



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

EDUARDA LIMA MENEGAT

**APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT ÀS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE OBRA
INSTITUCIONAL PARALISADA – ESTUDO DE CASO**

**PALMAS
2023**

EDUARDA LIMA MENEGAT

**APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT ÀS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE OBRA
INSTITUCIONAL PARALISADA – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do Título
de Bacharel do Curso Superior de Engenharia
Civil do Instituto Federal do Tocantins,
Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles Neto

**PALMAS
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M541a Menegat, Eduarda Lima
APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT ÀS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE OBRA INSTITUCIONAL PARALISADA – ESTUDO
DE CASO / Eduarda Lima Menegat. – Palmas, TO, 2023.
86 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2023.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto

1. Patologia das construções. 2. Concreto armado. 3. Matriz GUT. I.
Salles Neto, Moacyr. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDUARDA LIMA MENEGAT

APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT ÀS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE OBRA INSTITUCIONAL PARALISADA – ESTUDO DE CASO

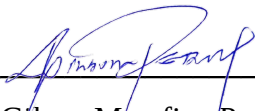
Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal do Tocantins – Campus
Palmas, como exigência à obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 08/12/2023.

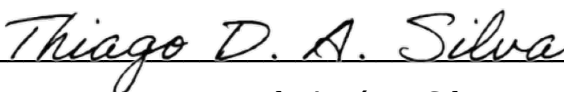
BANCA AVALIADORA



Dr. Moacyr Salles Neto



Dr. Gilson Marafiga Pedroso



Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva

RESUMO

MENEGAT, Eduarda Lima. **Aplicação da matriz GUT às manifestações patológicas de obra institucional paralisada – Estudo de caso**. 2023. 86p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2023.

Os sistemas construtivos podem sofrer alterações à medida que interagem com o ambiente externo ao qual estão expostos, resultando na perda do desempenho esperado ao longo do tempo. O cuidado com os recursos públicos em obras paralisadas é essencial para garantir transparência, eficiência e prestação de contas na administração financeira de projetos de infraestrutura. Diante de interrupções causadas por questões burocráticas, técnicas ou políticas, a gestão responsável torna-se crucial, exigindo controle financeiro rigoroso e avaliação criteriosa das causas da paralisação. Mesmo com a evolução das tecnologias utilizadas na construção civil, tem se tornado recorrente o surgimento de manifestações patológicas em edificações relativamente novas que, além de comprometer o desempenho, a estabilidade e a funcionalidade da estrutura, consomem recursos financeiros em reparações que poderiam ser evitadas. Com isso, a investigação revelou um estado de conservação variado, com múltiplas patologias que afetam a estética e a funcionalidade da edificação. Os resultados da análise da Matriz GUT para diferentes áreas apresentam uma classificação prioritária dos problemas identificados. No Bloco Pedagógico e Administrativo, a corrosão é destacada como a maior prioridade devido à sua gravidade máxima, urgência e tendência significativas. Em contraste, o incêndio é considerado de baixa prioridade, dada sua baixa gravidade, urgência e tendência estável. No Bloco de Serviço e Convivência, a carbonatação é identificada como a questão mais crítica, com uma gravidade alta e uma tendência de piora, exigindo atenção imediata. As fissuras também são destacadas como prioritárias devido à sua gravidade e urgência, enquanto a segregação é considerada de menor prioridade, apesar de sua gravidade. Na Quadra Poliesportiva, a carbonatação novamente é a maior prioridade, seguida pela segregação e mofo/bolor. O cupim é classificado como a menor prioridade devido à sua gravidade relativamente baixa. Por fim, no Bloco de Laboratórios Especiais, a oxidação da estrutura metálica é apontada como a maior prioridade, exigindo atenção imediata devido à sua gravidade e tendência de piora. Portanto, um plano de intervenção completo e abrangente é essencial para preservar a integridade e segurança da estrutura, revertendo ou interrompendo o processo de deterioração. Este trabalho destaca a importância da inspeção regular e da identificação precoce de manifestações patológicas em edificações que passaram por períodos de inatividade, contribuindo para a manutenção e longevidade das construções.

Palavras-chaves: Patologia das construções. Concreto armado. Matriz GUT.

ABSTRACT

MENEGAT, Eduarda Lima. **Application of the GUT Matrix to the Pathological Manifestations of a Paralyzed Institutional Construction – Case Study**. 2023. 86p. Undergraduate Thesis – Civil Engineering – Federal Institute of Education, Science, and Technology of Tocantins. Palmas, 2023.

Construction systems may undergo changes as they interact with the external environment to which they are exposed, resulting in the loss of expected performance over time. Care for public funds in paralyzed construction projects is essential to ensure transparency, efficiency, and accountability in the financial administration of infrastructure projects. Faced with interruptions caused by bureaucratic, technical, or political issues, responsible management becomes crucial, requiring rigorous financial control and careful evaluation of the causes of paralysis. Despite the evolution of technologies used in construction, the emergence of pathological manifestations in relatively new buildings has become recurrent, compromising the performance, stability, and functionality of the structure, consuming financial resources in repairs that could be avoided. The investigation revealed a varied state of conservation, with multiple pathologies affecting the aesthetics and functionality of the building. The results of the GUT Matrix analysis for different areas present a prioritized classification of identified problems. In the Pedagogical and Administrative Block, corrosion is highlighted as the highest priority due to its maximum severity, urgency, and significant trend. In contrast, fire is considered a low priority, given its low severity, urgency, and stable trend. In the Service and Coexistence Block, carbonation is identified as the most critical issue, with high severity and a worsening trend, requiring immediate attention. Cracks are also highlighted as priorities due to their severity and urgency, while segregation is considered of lower priority despite its severity. In the Sports Court, carbonation again is the highest priority, followed by segregation and mold/mildew. Termite infestation is classified as the lowest priority due to its relatively low severity. Finally, in the Special Laboratories Block, the oxidation of the metal structure is identified as the highest priority, requiring immediate attention due to its severity and worsening trend. Therefore, a comprehensive intervention plan is essential to preserve the integrity and safety of the structure, reversing or halting the deterioration process. This work emphasizes the importance of regular inspection and early identification of pathological manifestations in buildings that have experienced periods of inactivity, contributing to the maintenance and longevity of constructions.

Keywords: Construction pathology. Reinforced concrete. GUT Matrix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de fissura, trincas e rachaduras.....	18
Figura 2 - Manifestação de bolor em parede interna de edificação.....	19
Figura 3 - Manifestação de eflorescência em revestimento	20
Figura 4 - Manchas de umidade por infiltração em forro.....	21
Figura 5 – Distribuição relativa da incidência das manifestações patológicas	23
Figura 6 - Mapa de Danos da Fachada Norte da Igreja do Carmo	25
Figura 7 - Método PDCA de Gerenciamento de Processos	26
Figura 8 – Fissuras de flexão de vigas.....	34
Figura 9 – Fissuras de cisalhamento.....	34
Figura 10 – Esmagamento do concreto	35
Figura 11 – Fissuras em lajes	36
Figura 12 – Fissuras em pilar	37
Figura 13 – Manifestação típica de corrosão de armaduras em elementos estruturais	38
Figura 14 – Fissura em viga causada pela expansão de óxidos gerados na corrosão.....	38
Figura 15 – Ninhos e segregações no concreto	39
Figura 16 – Mapa de calor dos percentuais de obras paralisadas.....	40
Figura 17 – Fluxograma para resolução de patologias da construção civil.....	42
Figura 18 – Mapa da região.....	43
Figura 19 – Modelagem 3D (Situação atual)	44
Figura 20 – Edificação estudada (Escola pública de ensino profissional)	44
Figura 21 – Locação da edificação estudada.....	45
Figura 22 - Maquete digital do projeto finalizado.....	45
Figura 23 – Planta Baixa – Bloco de laboratórios especiais (Sem escala).....	46
Figura 24 – Planta de Fôrma – Quadra Poliesportiva (Sem escala).....	47
Figura 25 – Planta de Fôrma – Bloco de serviço e convivência (Sem escala).....	48
Figura 26 – Planta de Fôrma – Bloco administrativo e pedagógico (Sem escala).....	49
Figura 27 - Local da laje afetada pelo fogo.....	52
Figura 28 - Fissura com deslocamento do concreto	53
Figura 29 - Segregação nos pilares.....	53
Figura 30 - Segregação nas lajes	54
Figura 31 - Armaduras corroídas nas lajes	54
Figura 32 - Vista superior do bloco pedagógico e bloco administrativo.....	55

Figura 33 - Nicho de concretagem em vigas e vigotas.....	57
Figura 34 - Vigotas com armaduras aparentes devido ao processo de carbonatação.....	57
Figura 35 - Pilar com deslocamento e armadura exposta	58
Figura 36 - Exposição de armaduras na viga com cobertura inadequada do concreto.....	59
Figura 37 - Danos provocado por incêndio	59
Figura 38 - Abaulamento em viga na região externa	60
Figura 39 - Laje exposta do Bloco Pedagógico e Administrativo.....	60
Figura 40 - Vista superior da quadra poliesportiva	62
Figura 41 - Carbonatação em viga.....	63
Figura 42 - Trincas em laje.....	63
Figura 43 - Segregação e mofo/bolor em laje	64
Figura 44 - Segregação e mofo/bolor em viga	64
Figura 45 - Cupins em peças estruturais	65
Figura 46 - Fissura em painel de alvenaria (Lado direito)	67
Figura 47 - Fissura em painel de alvenaria (Lado esquerdo)	67
Figura 48 – Verga danificada e armaduras oxidadas e expostas	68
Figura 49 - Vergas e contra vergas danificadas e armaduras oxidadas e expostas	68
Figura 50 - Estrutura metálica oxidada e ligação das terças engastadas na alvenaria.....	69
Figura 51 – Fissuras verticais na região das platibandas.....	70
Figura 52 - Elementos da estrutura metálica apoiados no painel de alvenaria.....	70
Figura 53 - Face superior da laje	71
Figura 54 - Vista superior do bloco.....	71
Figura 55 - Mofo/bolor em laje	72
Figura 56 - Mofo/bolor em painel de alvenaria.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de fissuras.....	17
Tabela 2 – Pontuação GUT.....	27
Tabela 3 – Parâmetros do Método GUT.....	28
Tabela 4 – Critérios de Pontuação	28
Tabela 5 – Simulação de Matriz GUT	29
Tabela 6 - Modelo de avaliação de obra (Matriz GUT)	29
Tabela 7 – Distribuição percentual das causas de defeitos em construções de concreto	32
Tabela 8 - Matriz GUT do bloco pedagógico e administrativo	55
Tabela 9 - Matriz GUT do bloco de serviço e convivência	61
Tabela 10 - Matriz GUT da quadra poliesportiva.....	65
Tabela 11 - Matriz GUT do bloco de laboratórios especiais	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
3 JUSTIFICATIVA	11
4 OBJETIVOS.....	12
4.1 Objetivo Geral	12
4.2 Objetivos Específicos	12
5 REVISÃO DE LITERATURA	13
5.1 Patologia das construções.....	13
5.1.1 Longevidade e durabilidade.....	13
5.1.2 Conceito de manutenção.....	14
5.2 Tipos patológicos em construção	15
5.3 Principais causas dos problemas patológicos	15
5.4 Manifestações durante o uso.....	16
5.4.1 Fissuras	17
5.4.2 Deslocamento de Revestimento.....	18
5.4.3 Bolor e eflorescência	19
5.4.4 Infiltração.....	20
5.4.5 Cupins.....	21
5.5 Procedimentos para sintomatologia e tratamento de patologia	22
5.5.1 Pesquisa de subsídios	23
5.5.2 Diagnóstico.....	24
5.5.3 Definição de conduta	24
5.6 Mapa de Danos	25
5.7 Matriz GUT	26
5.7.1 Critério de Avaliação, Pontuação e Elaboração	28
5.8 Patologia no concreto armado	32
5.8.1 Mecanismo de deterioração e envelhecimento do concreto	33
5.8.2 Diagnóstico em estruturas de concreto armado.....	33
5.8.2.1 Fissuras em vigas	33
5.8.2.2 Esmagamento do concreto em vigas	35
5.8.2.3 Fissuras em lajes	35
5.8.2.4 Fissuras em pilar.....	36

5.8.2.5 Corrosão de armaduras	37
5.8.2.6 Ninhos de Concretagem.....	39
5.9 Estruturas inacabadas no Brasil	39
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	42
6.1 Objeto de estudo e história	43
6.2 Registro fotográfico e identificação de patologia.....	50
6.3 Registro das medições de campo.....	50
6.4 Caracterização do problema no Mapa de Danos	50
6.5 Aplicação da matriz GUT para propor ações futuras	50
6.6 Análises dos resultados.....	51
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
7.1 Mapa de danos.....	52
7.2 Matriz GUT	52
7.2.1 Bloco pedagógico e bloco administrativo	52
7.2.2 Bloco de serviço e convivência	56
7.2.3 Quadra poliesportiva.....	61
7.2.4 Bloco de laboratórios especiais	66
7.3 Plano de intervenção.....	74
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

Quando o edifício não pode cumprir corretamente às funções para a qual foi projetado e apresenta deformidades, problemas ou falhas que comprometem a segurança das pessoas, da estrutura e até comprometem certas funções do edifício, esta edificação apresenta patologias (MITZSUZAKI et al., 2019).

As patologias das edificações não acontecem isoladamente, geralmente se originam de ao menos uma das fases do processo de concepção de uma edificação. É importante conhecer a origem do problema e a história da construção para que os erros que ocorrem no processo possam apontar a etapa onde ocorreu a falha que veio a gerar determinado problema patológico (HELENE, 2003). Ribeiro (2013) apontou que, em obras públicas, as duas principais razões para deixar o trabalho inacabado são má gestão pública e a tradição de paralisar uma obra à frente de um problema grave. Além desses motivos, também existem obstáculos financeiros públicos, falta de planos, além de atrasos de pagamentos dos serviços contratados.

