de prata com o objetivo de detectar a presença de cloretos livres, em nenhum dos elementos inspecionados houve a reação indicativa da presença de cloretos, fato já esperado devido a classe de agressividade do local conforme NBR 6118 (ABNT, 2023) classificada como classe II.

#### 4. 3 Profundidade de carbonatação

O ensaio de profundidade de carbonatação foi realizado em todos os elementos, a maior parte apresentou carbonatação na parte inferior dos pilares devido principalmente a região úmida e ao cobrimento insuficiente, a profundidade de carbonatação variou de 3 a 1,5 cm. A Figura 7 representa o percentual de elementos carbonatados (59%).

Figura 7 – Percentual de elementos carbonatados



Fonte: Os autores

#### 4. 4 Esclerometria

O ensaio de esclerometria foi realizado em 14 elementos, os resultados do I.E (índice esclerométrico) e da resistência à compressão estimada, encontram-se na Tabela 1, de forma geral a resistência encontrada está dentro do padrão esperado para a classe de agressividade do local, que segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023) classifica-se com classe II e com resistência  $\geq C25$ .

Tabela 1 – Resultado da esclerometria

| Janela | Elemento | I.E<br>(índice) | Resistência<br>estimada<br>(MPa) | Posição<br>(fachada) |
|--------|----------|-----------------|----------------------------------|----------------------|
| J1     | P11      | 50,26           | 57,57                            | Noroeste             |
| J2     | P14      | 53,72           | 64,12                            | Sudeste              |
| J3     | V01      | 52,10           | 61,05                            | Noroeste             |
| J4     | P45      | 53,95           | 64,53                            | Sudeste              |
| J5     | P49      | 51,91           | 60,68                            | Sudeste              |
| J6     | P58      | 51,91           | 60,68                            | Noroeste             |
| J7     | P85      | 50,32           | 57,69                            | Noroeste             |
| J8     | V3       | 52,42           | 61,65                            | Noroeste             |
| J9     | V2       | 46,32           | 50,22                            | Noroeste             |
| J9-2   | P93      | 50,32           | 57,70                            | Noroeste             |
| J10    | P119     | 47,69           | 52,79                            | Sudeste              |
| J11    | P128     | 51,15           | 59,24                            | Noroeste             |
| J12    | P132     | 53,00           | 62,76                            | Noroeste             |
| J13    | MARQUISE | 49,47           | 56,04                            | Sudeste              |

Fonte: Os autores

Percebe-se da Tabela 1 que os valores estimados da resistência à compressão dos elementos ensaiados pela esclerometria estão bem acima da classe especificada para a região, item que será esclarecido posteriormente com a realização de outros ensaios não destrutivos que correlacionem os resultados com a resistência à compressão, avaliando conjuntamente as técnicas. Um ponto importante que pode ter ocasionado os resultados é carbonatação do concreto conforme item 4.3. Durante a inspeção percebeu-se que os elementos voltados para a fachada Sudeste se encontravam com maior grau de deterioração devido sua posição geográfica e a ausência de revestimento das calçadas nessa região, que contribuíram para o processo de corrosão na base dos pilares. Diante deste cenário foi realizada uma análise estatística das duas amostras: Fachada Noroeste e Fachada Sudeste, para verificar se a média das resistências à compressão são iguais ou diferentes através da ANOVA, a Tabela 2 e 3 apresentam os resultados.

Tabela 2 – ANOVA da resistência estimada

| ANOVA a um fator           |       |      |      |       |
|----------------------------|-------|------|------|-------|
|                            | F     | gl 1 | gl 2 | p     |
| Resistência estimada (MPa) | 0.120 | 1    | 6.40 | 0.740 |

Fonte: Os autores

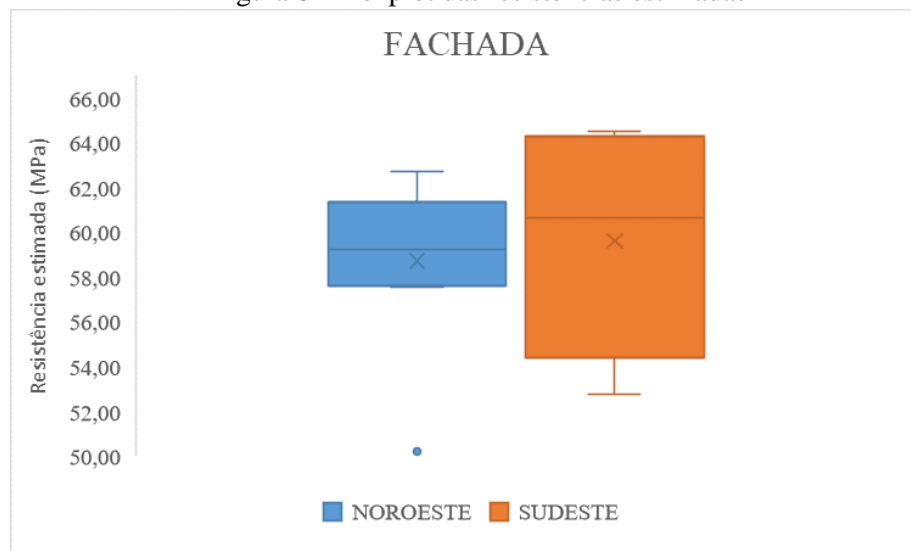
Tabela 3 – Análise descritiva da resistência estimada

| Descritivas de grupo          |          |   |       |               |             |
|-------------------------------|----------|---|-------|---------------|-------------|
| Resistência<br>estimada (MPa) | Fachada  | N | Média | Desvio-padrão | Erro-padrão |
|                               | Noroeste | 9 | 58.7  | 3.71          | 1.24        |
|                               | Sudeste  | 5 | 59.6  | 5.12          | 2.29        |

Fonte: Os autores

O resultado do p-value indica que não há diferença estatística na média da resistência à compressão das duas posições testadas. Para melhor entendimento do comportamento foi analisado o boxplot das duas amostras conforme Figura 8.

Figura 8 – Boxplot das resistências estimadas



Fonte: Os autores

Percebe-se que a resistência estimada para os elementos da fachada Noroeste foi menor do que a da fachada Sudeste, porém esta última apresentou maior variação dos dados e um desvio padrão também maior, devido a degradação dos seus elementos. Porém estatisticamente são consideradas iguais as médias de resistência à compressão.

#### 4. 5 Matriz GUT

Diante dos resultados encontrados e da inspeção visualizada *in loco* foi montada a matriz GUT dando prioridade para os elementos que se apresentaram maior grau de degradação, neste caso os elementos voltados para a fachada Sudeste apresentaram-se com a necessidade de recuperação imediata. A Figura 9 apresenta o resultado da matriz GUT.

Figura 9 – Matriz GUT

| Elemento  | Grau de Risco | Janelas                                      | G | U | T | Pontos | Posição | Prioridade | Prazo   |
|---|---------------|--|---|---|---|--------|---------|------------|---------|
| P145 E P146                                       | Crítico       | J15  | 4 | 4 | 4 | 64     | 1°      | 1          | 30 dias |
| P11, P14, P49, P119 e M1                          | Regular       | J1, J2, J5, J10 e J13                        | 3 | 3 | 3 | 27     | 2°      | 2          | 60 dias |
| V1, P45, P58, P85, V3, V2, P93, P128, P132 e P144 | Mínimo        | J3, J4, J6, J7, J8, J9, J9-2, J11, J12 e J14 | 3 | 2 | 2 | 12     | 3°      | 3          | 90 dias |

Fonte: Os autores

#### 4. 6 Recomendações (fichas técnicas)



A última etapa do processo de diagnóstico é a construção das fichas técnicas para cada elemento inspecionado, com a classificação do grau de prioridades, as causas e origens das manifestações e por último as recomendações de soluções para as irregularidades encontradas. De modo geral as recomendações passam pela construção de uma calçada no entorno do imóvel para evitar o acúmulo

de água, que conseqüentemente gera um ambiente úmido propício a carbonatação e em seguida corrosão das armaduras, recomendando-se também a recuperação dos elementos estruturais danificados com a substituição das barras e recomposição do concreto. A Figura 10 apresenta a ficha do elemento P11 inspecionado na janela J1.