O estado atual da construção civil do Brasil apresenta muitas estruturas patológicas. Essas patologias normalmente são desencadeadas por uma combinação de fatores (CARMO; LOPES NETO, 2017). De acordo com Helene (1992), as causas de vários problemas patológicos podem ser divididas na seguinte forma: 40% por erros de projeto, 28% por falhas de execução, 18% por uso de materiais inadequados, 10% devido mau uso e 4% em planejamento.

A falta de manutenção preventiva também é considerada o principal agravamento dessas patologias, uma vez que não fazem parte da tradição brasileira as práticas de conservação preventiva, havendo a necessidade de recorrer a restauração depois que o edifício chega a um nível avançado de degradação (LERSCH, 2003).

Portanto, pode-se dizer que a não realização de manutenção adequada é a principal característica para ser considerada em uma construção abandonada. A falta de manutenção recorrente nos edifícios causa grandes prejuízos no que se diz respeito a sua estrutura, pois é crucial manter os cuidados necessários, para que os edifícios possam ter vida útil suficiente (CARMO; LOPES NETO, 2017).

Nesse sentido, o trabalho atual insere-se com uma metodologia adaptada de forma prática e objetiva titulada de metodologia de avaliação e diagnóstico. Fundamenta-se em: inspeção visual, identificação das manifestações patológicas; mapeamento; tratamento dos

dados recolhidos em campo através da quantificação e classificação das manifestações patológicas e, por fim, diagnóstico.

A Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012) recomenda que a ordem de prioridades seja disposta em ordem decrescente de acordo com o grau de risco e intensidade das anomalias, sendo essas apuradas através de metodologias técnicas adequadas como a GUT (ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia da Gravidade, Urgência e Tendência).

Sendo assim, foram priorizadas apenas as manifestações patológicas perceptíveis ao olho humano, como fissuras, deformação, trincas, destacamento, manchas de umidade, cupins e degradação. Para tal, foi aplicado o mapa de danos para sintetizar informações sobre o estado de conservação da edificação, seguindo a utilização de um dos métodos mais conhecidos, a matriz GUT.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

O presente trabalho através de inspeção visual, buscará responder a seguinte problemática: “Quais os sinistros e problemas mais comuns na engenharia civil que demandam maior atenção no ramo de patologias em obras abandonadas na cidade de Palmas-TO?”

3 JUSTIFICATIVA

Problemas relacionados ao funcionamento e as irregularidades na execução de obras públicas causam grande indignação na população brasileira, devido aos recursos utilizados em obras de baixa qualidade.

Os males da construção não ocorrem isoladamente, e sua origem geralmente está relacionada aos erros cometidos em pelo menos uma etapa do processo de projeto da edificação. É importante entender a origem do problema e a história da estrutura, de modo a apontar em que fase do processo ocorreu falhas capazes de produzir algum tipo de problema patológico (HELENE, 2003).

É considerável enfatizar que o edifício e suas partes reagem com o meio e em função das condições de exposição a que estão submetidos, assim sofrendo uma série de fenômenos físicos, químicos e biológicos que podem provocar a queda de desempenho, vida útil e principalmente facilitando a surgimento das anomalias na edificação. No entanto uma obra

abandonada tem ainda mais essa interação com o meio, portanto, com o passar do tempo, a situação tende a se agravar.

Como o estado de conservação de uma obra abandonada é muito incerto, é necessário realizar inspeção predial, e assim se ter um diagnóstico apropriado e poder apontar quais anomalias são encontradas.

Portanto, este trabalho segue a linha de pesquisa utilizando o gráfico de danos, e os resultados encontrados são utilizados no método da Matriz GUT, obtendo um diagnóstico inicial dos problemas patológicos dos edifícios paralisados, observando sua gravidade e até que ponto pode-se esperar para uma manutenção, e as possibilidades de evolução das patologias encontradas. Desta forma, de uma perspectiva social, a pesquisa se torna importante, uma vez que, recursos públicos arrecadados da população são utilizados para a realização dessas obras.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é estudar e analisar as manifestações patológicas encontradas em uma obra paralisada na cidade de Palmas-TO, utilizando o mapa de danos para determinar o grau de risco das manifestações e aplicando a matriz GUT para estudo.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar as manifestações patológicas presentes na estrutura, utilizando registros fotográficos e mapa de danos;
- Realizar o diagnóstico da situação buscando correlacionar possíveis causas às manifestações patológicas;
- Avaliar as manifestações patológicas de acordo com a metodologia da matriz GUT.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Patologia das construções

A patologia é uma expressão amplamente usada no ambiente de engenharia, mas seu significado vem de outro campo: "a medicina, e podemos confirmar com a busca pelo termo, que a patologia se dedica em estudar doenças e suas causas e sintomas, quais alterações pode obter no organismo, suas alterações fisiológicas e anatômicas quando se trata de uma doença" (DICIONÁRIO AURÉLIO, 2022).

Segundo Nazário e Zancan:

Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da medicina que estuda as doenças. A palavra patologia tem origem grega de “phatos” que significa sofrimento, doença, e de “logia” que é ciência, estudo. Então, conforme os dicionários existentes pode-se definir a palavra patologia como a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças (NAZÁRIO E ZANCAN, 2011, p. 01).

A patologia da construção é um campo de engenharia que pode analisar o desempenho insatisfatório dos materiais de construção, esta função, atualmente controlada por normas técnicas, realiza a análise do aspecto abordado pelo que o ramo de patologias está tratando com uma variedade de manifestações, causas e origens (CREMONINI, 1988).

As causas de condições patológicas podem ser diferentes, desde envelhecimento natural, acidentes e usuários que optam por materiais não especificados (RIPPER; SOUZA, 1998).

O estudo de patologias em edificações é muito importante para buscar a qualidade e melhorar a durabilidade nos processos construtivos. Para evitar a ocorrência de manifestações patológicas, é necessário realizar um estudo detalhado dos antecedentes para melhor compreender o fenômeno e auxiliar nas decisões para definir comportamentos e programas contra problemas (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

Sob certas condições, resgatar estruturas com patologias é difícil, geralmente devido ao mau uso da edificação, o que pode dificultar a restauração do edifício (SACHS, 2015).

5.1.1 Longevidade e durabilidade

O dimensionamento de estruturas duráveis é o resultado de uma série de decisões e procedimentos usados nos estágios iniciais do projeto. Essas decisões e procedimentos foram

considerados desde o plano inicial para garantir que a estrutura e os materiais possam ser satisfatórios em toda a vida útil (RIPPER; SOUZA, 1998).

Caso haja um problema, isso torna o desempenho da estrutura insatisfatório, deve ser feita uma análise para auxiliar na tomada de decisão, sempre tomando a melhor opção e respeitando as considerações técnicas, econômicas e socioambientais (RIPPER; SOUZA, 1998).

O termo durabilidade refere-se ao tempo esperado durante o qual um produto tem capacidade para desempenhar as funções a que se destina, em nível igual ou superior. Portanto, diz-se que, sob as condições de uso e manutenção mencionadas, a durabilidade é a capacidade do edifício ao longo do tempo de executar suas funções (CBIC, 2013).

5.1.2 Conceito de manutenção

A manutenção é entendida como um grupo de atividades necessárias para garantir níveis de desempenho satisfatórios, ou seja, é um conjunto de procedimentos rotineiros cujo objetivo é prolongar a vida de um projeto ao maior custo possível. A manutenção da estrutura é um dos processos que compõem a construção de uma edificação, é tão importante quanto sua execução e ajuda a impedir o surgimento de patologias (RIPPER; SOUZA, 1998).

Quando se conhece os problemas ou defeitos que uma construção pode vir a apresentar e suas causas, a chance de cometer erros é reduzida. No entanto, como na medicina, as patologias apresentadas devem ser evitadas ou tratadas, para evitar perdas da estrutura ou de peças estruturais (LAPA, 2018).

Os edifícios modernos são feitos de materiais muito diferentes. Quando expostos a condições ambientais, cada componente que forma um sistema reage de forma diferente (CREMONINI, 1988).

Cremonini destaca que:

[...] as edificações são constituídas por diversos tipos de materiais e componentes, os quais sofrem um processo de degradação quando em contato com o meio. Este processo leva a uma perda de desempenho da edificação até que se atinja um nível mínimo, a partir do qual se caracteriza um defeito [...] o processo de degradação de um componente pode ser estimado através de curvas de desempenho no tempo. O conhecimento destas curvas permite fazer uma programação de atividades e desenvolver sistemas de manutenção (CREMONINI, 1988, p. 23-24).

A manutenção do edifício é realizada através de atividades de limpeza, substituindo peças úteis, reparando os defeitos construídos durante as fases de construção e atividades realizadas com o objetivo de restaurar partes da edificação, devolvendo às suas propriedades funcionais originais (CREMONINI, 1988; CBIC, 2013).

Santos Filho, Sposto e Melo enfatizam que:

“A vida útil de projeto (VUP) da edificação só poderá ser atingida no caso do seu uso correto e adoção de eficientes processos de manutenção, obedecendo fielmente o que estiver estipulado no Manual de Uso, operação e manutenção da edificação (NBR 15575: ABNT 2013). Quando não há manutenção adequada, a edificação passa por um processo de envelhecimento precoce comprometendo diversos fatores de caráter estético, social e econômico, além da perda do desempenho e riscos ao seu usuário (SANTOS FILHO, SPOSTO E MELO 2014, p. 2).

Com a introdução da norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013), todos os componentes, estruturas e sistemas de construção devem manter sua capacidade de trabalho durante a vida útil do projeto, de modo que as atividades dos manuais de operação e manutenção deve ser introduzida. A manutenção preventiva deve ser realizada e, sempre que necessário, ações corretivas são realizadas assim que surge um problema, evitando que pequenas falhas continuem (CBIC, 2013).

5.2 Tipos patológicos em construção

As edificações sofrem perdas de desempenho durante a vida útil e em diversas formas de manifestações patológicas, em qualquer estágio do processo construtivo, várias razões externas podem ocorrer ou acelerar naturalmente essas perdas (CREMONINI, 1988).

Para entender os incidentes patológicos na estrutura, geralmente busca-se a origem, a causa e a relação do defeito que podem ter causado tal manifestações. Os problemas patológicos geralmente são causados por erros ou falhas causadas por pelo menos uma fase de projeto. A possível causa de incapacidade futura pode ser: planejamento, projeto, fabricação das matérias primas, execução e uso (HELENE, 2003).

5.3 Principais causas dos problemas patológicos

O processo de projeto do edifício ocorre em diferentes estágios. A combinação dessas etapas leva ao resultado final desejado, a edificação e sua função específica. A incidência na

arquitetura civil pode ocorrer nas formas mais diversas e em todas as etapas do processo de ideação.

Helene salienta que:

O processo de construção e uso pode ser dividido em cinco grandes etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro, execução propriamente dita e uso [...] Se, por um lado as quatro primeiras etapas envolvem um período de tempo relativamente curto – em geral menos de dois anos – por outro lado, as construções devem ser utilizadas durante períodos longos – em geral mais de cinquenta anos [...] os problemas patológicos só se manifestam durante a construção ou após início da execução propriamente dita [...] normalmente ocorrem com maior incidência na etapa de uso (HELENE, 2003, p. 24).

De acordo com Cremonini: "Os erros podem surgir em qualquer etapa do processo construtivo e sua ocorrência está relacionada ao nível de controle de qualidade realizado pelas diferentes etapas" (CREMONINI, 1988, p. 31).

As causas das patologias civis da construção civil podem ser externas, quando os agentes causadores não são cometidos por erro humano, devido a agentes nocivos ao meio ambiente, enquanto que internamente, são aqueles que surgiram durante a construção e podem ser divididos em três (CREMONINI, 1988):

- Congênitas: desde a fase de planejamento e projeto.
- Construtivas: decorrente da fase de construção, por falta de qualidade do material ou mão de obra qualificada.
- Uso: decorrente do uso inadequado da estrutura projetada e falta de manutenção.

5.4 Manifestações durante o uso

As manifestações patológicas são anormalidades e falha no sistema construtivo. Geralmente é determinado pela observação por serem perceptíveis a olho nu, visto que nem sempre é fácil diagnosticar e tratar alguns deles.

Muitas patologias que ocorrem durante o estágio de uso são causadas pelos usuários. Isso se deve a muitos fatores, como: sobrecargas imprevisíveis no projeto, alterações estruturais inadequadas devido ao redesenho, uso de produtos químicos com agentes agressivos, falta de cronogramas de atendimento adequados, danos a elementos estruturais por impacto, retirada de cimento e degradação excessiva de armadura (PINA, 2013).

5.4.1 Fissuras

Oliveira (2012) relata que fissuras, trincas e rachaduras são as manifestações patológicas das edificações que podem ser encontrados em alvenaria, vigas, pilares, lajes, pisos e outros elementos. Eles podem ser causados pela situação das tensões materiais, portanto, os materiais não devem ser solicitados por um esforço maior que sua resistência, caso contrário, causará falha provocando uma abertura e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha.

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) descreve a fissura como o componente estrutural sendo: o seccionamento na superfície do componente ou em toda seção transversal, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais.

Deutsch (2013), explica fissura como:

São aberturas que surgem nos materiais, oriundos, em geral, da solicitação de tração. Sempre que se observa a existência de fissuras é porque algo não previsto originariamente ocorreu, excedendo a capacidade de resistência do material; várias ações podem interferir na estrutura e gerar o aparecimento das fissuras.

De acordo Vitório (2002), as fissuras podem ser classificadas de acordo com o tamanho da abertura. Como mostrado na Tabela 1, ela pode ser classificada por sua espessura de ruptura.

Tabela 1 - Classificação de fissuras	
Classificação	Espessura
Fissura capilar	Menor que 0,2 mm
Fissura	0,2 mm a 0,5 mm
Trinca	0,5 mm a 1,5 mm
Rachadura	1,5 mm a 5 mm
Fenda	5 mm a 10 mm
Brecha	Maior que 10 mm

Fonte: Olivari (2003)

Fissura por se tratar de uma abertura sutil, sua espessura máxima é de até 0,5 mm. Por outro lado, a maior abertura da trinca é entre 0,5 e 1,5 mm. Rachadura mostra a ruptura aguda da estrutura do material, que contém uma abertura entre 1,5 e 5 mm.

A Figura 1, ilustra os exemplos de fissuras, trincas e rachaduras que podem ocorrer na edificação.

Figura 1 - Representação de fissura, trincas e rachaduras



Fonte: Neves (2019)

Segundo Vitório (2003), tais aberturas também podem ser classificadas como ativas ou passivas, sendo as passivas aquelas que quando atingem o alcance máximo, estabilizam-se devido ao equilíbrio de esforços mecânicos e as ativas aquelas que são produzidas por ações de magnitude variáveis, provocando deformações diárias e sazonais também variáveis no concreto.

É importante entender a ruptura do edifício, visto que o processo geralmente é um aviso do possível estado perigoso para a estrutura, alertando quanto ao comprometimento do desempenho da obra em serviço (THOMAZ, 1989).

5.4.2 Desplacamento de Revestimento

Qualquer tipo de patologia relacionada ao deslocamento de revestimento, pode-se concluir que é causado pela falta de aderência do revestimento, o que pode levar a grandes danos econômicos e geralmente afetar a integridade do edifício.

Embora durante séculos, o cuidado e experiência com técnicas já dominadas pelo homem, ainda é possível observar os problemas de argamassa em várias aplicações, seja nas fachadas, pisos ou tetos.

Esse fenômeno denominado destacamento – ou deslocamento – é caracterizado pela ruptura de uma parte do revestimento em relação ao todo, causando um colapso local, isto é, a separação da argamassa (já seca) do substrato, deixando exposto o local que estava aderido.

Para evitar que a patologia aconteça, é indicada a realização de procedimentos de preparo da base, como tratamentos das superfícies de concreto e uso da camada de preparação (chapisco).

5.4.3 Bolor e eflorescência

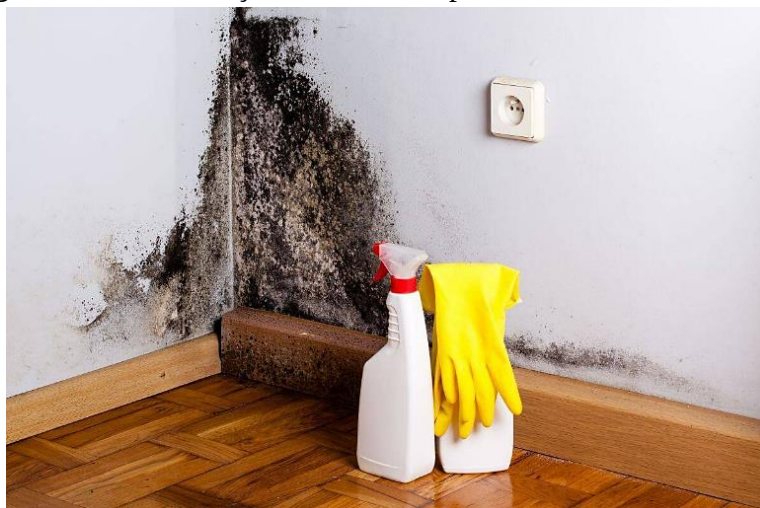
Segundo Deutsch (2013), a manifestação patológica que causa mais queixas vem da água, pois, através de sua penetração, produz os defeitos mais comuns nos edifícios, promovendo assim o aparecimento de mofo, eflorescência e outros que são os problemas vindos de umidade.

O bolor, também conhecido como mofo, é um ponto escuro que geralmente aparece na superfície. Origina-se de fungos proliferativos e, na maioria dos casos, devido a umidade de ambiente que permanecem sombreados ou mal ventilados (DEUTSCH, 2013).

Uma maneira de evitar o bolor é analisar cuidadosamente o projeto, para que lugares propensos a umidade, venha conter boa ventilação e iluminação, assim impedirá o acúmulo de água no ambiente.

Em vista de todas as questões mencionadas sobre o bolor, é sabido que essa é uma patologia que causa muito desconforto para aqueles que ocupam uma edificação. Conforme isso, a Figura 2 apresenta um exemplo de manifestação de bolor.

Figura 2 - Manifestação de bolor em parede interna de edificação



Fonte: Canteiro de Engenharia (2019)

A eflorescência é a “formação de depósitos salinos na superfície das alvenarias, concretos e argamassas, etc., como resultado da sua exposição à água de infiltrações ou intempéries” (GRANATO, 2002).

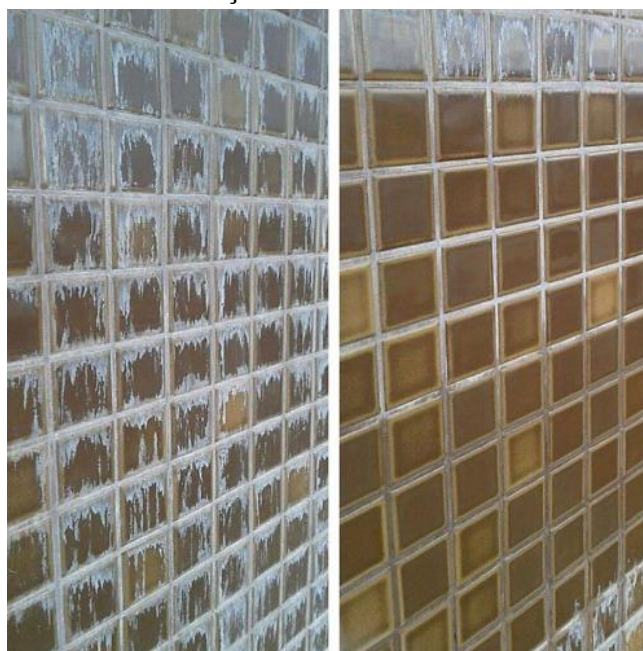
Deutsch (2013) também descreve a eflorescência como “manchas esbranquiçadas que aparecem nas superfícies das pinturas”.

Vitório (2003) explica que o fluxo de água entre a parede da superfície e os sais solúveis é causado por isolamento ou misturado na seguinte patologia: infiltração, fissuras e vazamentos de tubo de água também podem ocorrer.

Geralmente, todos os tipos de alvenaria estão sujeitos a aparecer eflorescência, só é necessário depósitos salinos ou condições atmosféricas, na temperatura, umidade ou vento, que será perceptível essa manifestação patológica em edificações (VITORIO, 2003).

Pode-se observar na Figura 3, exemplo de eflorescência encontrada em revestimento.

Figura 3 - Manifestação de eflorescência em revestimento



Fonte: Canteiro de Engenharia (2019)

5.4.4 Infiltração

A infiltração acontece quando a água passa por espaços vazios de uma estrutura, e isso pode acontecer através de fissuras, tubulações de água, falta de reboco na parte externa da parede, e consequentemente aparecimento de patologias.

De acordo com Carvalho (2020), a infiltração se mostra de diversas formas, através de manchas escuras, fissuras, mofo e degradação e com isso a água acumulada promove a penetração deixando paredes e pisos úmidos, logo, parte da estrutura pode ser danificada.

A princípio, a infiltração pode parecer algo simplório, mas se torna ainda mais grave quando não tratado. Em 1980, surgiram os primeiros relatos de estudos sobre o assunto no Brasil estudando as ocorrências de patologias em 36 conjuntos habitacionais, totalizando quase 600 habitações que em sua maioria teve a umidade como principal causadora de incidência de patologias (IOSHIMOTO, 1988).

A Figura 4 ilustra exemplo de infiltração.

Figura 4 - Manchas de umidade por infiltração em forro



Fonte: Lersh (2003)

Carvalho Jr. (2014) afirma que, a existência de infiltração na propriedade representa grandes riscos à saúde, prejuízos financeiros tanto para consertar os danos, quanto a desvalorização do imóvel.

5.4.5 Cupins

As térmitas, também comumente conhecidos como cupins, são insetos sociais, ou seja, formam colônias de indivíduos de diferentes categorias. Distribuem-se principalmente nas regiões tropicais do mundo e possuem hábitos variáveis (LELIS et al., 2001). Segundo Ritter e

Morrell (1990), existem mais de 2.000 espécies de cupins encontradas em áreas com temperaturas médias anuais acima de 50°F (10°C).

Os cupins de concreto, conhecidos como cupins subterrâneos ou cupins de solo, infiltram-se em pequenas fissuras em estruturas de concreto. Pode estar em obras em andamento ou em obras já em preparação. Estas térmitas não comem o concreto em si, mas exploram suas fissuras e imperfeições construídas (ECOSERVIÇOS, 2021).

A ANPRAG - Associação dos Controladores de Vetores e Pragas Urbanas (2017) alerta que o cupim pode causar degradação lenta do concreto, alumínio, chumbo e plástico até atingir madeira ou materiais celulósicos, como papel e papelão.

Os danos econômicos, materiais e de segurança física aos moradores e visitantes da área afetada estão entre os diversos estragos causados pelos cupins de concreto (ECOSERVIÇOS, 2021).

5.5 Procedimentos para sintomatologia e tratamento de patologia

Na maioria dos casos, os problemas patológicos possuem manifestações externas e têm características especiais, para que possam inferir sua natureza, origem, mecanismos envolvidos no fenômeno e a suposição de suas prováveis consequências (HELENE, 1992).

Os conceitos de Tutikian e Pacheco (2013) apresentam sintomatologia como a área das construções que estuda esses sinais apresentados pela edificação, tendo como objetivo diagnosticar o problema patológico.

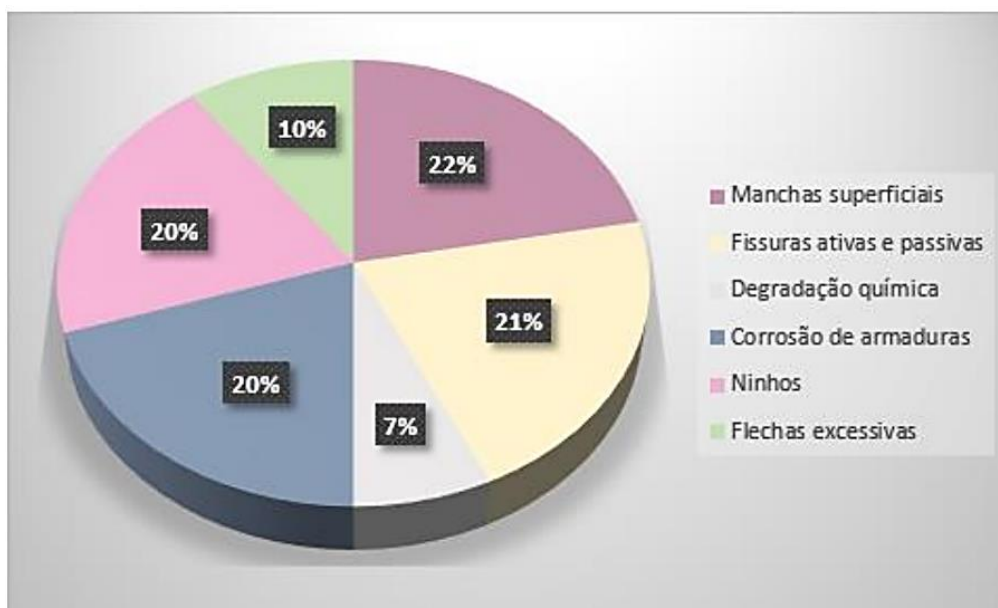
Para diagnosticar corretamente as manifestações patológicas, é fundamental coletar dados, inicialmente, através de uma inspeção visual, de forma a identificar os sintomas observados, sua localização e sua intensidade (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

Dal Molin discorre que:

A investigação necessária para o diagnóstico da(s) causa(s) responsável por algum defeito na edificação deve ser realizada de maneira completa e sistemática. Assim como em um projeto, um procedimento linear direto é raramente possível [...] o processo é, inevitavelmente, iterativo (cíclico) (DAL MOLIN, 1988, p. 175).

Como mostrado na Figura 5, a incidência de algumas manifestações externas é maior, mas da perspectiva do comprometimento estrutural e das consequências de seus custos de correção, esse fato não reflete diretamente no grau de significância.

Figura 5 – Distribuição relativa da incidência das manifestações patológicas



Fonte: Helene (1992)

5.5.1 Pesquisa de subsídios

O estudo dos subsídios consiste em acumular o máximo de informações possíveis nas circunstâncias necessárias que levarão a uma compreensão do fenômeno que está ocorrendo. As informações coletadas sobre o dano e a análise da história e uso da edificação é inserida na fase do sintoma (primeira fase do método), processo iniciado pela vistoria no local da obra (DO CARMO, 2003).

Durante a fase de avaliação de subsídios, há uma coleta de informações diagnósticas, essas informações podem ser divididas em quatro formas: testagem local, anamnese, exames correlatos e pesquisas (FIGUEIREDO, 1989).