Figura 10 – Ficha técnica

|        |     |            |        |           |       |           |          |        |         |
|--------|-----|------------|--------|-----------|-------|-----------|----------|--------|---------|
| Janela | J 1 | Pavimento: | TÉRREO | Ambiente: | ANEXO | Elemento: | PILAR 11 | Ficha: | 15 / 42 |
|--------|-----|------------|--------|-----------|-------|-----------|----------|--------|---------|

|                           |  |        |                                   |                                |   |
|---------------------------|--|--------|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| Manifestações patológicas | Corrosão das armaduras   | Sim    | Resultado da inspeção             | Esclerometria (Mpa)            | 57,57   |
|                           | Fissuras no concreto   | Sim    |                                   | Carbonatação                   | Sim   |
|                           | Deslocamento do concreto   | Sim    |                                   | Cloretos                       | Não   |
|                           | Eflorescência  | Sim    |                                   | Cobrimento (cm)                | 2,5   |
|                           | Perda de seção do aço  | Sim    |                                   | Ø Bitola principal (mm)        | 12  |
|                           | Umidade  | Sim    |                                   | Aparência do concreto          | Ruim  |
|                           | Nichos de concretagem  | Sim    |                                   | Espessura do revestimento (cm) | 2,5   |
|                           |  |        |                                   |                                |   |
| Anomalias                 | Endógena   | Origem | Projeto e execução                | Situação                       | Até a altura de 80 cm, o concreto encontra-se com as manifestações listadas acima devido a umidade existente e cobrimento inadequado. |
| Falhas                    | -  | Causa  | Cobrimento insuficiente e umidade | Mecanismo                      | Carbonatação do concreto  |
| Recomendações             | Eliminação de jardineira no perímetro do prédio, construção de uma calçada com inclinação suficiente para evitar acúmulo de água, recuperação estrutural do elemento até a altura de 80 cm e aplicação de revestimento com película protetora. Nos casos de carbonatação do concreto, avaliar a necessidade de realcalinização do concreto remanescente ou recomposição do mesmo e submissão do laudo a um projetista estrutural para avaliar a necessidade de projeto de recuperação ou reforço estrutural. |        |                                   |                                |   |

Fonte: Os autores

## 5. CONCLUSÕES

Diante das técnicas de inspeção predial utilizadas neste trabalho foi possível identificar as principais manifestações patológicas existentes no imóvel objeto do estudo. Destacando-se: presença de umidade (71%), nichos de concretagem, fissuras e corrosão das armaduras (41% cada). Em relação aos ensaios não-destrutivos foram indispensáveis para análise mais apurada, não sendo detectada a presença de cloretos livres nos elementos inspecionados, fenômeno esperado devido a

distância do imóvel em relação ao mar de aproximadamente 8 Km. Em 59% dos elementos foi detectada a carbonatação do concreto com diferentes profundidades, sendo que algumas já atingindo a armadura. Cenário que corrobora com a inspeção visual, onde foi detectada presença de umidade devido ausência de drenagem no entorno do imóvel, para captação das águas de chuva e também ao cobrimento em desacordo com as normas atuais, principalmente na fachada sudeste. Já o ensaio de esclerometria apresentou uma resistência à compressão estimada relativamente alta em relação ao mínimo exigido pelas normas atuais, sendo que, a média dos elementos voltados para a fachada sudeste apresentou-se com maior variação de acordo com a análise estatística.