A primeira etapa da captação de recursos é avaliar o local e analisar os sintomas do problema. Segundo Carmo:

[...] através de um olhar profissional, faz-se uma determinação do nível de agravos a estrutura em questão e se a mesma apresenta níveis de desempenho aceitáveis e que não ponham em risco a segurança dos usuários (DO CARMO, 2003, p. 10).

É importante na fase de avaliação do trabalho analisar outros fatores determinantes que precisam ser investigados, como, por exemplo, a ocorrência e posição do problema, a idade estimada da patologia e o número de casos patológicos (THOMAZ, 1989).

5.5.2 Diagnóstico

O diagnóstico é a identificação dos fenômenos, o entendimento das múltiplas relações causais e efeitos a partir dos dados conhecidos, o entendimento das principais causas da ocorrência e a tentativa de determinar a possível origem do problema (DO CARMO, 2003).

Após o diagnóstico e a ideia de resolver o problema, deve ficar clara a necessidade de um projeto de restauração de componentes que foram interrompidos, especificar os processos e materiais utilizados para repará-lo. Geralmente, esse projeto requer a formatação de programas descritivos e lembretes, fatos que vão depender diretamente do nível e complexidade dos problemas patológicos apresentados (HELENE, 2003).

Helene (2003) salienta que, em cada estágio do processo de diagnóstico, deve sempre considerar se há informações suficientes para diagnosticar a patologia. Se o motivo do problema não puder ser determinado, tendo em vista a ética de engenharia profissional, a decisão responsável pelos profissionais deve ser considerada uma decisão clara.

O diagnóstico de manifestações patológicas permite estabelecer limites quanto ao estado de conservação da estrutura, o que ajuda a tomar decisões sobre tipos de intervenção adequados para cada condição (HELENE, 2003).

5.5.3 Definição de conduta

A escolha de materiais e técnicas usadas depende do diagnóstico, características regionais e requisitos de desempenho do elemento. O plano de intervenção foi desenvolvido levando em consideração três alternativas, o grau de incerteza do efeito, a relação custo/benefício e a disponibilidade da tecnologia utilizada para realizar o serviço (HELENE, 2003).

Após definir comportamentos eficazes e eficientes, é importante manter os dados obtidos em todos os estágios do processo de resolução, como relatórios fotográficos, processos utilizados, soluções aceitas, etc. (CREMONINI, 1988).

A escolha das medidas alternativas de intervenção e o desenvolvimento de sistemas operacionais apropriados, são eficazes quando existe recursos técnicos e financeiros para implementação. Dentre os recursos técnicos, pode se mencionar as tecnologias usadas para projetar e controlar os serviços necessários e a qualidade do material, fatores mais importantes no desempenho do processo de resolução das manifestações patológicas (DO CARMO, 2003).

5.6 Mapa de Danos

De acordo com Tinoco (2009), o mapa de danos é definido como um gráfico-fotográfico, que resume os resultados listados durante o processo de inspeção técnica. O mapa de danos pode ser usado para representar o desempenho patológico e os componentes construtivos de uma edificação.

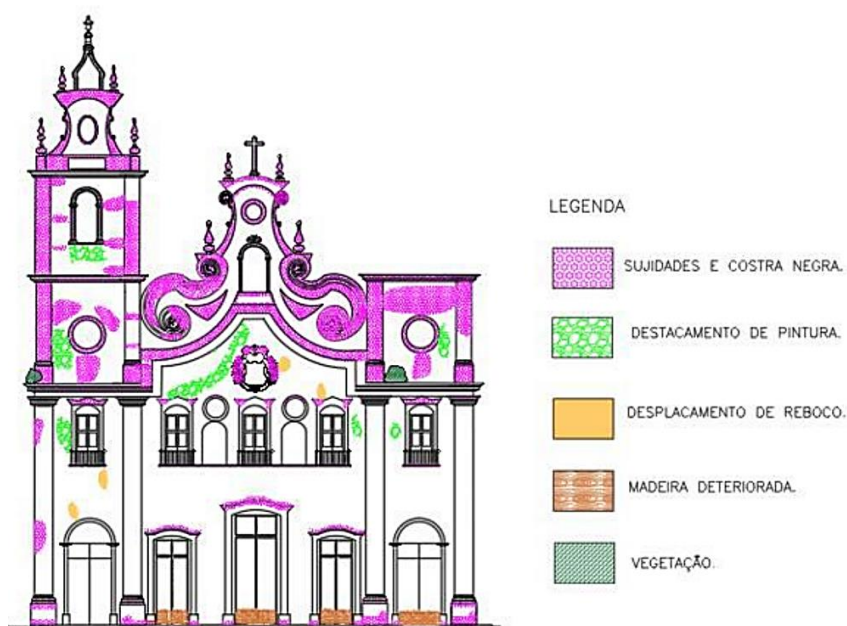
O autor mencionou ainda para o fato de não se confundir o termo mapa de danos com mapeamento de danos, pois, o primeiro correspondente ao documento ou a um conjunto de documentos que ilustram a conservação do edifício em uma data específica. Enquanto que, o mapeamento dos danos consiste numa fase das vistorias onde é feito os levantamentos, investigações e produção dos dados para elaboração do mapa de danos.

Entender a causa patológica do edifício é fundamental para a produção do mapa de danos e também pode resolver o dano que afeta a edificação.

Portanto, para a elaboração do mapa de danos, as informações sobre o edifício de pesquisa devem ser coletadas para entender melhor os problemas patológicos que podem ser encontrados durante o estágio de investigação de danos. Dessa forma, os métodos construtivos, o histórico de intervenções e entendimento da área onde está localizada a edificação, são fatores primordiais para a análise das manifestações patológicas.

A Figura 6 a seguir, apresenta o mapa de danos produzido para a Fachada Norte da Igreja do Carmo.

Figura 6 - Mapa de Danos da Fachada Norte da Igreja do Carmo

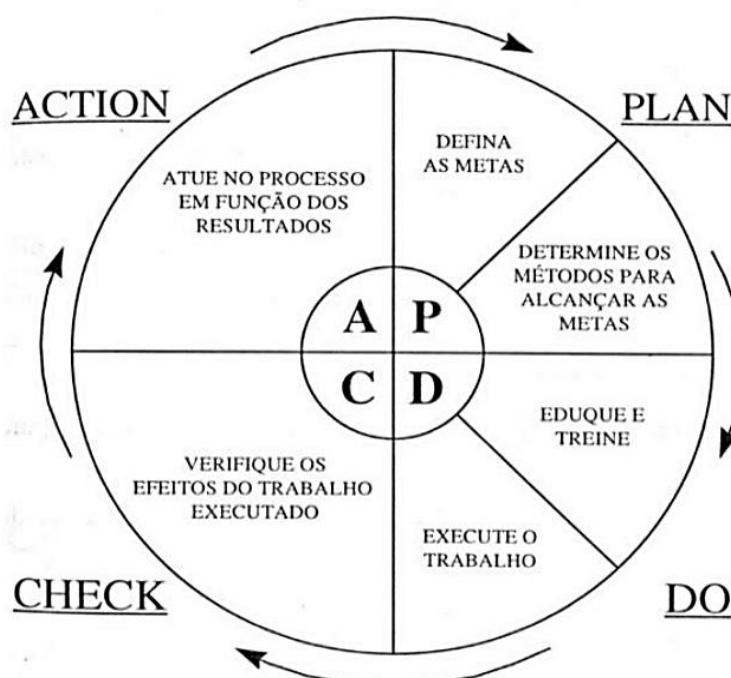


Fonte: Monteiro, et al. (2022)

5.7 Matriz GUT

Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe propuseram em 1981 a matriz de priorização de GUT como uma maneira de resolver os problemas para determinar a prioridade de várias alternativas de ação (SOTILLE, 2014). O autor também apontou que a ferramenta é um complemento na Gestão de Qualidade e está relacionado ao ciclo do PDCA, o qual se refere às ações de planejamento (Plan), execução (Do), controle (Check) e ação (Act), como demonstrado na Figura 7.

Figura 7 - Método PDCA de Gerenciamento de Processos



Fonte: Lautenschleger; et al., 2015

O Matrix GUT não é um artifício nascido na engenharia, é uma ferramenta para gerenciamento da qualidade. Representa questões por meio de quantificações que buscam estabelecer prioridades para abordá-los. As dimensões de gravidade (efeitos de longo prazo), urgência (tempo disponível para a solução dos problemas) e tendência (possibilidade de crescimento, redução ou desaparecimento do problema) são usados para apresentar e abordar os problemas. Para cada uma dessas dimensões (G, U, T), é atribuído um número entre 1 e 5, sendo 1 denotando efeitos baixos (sem gravidade, sem urgência e sem tendência a piorar) e 5 denotando efeitos altos (grave, urgente e com agravamento da situação em curto prazo). Com a numeração atribuída, é feito o produto das três dimensões para cada problema, podendo,

assim, obter valores de 1 a 125, de modo que o problema que obtiver maior valor deverá ser tratado com maior prioridade.

A aplicação deste método pode ser dividida em 4 etapas simples: listar os problemas ou pontos de análise, pontuar cada problema de acordo com os parâmetros estabelecidos, classificá-los quanto a sua priorização, e assim tomar as decisões estratégicas cabíveis (SOTILLE, 2014, p. 2). O método GUT é descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontuação GUT

Pontos	Gravidade Consequências se nada for feito	Urgência Prazo para tomada de decisão	Tendência Proporção do problema no futuro	GxUxT
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato	$5 \times 5 \times 5$ = 125
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar em curto prazo	$4 \times 4 \times 4$ = 64
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo	$3 \times 3 \times 3$ = 27
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar em longo prazo	$2 \times 2 \times 2$ = 8
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar ou até pode melhorar	$1 \times 1 \times 1$ = 1

Fonte: Daychoum (2012)

A matriz GUT é proposta como uma ferramenta para definir prioridade dadas diversas alternativas de ação: “O que deve ser feito primeiro?” ou “Por onde começar?”. Para responder a essas perguntas, a ferramenta visa considerar a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno, de forma a escolher a tomada de decisão mais favorável e menos prejudicial a situação (MEIRELES, 2001).

A principal vantagem de usar a matriz GUT para gerenciamento, é que a assistência prestada ao gestor possibilita realizar uma avaliação quantitativa dos problemas em estudo, tornando possível a priorização da correção e medidas preventivas para o extermínio total ou parcial do problema (PERIARD, 2011).

Além disso, este é um método de implementação simples e fácil, que permite a alocação de recursos no tema mais importante considerado, contribuindo para explicar o planejamento estratégico capaz de se adequar a análise e classificação de qualquer matéria em diversas áreas (SOTILLE, 2014).

5.7.1 Critério de Avaliação, Pontuação e Elaboração

Após a etapa de listagem dos problemas existentes em determinado ambiente, é necessário analisá-los de acordos com os 3 (três) parâmetros propostos pelo método GUT. A definição do conceito de cada um deles foi abordada por Meireles (2001), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros do Método GUT

VARIÁVEL	CONCEITO
Gravidade	Considera a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele
Urgência	Considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema
Tendência	Considera o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação

Fonte: Meireles (2001)

No segundo estágio desse método, o valor de 1 a 5 é atribuído às características de cada problema. Periard (2011) recomenda que a atribuição de valores seja definida através dos critérios propostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios de Pontuação

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem Gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Periard (2011)

A distribuição correta desses valores depende fundamentalmente do conhecimento técnico do gestor em cada problema. Portanto, embora essa ferramenta possa ser aplicada separadamente, obtém-se um resultado mais fiel quando aplicado por meio de um grupo de especialista, julgando cada caso através do consenso lógico (SCARTEZINI, 2009).

Para que a ordem de priorização possa ser estabelecida e as decisões referentes a resolução dos problemas possam ser tomadas, deve-se estabelecer um ranking com os resultados obtidos através da matriz. Segundo Periard (2011), o cálculo desses resultados é

realizado através da multiplicação dos parâmetros do método, como pode ser observado na simulação da Tabela 5.

Tabela 5 – Simulação de Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
A	4	4	3	48	2º
B	5	5	5	125	1º
C	3	3	1	9	3º
D	3	2	1	6	4º

Fonte: Adaptada de Periard (2011)

De acordo com o exemplo acima, a multiplicação do problema “B” indica que propõe uma prioridade mais alta na ordem de resolução, pois o “B” obtém o maior valor final em comparação com as pontuações obtidas por outros problemas.

A Tabela 6 foi elaborada de modo a facilitar a avaliação das obras, no qual a Gravidade apresenta um valor fixo e a Urgência e Tendência irá depender das particularidades da obra que está sendo vitorizada.

Tabela 6 - Modelo de avaliação de obra (Matriz GUT)

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência
Abaulamento	3	1-4	1-5
Carbonatação	3	2-4	2-5
Corrosão	3	2-5	2-5
Cupins em estrutura	1	1-5	1-5
Fissura Alvenaria	1	1-3	1-5
Fissura Pilar	3	1-5	1-3
Fissura Platibanda	2	1-3	1-3
Incêndio	2	1-5	1-5
Mofo/Bolor	1	1-4	1-5
Oxidação estrutura metálica	3	1-3	1-5
Oxidação verga/contraverga	3	1-3	1-5
Segregação	3	2-5	1

Fonte: Autor (2023)

Compreendendo a gravidade associada a cada problema listado, pode-se justificar as escolhas de acordo com a tabela de notas atribuídas:

Abaulamento (3): Abaulamento refere-se a uma deformação ou curvatura anormal em uma estrutura, indicando uma possível instabilidade ou problema estrutural.

O número atribuído reflete a gravidade do problema, indicando que o abaulamento é considerado "grave". Isso se deve ao fato de que deformações estruturais podem comprometer a estabilidade e a segurança da edificação, exigindo uma intervenção imediata para evitar danos mais sérios.

Carbonatação (3): Carbonatação é um processo químico no qual o concreto perde alcalinidade, tornando-se mais vulnerável à corrosão das armaduras metálicas.

A atribuição de "3" reflete a gravidade desse problema, pois a carbonatação pode comprometer a durabilidade e a resistência do concreto, levando a riscos estruturais significativos ao longo do tempo. Intervenções imediatas são necessárias para preservar a integridade da estrutura.

Corrosão (3): A corrosão refere-se à deterioração de materiais metálicos devido a processos químicos, resultando em perda de resistência e integridade estrutural.

A atribuição de "3" indica que a corrosão é considerada um problema grave e de alta gravidade. Isso se deve ao fato de que a corrosão pode comprometer significativamente a estabilidade de elementos estruturais, exigindo intervenções imediatas para prevenir danos irreversíveis e manter a segurança da edificação.

Cupins (1): A presença de cupins representa uma ameaça à integridade de elementos de madeira na construção, podendo comprometer a estabilidade da estrutura.

A nota "1" indica que, no momento da avaliação, a presença de cupins é considerada pouco grave. Embora represente uma ameaça aos elementos de madeira, a situação não é urgente, permitindo uma abordagem mais cautelosa para resolução.

Fissura Alvenaria (1): Fissuras na alvenaria são aberturas ou rachaduras que podem ocorrer devido a vários fatores, como movimentações naturais ou assentamento.

A nota "1" indica que, no momento da avaliação, as fissuras na alvenaria não são consideradas gravemente sérias. No entanto, monitoramento contínuo é necessário para garantir que não evoluam para problemas mais significativos.

Fissura Pilar (3): Fissuras em pilares indicam rachaduras ou aberturas nos elementos verticais de suporte da estrutura.

A nota "3" destaca a gravidade desse problema, indicando que fissuras nos pilares são consideradas graves e exigem uma intervenção imediata para evitar complicações estruturais mais sérias.

Fissura Platibanda (2): Fissuras na platibanda são aberturas ou rachaduras que podem ocorrer na parte superior de um muro ou parede de um edifício.

A nota "2" reflete que as fissuras na platibanda são consideradas "pouco graves". Embora requeiram atenção, a situação não é urgente, permitindo uma abordagem mais cautelosa para resolução.

Incêndio (2): Incêndio refere-se à ocorrência de fogo, que pode causar danos substanciais à estrutura e representar riscos à segurança.

A atribuição de "2" indica que o incêndio é considerado um problema de gravidade moderada. Embora represente uma ameaça séria à segurança, a tabela representa um incêndio leve.

Mofo/Bolor (1): Mofo e bolor referem-se ao crescimento de fungos, que podem ocorrer devido à umidade excessiva, representando um problema de saúde e, em alguns casos, danificando materiais de construção.

A nota "1" indica que, embora indesejável, o mofo/bolor não é considerado extremamente grave no momento. No entanto, é necessário monitoramento e ações preventivas para garantir a qualidade do ambiente interno.

Oxidação Estrutura Metálica (3): Oxidação em estruturas metálicas refere-se à corrosão de elementos de aço, comprometendo a integridade e resistência do material.

A atribuição de "3" destaca a gravidade da oxidação em estruturas metálicas, indicando que é um problema significativo que exige intervenção imediata para preservar a estabilidade da estrutura.

Oxidação Verga/Contraverga (3): A oxidação em vergas e contravergas refere-se à corrosão de elementos horizontais de suporte, podendo comprometer a estabilidade da estrutura.

A nota "3" destaca a gravidade desse problema, indicando que a oxidação nessas áreas é considerada grave e exige uma abordagem imediata para evitar danos estruturais mais sérios.

Segregação (3): A segregação no concreto ocorre quando os agregados se separam do cimento, comprometendo a qualidade e resistência do material.

A classificação como "grave" (nota 3) indica que a segregação é considerada um problema significativo, exigindo atenção imediata para preservar a integridade e a durabilidade do concreto estrutural.

5.8 Patologia no concreto armado

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento – as estruturas de concreto armado devem ser projetadas e construídas de modo a manter sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante sua vida útil.

Por ser um material não inerte, o concreto está sujeito a sofrer alterações ao longo do tempo devido a interações entre seus elementos construtivos (cimento, areia, brita, água e aço) com aditivos ou agentes externos (ácidos, gases, sais, entre outros) (LAPA, 2008).

As mudanças causadas por essas interações são anomalias, chamadas manifestações patológicas, que apresentam sintomas indicando que a estrutura está “doente”. Vitório (2003) apontou que um dos sintomas mais comuns é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas, que correspondem a aberturas de espessuras distintas que podem aparecer de maneira expressiva ou em forma de linha na superfície de qualquer material sólido.

Para Olivari (2003), além dessas aberturas, estão entre os sintomas mais comuns dos problemas patológicos nas edificações o esmagamento do concreto, a corrosão de armadura, a ruptura do concreto, as manchas e sua desagregação.

Em sua dissertação, Valente (2008) apresenta a Tabela 7 retirada de um estudo realizado por Jean Blevot (1974) sobre os fatores causadores das manifestações patológicas em estrutura de concreto armado. Esses resultados foram obtidos com base na análise de 2.979 sinistros existentes nos arquivos do Bureau Securitas e Socotex.

Tabela 7 – Distribuição percentual das causas de defeitos em construções de concreto

Tipo de Problema	(%)
Erros de concepção	3,5
Erros nas hipóteses de cálculo, erros materiais e ausência de estudos	8,5
Disposições defeituosas em certos elementos ou na transmissão de esforços	2,5
Falhas resultantes de deformações excessivas	19,7
Falhas resultantes dos efeitos de variações dimensionais (térmica)	43,7
Defeitos de execução	16,5
Fenômenos químicos	4,0
Causas diversas	1,6

Fonte: Valente (2008)

O estudo das manifestações patológicas é essencial para a avaliação correta das estruturas e adoção das soluções de recuperação/proteção que satisfaçam técnica e economicamente.

5.8.1 Mecanismo de deterioração e envelhecimento do concreto

O conjunto de deterioração ao qual está exposta uma edificação gera diferentes tipos de anomalias. Essas anormalidades podem trazer vários motivos, como o envelhecimento natural dos edifícios, acidentes e irresponsabilidades profissionais (VIEIRA, 2016).

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) ao menos o mecanismo de envelhecimento e deterioração da estrutura de concreto relativos ao próprio concreto, à armadura e à estrutura propriamente dita, devem ser consideradas.

5.8.2 Diagnóstico em estruturas de concreto armado

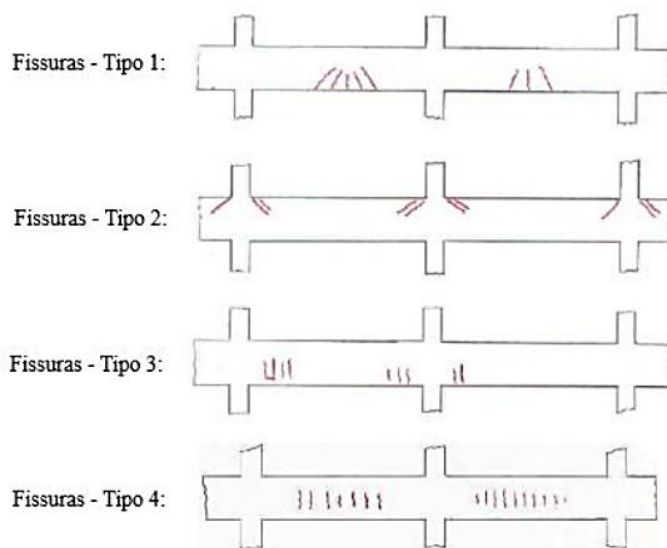
Geralmente, problemas patológicos são evolutivos, apresentando uma tendência pior ao longo do tempo. É possível afirmar que quanto mais cedo as correções devidas forem executadas, mais baratas, fáceis e duráveis serão (HELENE, 1992). Portanto, é fundamental estabelecer um diagnóstico preciso, informando o tipo de manifestação patológica, o grau de periculosidade e a urgência dos reparos necessários.

Para definir a periculosidade e a urgência do problema em uma análise de fissuração em uma edificação, deve ser classificado e determinado se o processo é estável ou se as causas ainda atuam sobre a peça (OLIVARI, 2003).

5.8.2.1 Fissuras em vigas

Segundo Thomaz (1989), as fissuras em vigas se localizam perpendicularmente aos esforços de tração, sendo praticamente verticais no terço médio do vão e possuem aberturas maiores em direção à face interior no qual a viga está sofrendo maior valor de tração. Nos apoios as fissuras tem inclinação próxima a 45° com a horizontal, devido ao esforço cortante. Em vigas altas a inclinação tende a ser 60°.

Essas fissuras começam em áreas de tração. Quando estão próximas da linha neutra diminuem de tamanho, até desaparecerem na compressão. As manifestações típicas ocasionadas por este processo podem ser observadas na Figura 8.

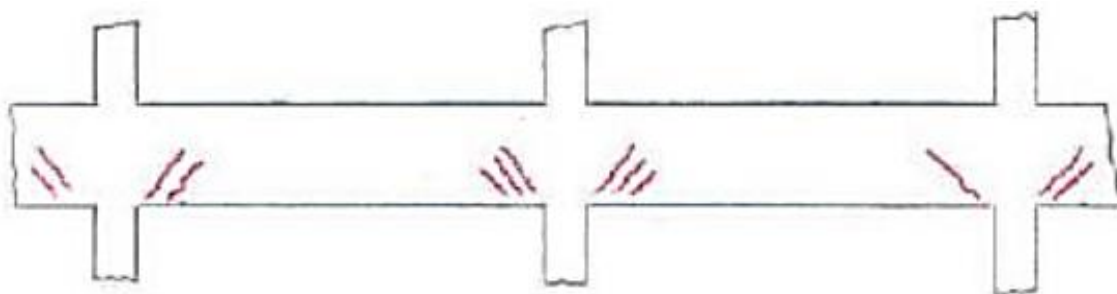
Figura 8 – Fissuras de flexão de vigas

Fonte: Olivari (2003)

As fissuras do tipo 1 podem ser causadas por meio de sobrecargas não previstas e pela insuficiência de armadura longitudinal positiva ou de ancoragem referente a ela. As fissuras do tipo 2 ocorrem por causas semelhantes às do tipo 1, mas estão relacionadas à armadura longitudinal negativa (OLIVARI, 2003).

O aparecimento de fissuras do tipo 3 podem ocorrer após o deslizamento da armadura longitudinal devido à falta de aderência. Além disso, eles também podem ser causados pela ancoragem insuficiente das armaduras e pelo uso de concreto de resistência inadequada. O surgimento do tipo 4 pode estar relacionada à secagem prematura do concreto (cura inadequada), à razão água/cimento inadequada, à contração térmica devido a diferenças de temperatura e ao adensamento inadequado (OLIVARI, 2003).

De acordo com Thomaz (1989), as fissuras também podem ocorrer em vigas solicitadas à flexão quando estiverem deficientemente armadas ao cisalhamento, provocando inicialmente o seu surgimento apenas nas proximidades dos apoios, conforme Figura 9.

Figura 9 – Fissuras de cisalhamento

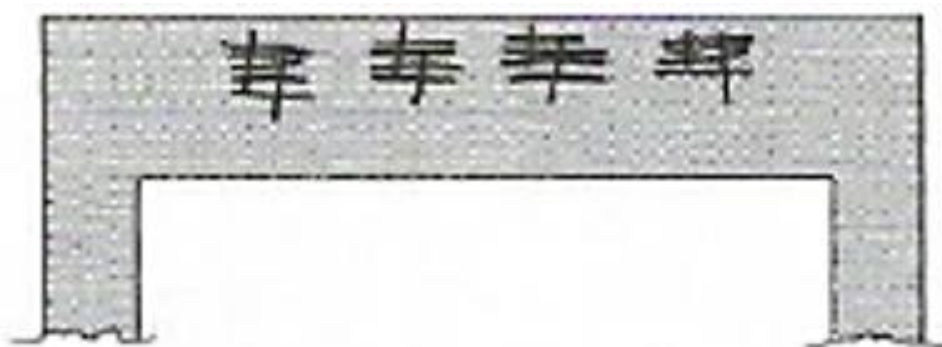
Fonte: Olivari (2003)

5.8.2.2 Esmagamento do concreto em vigas

Fissuras localizadas na área comprimida e paralelas ao eixo da viga geralmente causam esmagamento do concreto.

Segundo Thomaz (1989), a execução de vigas superarmadas pode acarretar no surgimento de trincas na zona comprimida da viga, o que indica o esmagamento do concreto. A manifestação típica desse processo é mostrada na Figura 10.