Diante de todo cenário foi montada a matriz GUT (Gravidade, urgência e tendência) para a classificação das prioridades, quando na recuperação dos elementos estruturais. Os elementos estruturais foram divididos em 3 grupos para priorização das ações, o primeiro grupo com a ação imediata (prioridade 1), o segundo grupo regular (prioridade 2) e o terceiro grupo mínimo (prioridade 3), sendo importante essa hierarquização para orientar a tomada de decisão dos gestores de imóveis, principalmente em se tratando dos imóveis públicos que apresentam recursos financeiros mais escassos. Como última etapa foram elaboradas as fichas técnicas de cada elemento, incluindo as causas e origens das manifestações patológicas, recomendações técnicas e a prioridade. A aplicação da metodologia GUT na priorização de ações se mostra uma ferramenta eficaz para a inspeção predial para orientar a tomada de decisão dos gestores de imóveis.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7584: **Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16747: **Inspeção Predial**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estrutura de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2023.

BRAGA, Isaiás Carlos et al. **Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em construções históricas**. Revista ALCONPAT, v.9, n.3. pag 320-335, 2019.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Como funciona a matriz GUT?** 15 de nov. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/portal-da-estrategia/artigos-gestao-estrategica/como-funciona-a-matriz-gut#:~:text=Matriz%20de%20Prioriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20GUT,as%20diversas%20alternativas%20de%20a%C3%A7%C3%A3o>.

BUENO, Charles Nicholas Moura et al. **Análise do ensaio de esclerometria de reflexão em concretos de diferentes tipos**. Revista de Ciencia Tecnología e Innovación, v. 4, n. 2, p. 9-19, 2023.

CAVALCANTE, Guilherme Fagner Sales; SANTANA, Carlos Lima de. Diagnóstico das falhas e anomalias no ciclo de vida de uma edificação. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 18, 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ENTAC, 2020.

COUTINHO, Felipe Dias de Abreu et al. **Pathological Manifestations in cast-in-place Concrete Walls Systems – Case study in Affordable Housing**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 7, n. 4, p. 12950-01-17e, 2021.

IBAPE. Instituto Brasileiro de Avaliações e perícias de engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

FONSECA, Felipe Borges et al. **Ensaio não destrutivo para avaliação da rigidez em elementos de concreto armado**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 20009-20018, 2021.

LOPES, Isadora de França. GURGATZ, Jessica Fernandes. ALBERTINI, Ricardo Massulo. **Inspeção predial: um estudo de caso**. Journal of Exact Sciences – JES, Vol.32, n.2, p.05-10 (Jan-Mar 2022).

MAGALHÃES FILHO, José Cordeiro de. **Planejamento estratégico municipal: uma perspectiva voltada para construção e manutenção de bens imóveis públicos**. 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Gestão e Pública p/ o Desenvolvimento do Nordeste, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

MELLO, Gláucia Nolasco de Almeida; BREMER, Cynara Fiedler. **Utilização da esclerometria para a determinação da resistência de alvenarias antigas**. Conjecturas, v. 22, n. 11, p. 224-237, 2022.

OLIVEIRA, Karolinny Machado de et al. Utilização de matriz GUT na priorização de manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulicos e sanitários. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*, 2018. **Anais [...]**. Maceió, 2018.

PERNAMBUCO. **Lei nº 13.032, de 14 de junho de 2006**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas, em edifícios de apartamentos e salas comerciais, no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Assembleia Legislativa de Pernambuco. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=13032&complemento=0&ano=2006&tipo=&url=>. Acesso em: 23 de fev. 2024.

REAL, L. V. et al. **Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto: estado del arte**. Revista Alconpat, v. 5, n. 2, p. 151-161, 2015.

RILEM CPC-18 (RILEM). **Measurement of hardened concrete carbonation depth**. Materials and Structures, p. 453-455, 1988.

SANTOS, Maria Gabriella dos. **Análise de Manifestações Patológicas pelo Método GUT em Edificação Residencial Unifamiliar - Estudo de Caso**. 2023. Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Civil. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. 2023.

SILVA, Maria Eduarda de Almeida et al. **Patologias no concreto armado em elementos de projetos estruturais: uma revisão** **Pathologies in reinforced concrete in elements of structural projects**. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 6, p. 43522-43539, 2022.