Figura 10 – Esmagamento do concreto



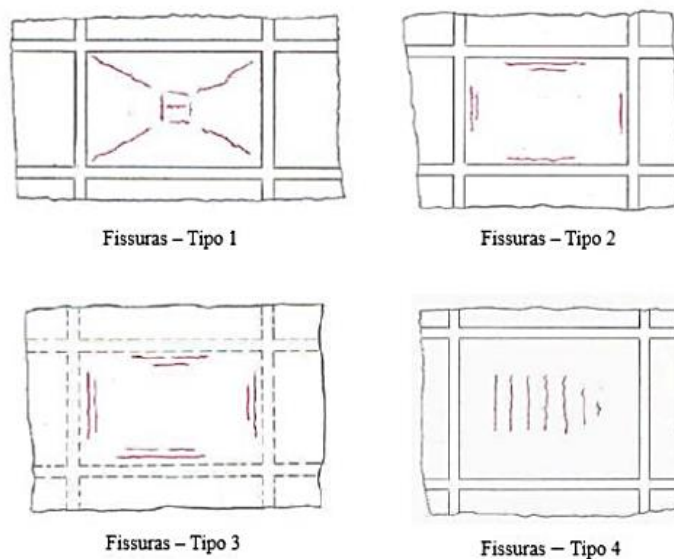
Fonte: Helene (1992)

Além disso, as sobrecargas não previstas no cálculo da estrutura e a utilização de concreto de resistência inadequada, também podem acarretar o processo de esmagamento de concreto (HELENE, 1992).

5.8.2.3 Fissuras em lajes

O surgimento de rachaduras em lajes pode apresentar aspectos que variam de acordo com as condições de contorno da laje (apoio livre ou engastado), a relação entre comprimento e largura, o tipo de armação e a relação entre a natureza e intensidade da solicitação (THOMAZ, 1989).

As manifestações típicas referentes a este processo podem ser observadas na Figura 11.

Figura 11 – Fissuras em lajes

Fonte: Olivari (2003)

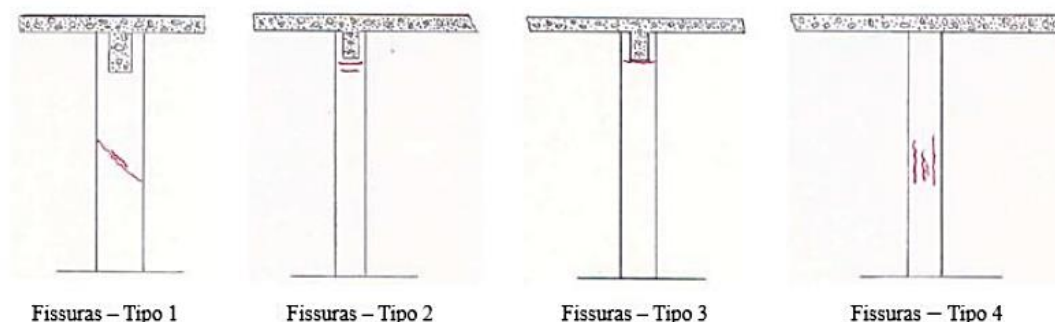
Devido ao efeito da deformação precoce ou sobrecarga não planejada, as fissuras do tipo 1 podem ocorrer na face inferior da laje. Além disso, devido ao comprimento de ancoragem insuficiente e a armadura insuficiente ou mal posicionada (HELENE, 1992).

Outras manifestações que também podem ocorrer na face inferior da laje são às do tipo 2. Esse processo pode ser causado por espessura insuficiente de concreto ou sobrecarga acima do cálculo da estrutura. Devido à sobrecarga não preditiva ou falta de reforço ou posições ruins, o aparecimento de rachaduras tipo 3 aparece na parte superior da laje (OLIVARI, 2003).

Para Helene (1992), as fissuras do tipo 4 estão relacionadas ao processo de retração hidráulica e contração térmica. As causas possíveis podem ser: a cura ineficiente do concreto, o excesso de água de amassamento, a proteção ineficiente ou o excesso de calor de hidratação.

5.8.2.4 Fissuras em pilar

De acordo com Thomaz (1989), as fissuras nos pilares podem ser expressas na direção da vertical, horizontal ou até ligeiramente inclinada. Essas performances podem ocorrer de diversas formas, conforme a Figura 12.

Figura 12 – Fissuras em pilar

Fonte: Olivari (2003)

A manifestação de fissura em pilar do tipo 1 pode ser devido a recalques de fundação, a ação de cargas superiores a prevista e a utilização de concreto de resistência inadequada (OLIVARI, 2003).

O segundo tipo de rachaduras pode ser causado pelo uso de fôrmas não estanques, pelo uso de concreto muito fluido, pela realização de concretagem simultânea dos pilares, vigas e lajes e pelo mau adensamento do concreto. As fissuras tipo 3 podem ser causadas por excesso de cimento (exsudação) ou nata no topo do pilar (HELENE, 1992).

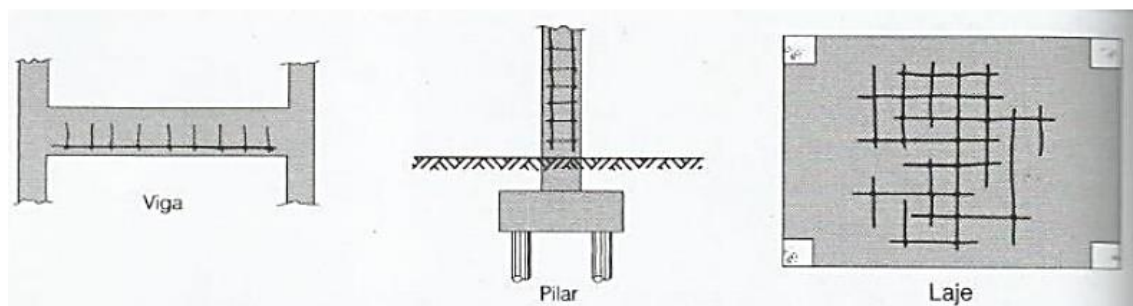
Segundo Thomaz (1989), a fissura do tipo 4 ocorre em cerca de um terço da altura média do pilar, dependendo da diferença entre os módulos de deformação do agregado e da argamassa intersticial, o que leva à formação de superfícies de cisalhamento paralelas a direção do esforço de compressão, indicando a insuficiência dos estribos.

5.8.2.5 Corrosão de armaduras

Nas reações de corrosão ocorre o processo de expansão causado pela produção de óxido de ferro, cujo volume é consideravelmente maior do que o do metal original, causando o fissuramento do concreto da área perto da armadura (THOMAZ, 1989).

Na Figura 13, é possível observar a manifestação típica ocasionada por este processo em vigas, pilares e lajes

Figura 13 – Manifestação típica de corrosão de armaduras em elementos estruturais



Fonte: Helene (1992)

A corrosão dessas armaduras pode causar trincas, deslocamentos do concreto e perda de seção de aço na área afetada. A Figura 14 apresenta fissuras em uma viga causadas pela expansão dos óxidos de ferro durante um processo de corrosão generalizada.

Figura 14 – Fissura em viga causada pela expansão de óxidos gerados na corrosão



Fonte: Aguiar (2014)

As fissuras causadas pela corrosão da armadura não apenas afetam a aparência da estrutura, mas também traz aos usuários uma sensação de insegurança e desconforto, como também afetam a resistência dos elementos sujeitos ao processo.

No elemento comprimido, as fissuras e o deslocamento do concreto reduzem a área da seção transversal e, portanto, reduz sua capacidade de carga. Em elementos submetidos à flexão, a perda de seção na armadura tracionada se torna cada vez mais importante.

5.8.2.6 Ninhos de Concretagem

De acordo com Zuchetti (2015), a formação de ninhos de concretagem é ocasionada devido a expansão do volume do aço gerada por produtos químicos decorrentes da corrosão das armaduras (como óxidos ferrosos). Essa expansão das barras acarreta em um quadro de fissuração, o que faz com que o concreto se desintegre, como mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Ninhos e segregações no concreto



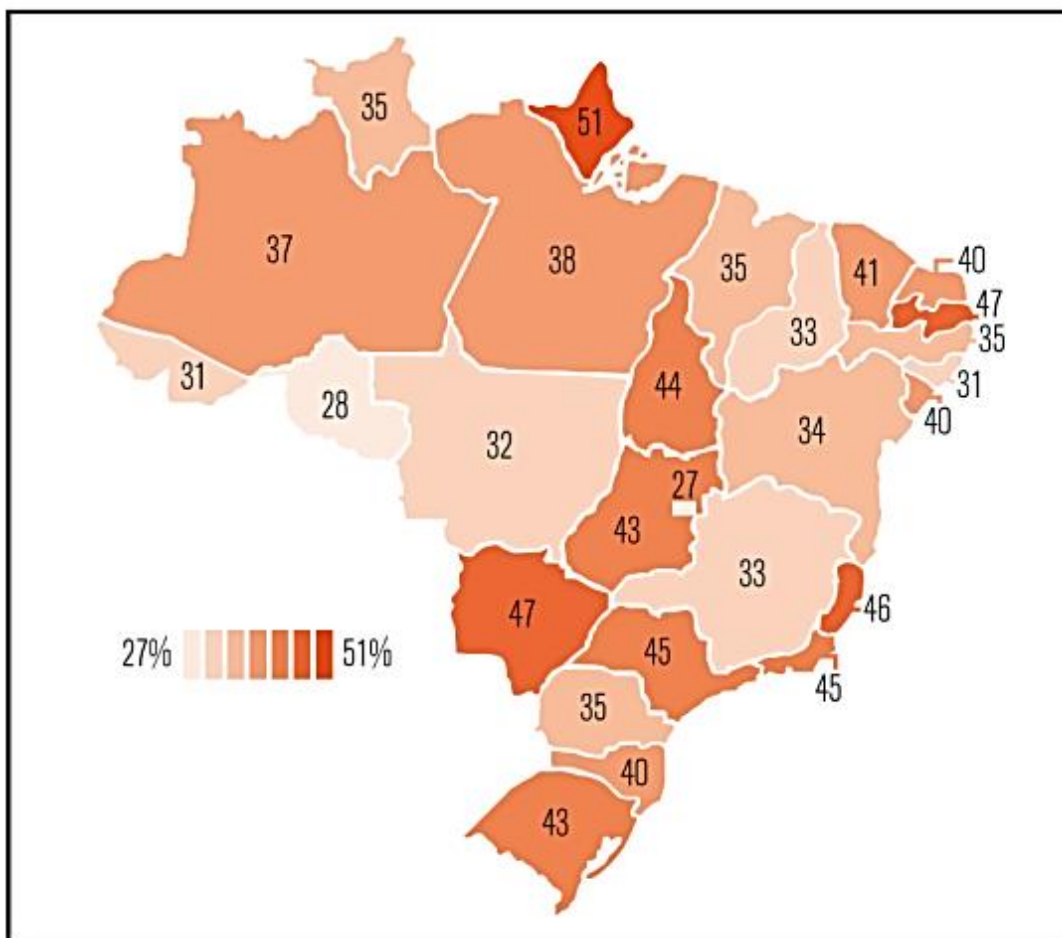
Fonte: Tecnosil (2020)

A NBR 14931 (ABNT 2004, p. 20) enfatiza a importância de cuidados adicionais no lançamento de concreto em peças cuja altura de lançamento seja superior a dois metros. Essa situação é propícia a segregação e falta de argamassa, responsáveis pela formação dos ninhos de concretagem.

5.9 Estruturas inacabadas no Brasil

A realidade das obras públicas e privadas no Brasil revela muitas obras inacabadas e abandonadas, que têm um impacto negativo na economia e, conseqüentemente, para diversos âmbitos da sociedade. A Figura 16 ilustra os índices de obras públicas abandonadas contabilizadas por estado.

Figura 16 – Mapa de calor dos percentuais de obras paralisadas



Fonte: TCU (Tribunal de Contas da União, 2019)

Conforme observado na Figura 16, há uma distribuição nivelada de obras paralisadas em todos os estados. De acordo com o TCU (Tribunal de Contas da União, 2019), o principal motivo para as ocorrências foram: contratação com base em projeto básico deficiente, insuficiência de recursos financeiros e dificuldade de gestão dos recursos recebidos.

Esses tipos de obras tornaram-se parte das paisagens urbanas em várias regiões do Brasil. Grandes empreendimentos como hotéis, edifícios residenciais e comerciais, fábricas, casarões, dentre outros, são exemplos de edificações em que no passado já teve grande prestígio e utilidade, mas que hoje não passam de estruturas em deterioração.

Os motivos para o abandono de uma edificação variam de acordo com a origem da gestão dessas construções. Enquanto empreendimentos particulares geralmente foram finalizados e já possuíam alguma função no passado, obras com gestão pública geralmente ficam inacabadas sem nenhuma possibilidade de serem ocupadas.

Um dos principais motivos para o abandono de uma edificação particular é a falta de recursos para mantê-la. Segundo Teixeira (2013), outros motivos relevantes para o abandono de edificações são dívidas de IPTU, conflitos judiciais e disputas familiares.

Já em obras públicas, as duas principais razões para deixar trabalhos inacabados são a má gestão pública e a tradição de paralisar uma obra a frente de um problema grave.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

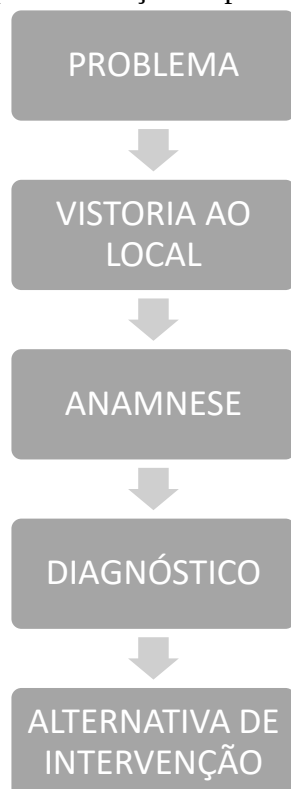
Este capítulo teve como objetivo definir a metodologia utilizada na pesquisa, bem como indicar as ferramentas que foram usadas na realização e análise dos resultados. A metodologia se apresenta basicamente em seis etapas: Objeto de estudo e história; Registro fotográfico e identificação de patologia; Registro das medições de campo; Caracterização do problema no Mapa de Danos; Aplicação da matriz GUT para propor ações futuras e Análises dos resultados.

Para o trabalho, foi desenvolvido um estudo de caráter exploratório sobre os conceitos relevantes para a construção de uma base teórica com o objetivo de propor uma aplicação ordenada e sistemática sobre patologias na construção civil.

O mesmo apresentou um estudo preliminar qualitativo, utilizando métodos e modelos de análise de problemas, recorrendo a tipologias e conceitos recolhidos durante uma revisão de literatura, e aplicando métodos básicos de resolução de problemas.

Para tornar o processo de estudo de caso para problemas patológicos mais simples e objetivo, foi empregada uma metodologia estruturada básica para análise de problemas. A Figura 17 apresenta um fluxograma baseado no processo de análise e pesquisa.

Figura 17 – Fluxograma para resolução de patologias da construção civil



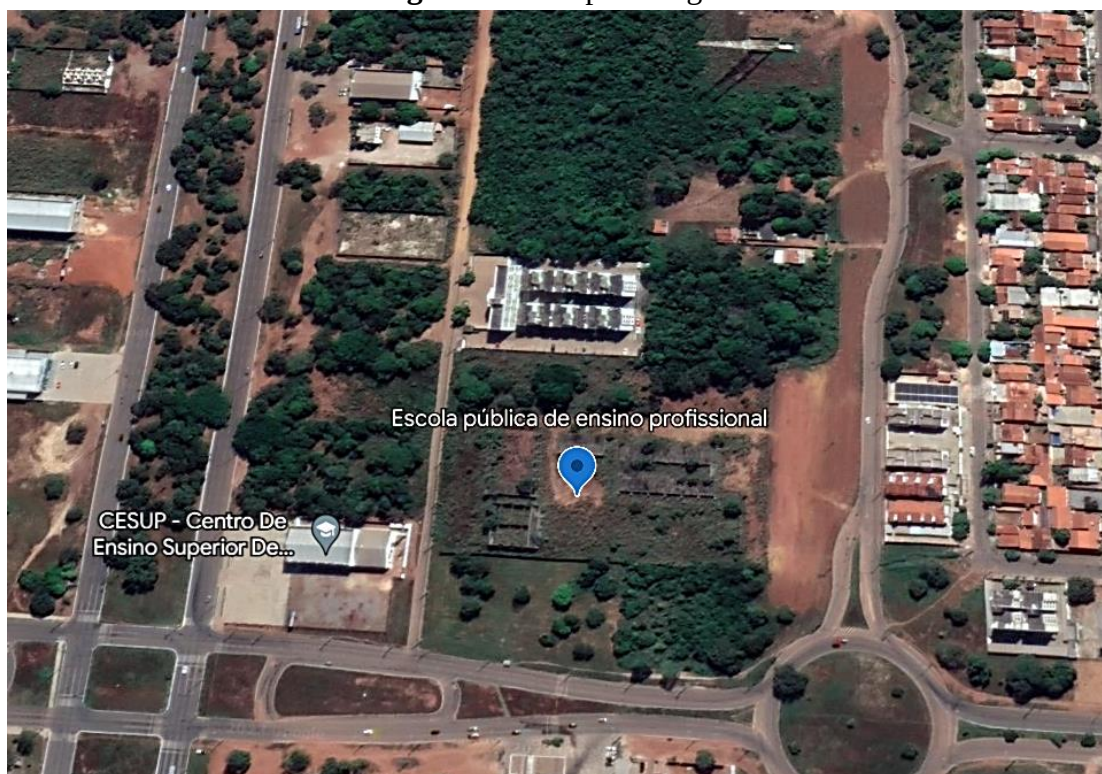
Fonte: Adaptado de Zuchetti (2015)

Foi realizada a identificação da edificação a ser analisada com as informações relevantes para uma análise apropriada. O mapeamento da obra identificou e diagnosticou as manifestações patológicas existentes e indícios de possíveis novas ocorrências. A sintomatologia apontou as possíveis causas e efeitos das manifestações patológicas. A análise e aplicação dos casos na matriz GUT estabeleceu a prioridade dos planos de ação com base na Gravidade, Urgência e Tendência da patologia sobre a edificação. Por fim, então, a terapêutica para resolução dos casos.

6.1 Objeto de estudo e história

O local do estudo foi uma obra de uma escola pública de ensino profissional parada e abandonada há quase 10 anos em Palmas-TO. Localizado no ACSU-SE 110, mais conhecida como 1102 Sul (Figura 18). A construção começou em dezembro de 2012 e foi paralisada em novembro de 2014. Durante esse período, o pagamento atrasado e a incompatibilização dos projetos levaram à rescisão dos contratos. Sem ninguém trabalhando no local, o matagal tomou conta e mesmo as vigas e lajes que estão prontas começaram a apresentar problemas.

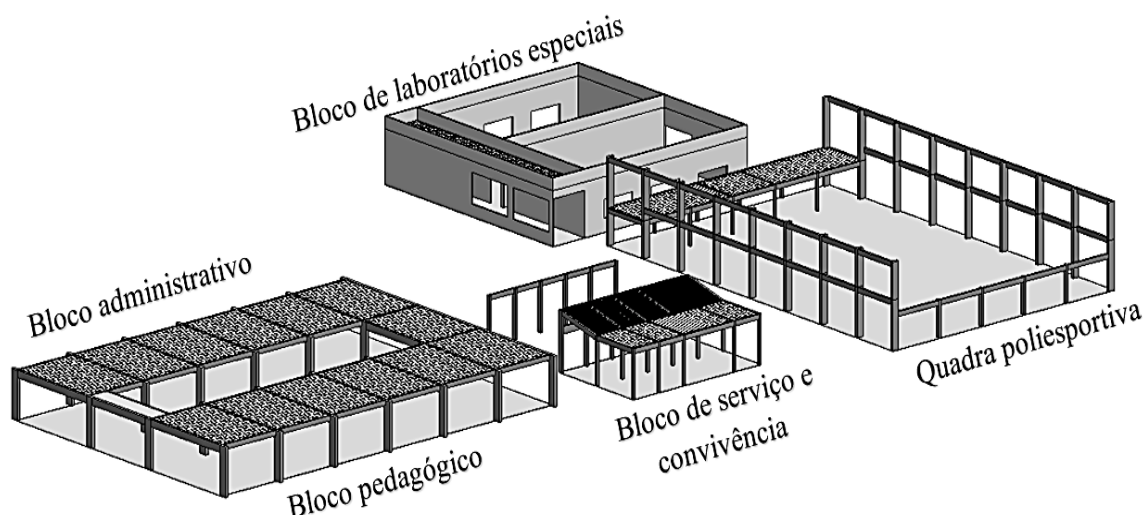
Figura 18 – Mapa da região



Fonte: Google Earth (2023)

A construção tinha um orçamento de R\$ 15 milhões, mas não passou da primeira fase. Ficou paralisada no estágio estrutural inicial (Figura 19), portanto, foi avaliado se a estrutura ainda estava apta a continuar sem intervenção, se ela precisava de alguma intervenção básica ou mesmo algum reforço estrutural para poder dar continuidade.

Figura 19 – Modelagem 3D (Situação atual)



Fonte: Autor (2023)

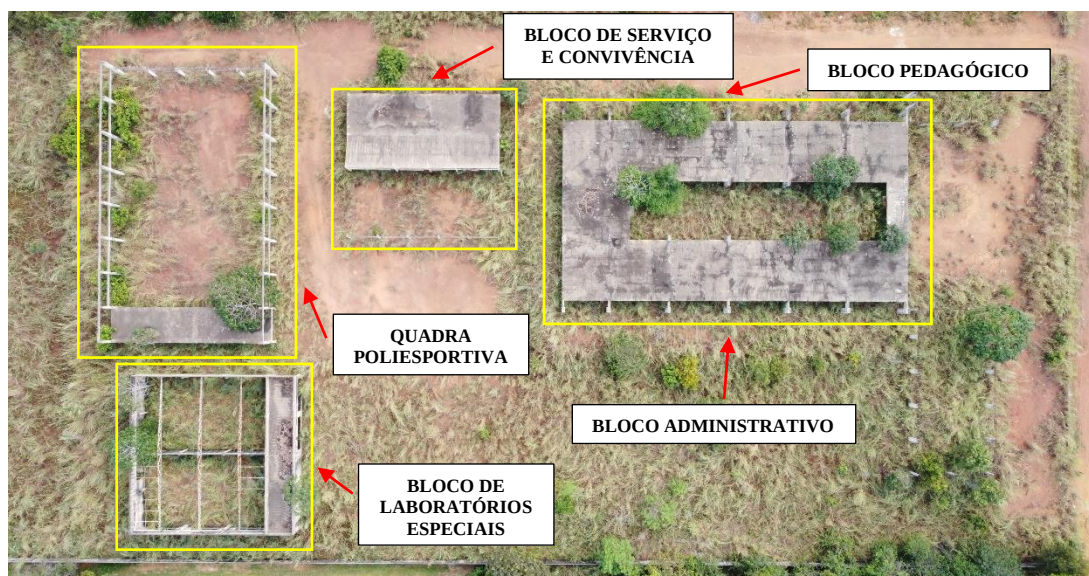
Nas Figuras 20 e 21, é possível visualizar a edificação recentemente, e na Figura 22 a maquete de como ficaria a edificação pronta.

Figura 20 – Edificação estudada (Escola pública de ensino profissional)



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 21 – Locação da edificação estudada



Fonte: Adaptada de Salles Neto (2022)

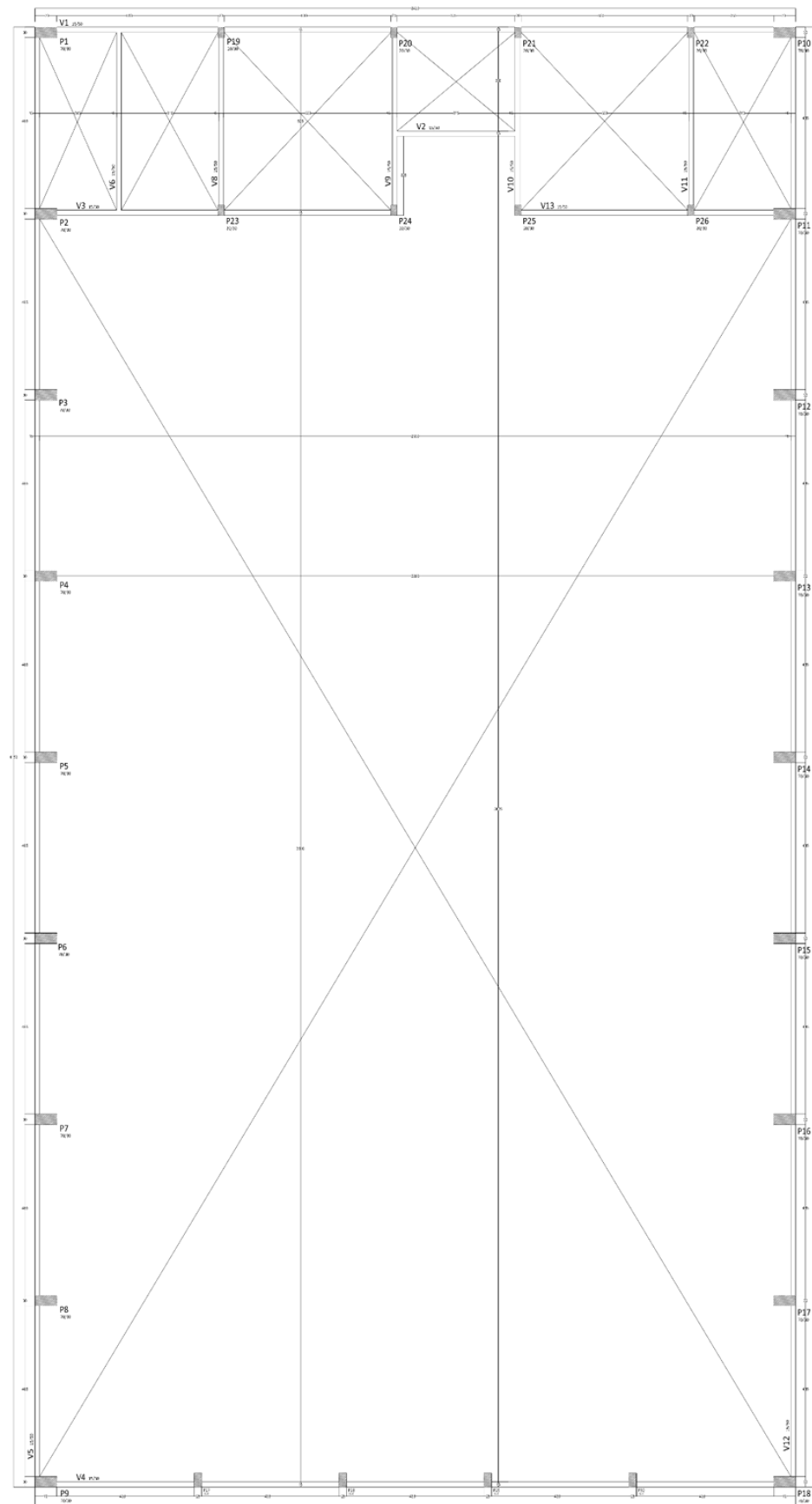
Figura 22 - Maquete digital do projeto finalizado



Fonte: Secretaria da educação e cultura superintendência de obras (SEDUC, 2010)

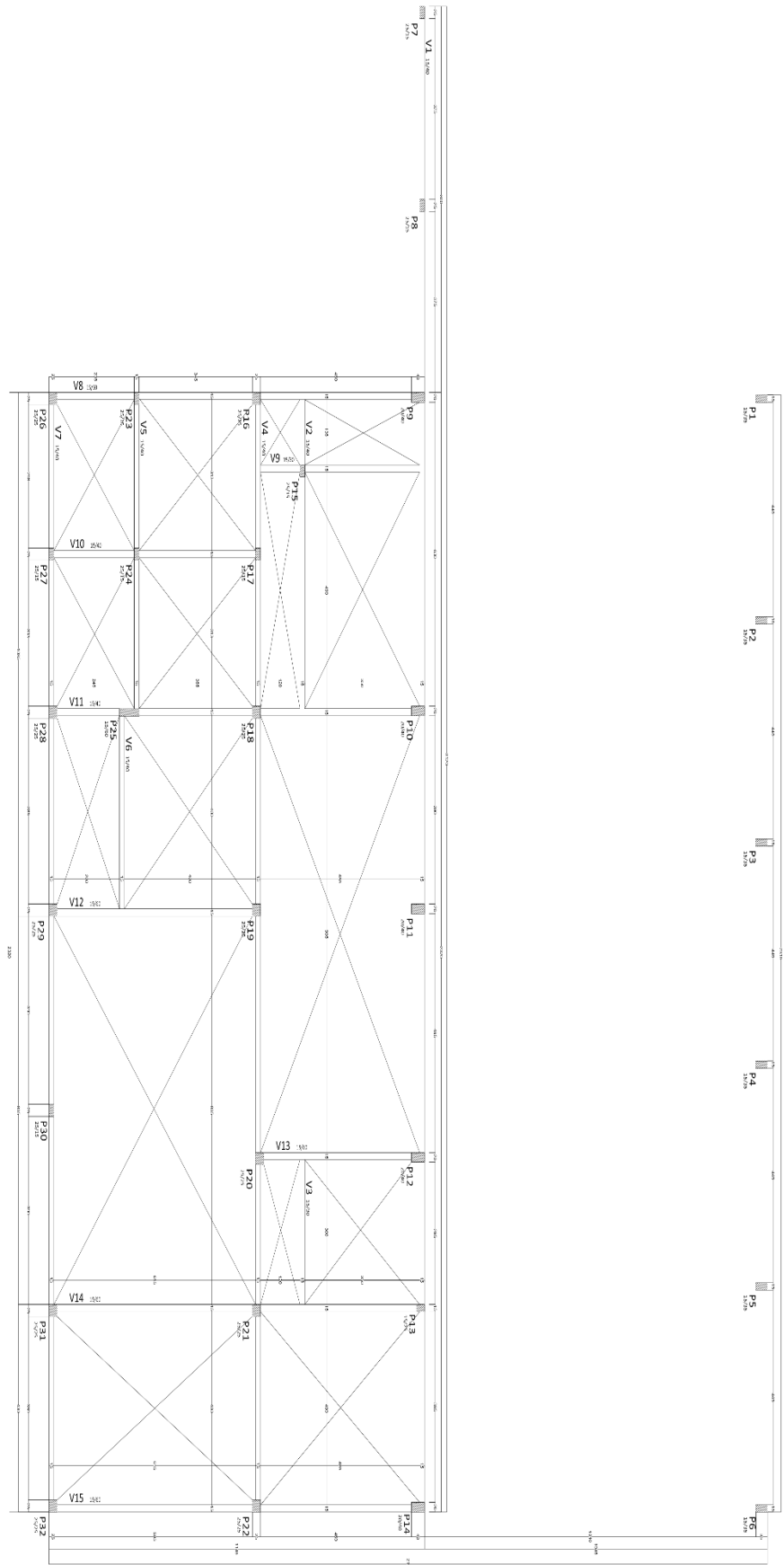
Nesse caso, foi necessário apresentar nesse estudo de caso a parte arquitetônica projetada nos softwares e figuras de algumas particularidades encontradas na edificação

Figura 24 – Planta de Fôrma – Quadra Poliesportiva (Sem escala)



Fonte: Adaptado de Secretaria da educação e cultura superintendência de obras (SEDUC, 2011)

Figura 25 – Planta de Fôrma – Bloco de serviço e convivência (Sem escala)



Fonte: Adaptado de Secretaria da educação e cultura superintendência de obras (SEDUC, 2011)

6.2 Registro fotográfico e identificação de patologia

Para a realização da inspeção visual, foi preciso visitar a obra de estudo para determinar o estado de conservação e ter conhecimento das manifestações patológicas existentes no local. Portanto, foi utilizado equipamento para fotografar as manifestações patológicas encontradas, alguns objetos para utilizar como referência dimensional das manifestações a serem fotografadas, trena, lanterna para melhor visualizar as características das manifestações, equipamento para medir as possíveis fissuras, rachaduras ou trincas. Em seguida, as imagens foram classificadas e empregadas de acordo com a manifestação patológica representada.

6.3 Registro das medições de campo

Nesta etapa preliminar da pesquisa da edificação, foram utilizados dois softwares: AutoCAD e Revit. Ambos foram usados para fazer projetos arquitetônicos, no entanto, são softwares diferentes entre si. O AutoCAD se concentra em peças de desenho de engenharia 2D, enquanto o Revit é uma ferramenta de modelagem 3D.

6.4 Caracterização do problema no Mapa de Danos

O próximo passo foi selecionar e analisar as patologias encontradas utilizando o mapa de danos para fazer o levantamento físico, de modo a determinar o tipo de material em cada patologia, mostrando em plantas para melhor compreensão.

Tinoco (2009) apontou que o mapa de danos é um gráfico-fotografia onde estão ilustradas e especificadas com rigor e cuidado todas as manifestações patológicas da edificação, enfatizando o resultado da investigação.

Portanto, esse documento permitiu entregar um estudo detalhado a fim de garantir que na próxima etapa fosse bem aplicada.

6.5 Aplicação da matriz GUT para propor ações futuras

Logo após o levantamento histórico e arquitetônico, registros fotográficos e o resultado do mapa de danos completo em mãos, a Matriz GUT foi desenvolvida.

Foram listadas todas as manifestações patológicas encontradas, e a tabela foi preenchida atribuindo notas que correspondiam a Gravidade, Urgência e Tendência de cada dano, promovendo assim a decisão correta, considerando os possíveis riscos e prejuízos à edificação.

Após determinados os pesos para cada item (Gravidade, Urgência e Tendência), foi classificado o nível de cada problema nas três funções e calculado o produto dos seus respectivos valores ($G \times U \times T$).

6.6 Análises dos resultados

Após o mapeamento de danos e as ferramentas da matriz GUT, foi possível obter os relatórios para analisar e gerar os resultados das principais manifestações patológicas do edifício, suas causas e possíveis reparos.

Além disso, e com os dados da vistoria, as sugestões dadas puderam ser adotadas para cada manifestação patológica encontrada na edificação.

Cada caso de manifestação patológica encontrada na edificação foi estudado e analisado individualmente, buscando o que fosse de melhor e com bastante cautela, para proceder de forma coerente e sensata em cada patologia.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao conduzir as análises técnicas, destacou-se a importância crucial da avaliação visual como ponto de partida essencial para a pesquisa. Dentro desse contexto, ficou evidente que a avaliação visual, aliada ao suporte de ferramentas como o registro de danos, desempenhou um papel fundamental na identificação de manifestações patológicas. Esse processo foi aprimorado pela subsequente aplicação da Matriz GUT, que permitiu avaliar a gravidade, urgência e tendência, contribuindo significativamente para a riqueza dos resultados. Essa abordagem sólida forneceu uma base substancial para a formulação de um plano abrangente de restauração no futuro.

Para uma abordagem mais aprofundada, a avaliação foi segmentada em quatro partes distintas para fins de estudo: bloco pedagógico e administrativo; bloco de serviço e convivência; quadra poliesportiva e bloco de laboratórios especiais.

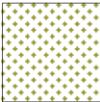
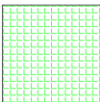
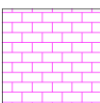
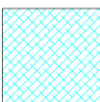
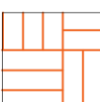
Durante as minuciosas vistorias conduzidas no edifício, diversas manifestações patológicas foram identificadas como possíveis desencadeadoras das condições patológicas mencionadas nesta pesquisa. Essas incluíram variações de temperatura, rupturas localizadas nos elementos estruturais, exposição à radiação solar, excesso de umidade, reparos mal executados, presença de vegetação, lixiviação de materiais, infestação de insetos e degradação de diversos elementos.

Assim, as principais manifestações patológicas identificadas abrangeram eflorescência, fissuras e rachaduras, infiltrações e crescimento de mofo/bolor.

7.1 Mapa de danos

Conforme a abordagem metodológica, após a inspeção visual, a edificação, tanto interna quanto externamente, foi minuciosamente documentada por meio de registros fotográficos. Essa prática possibilitou a análise aprofundada das patologias, permitindo sua avaliação em termos de gravidade. A Figura 27 exemplifica o formato de legenda adotado para representar as patologias, utilizando hachuras no software AutoCAD.

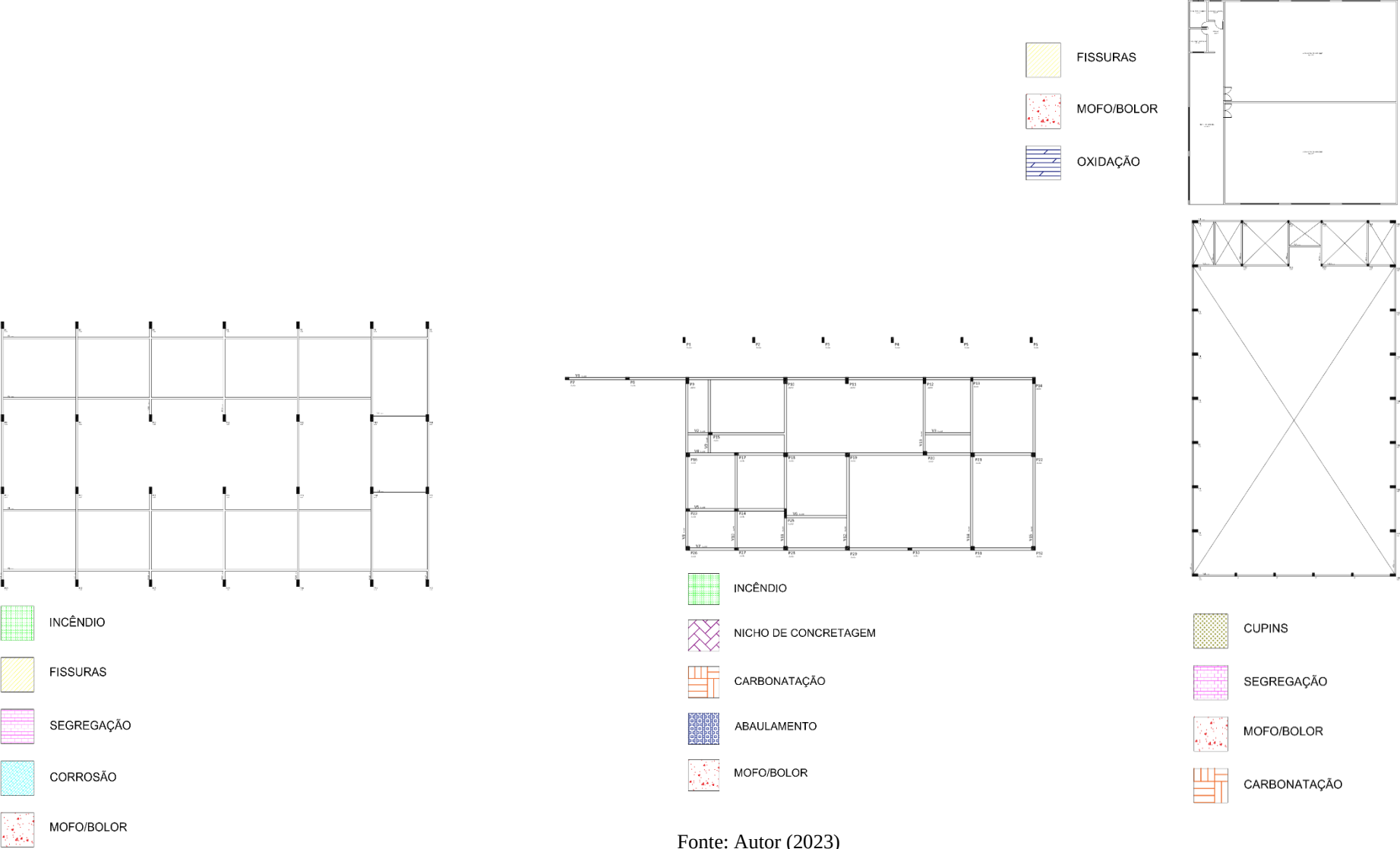
Figura 27 – Legenda gráfica para identificação das patologias no mapa de danos

	CUPINS
	INCÊNDIO
	FISSURAS
	SEGREGAÇÃO
	CORROSÃO
	MOFO/BOLOR
	NICHO DE CONCRETAGEM
	CARBONATAÇÃO
	ABAULAMENTO

Fonte: Autor (2023)

Na Figuras 28, é apresentada representações gráficas detalhadas da planta baixa da edificação, oferecendo uma visão das manifestações patológicas identificadas. Esse processo foi meticulosamente executado no software AutoCAD, sem escala, para garantir a fidedignidade das representações.

Figura 28 – Planta baixa do mapa de danos da edificação (sem escala)



Fonte: Autor (2023)

7.2 Matriz GUT

Posteriormente, os resultados da representação gráfica do mapa de danos foram complementados com registros fotográficos e tabelas da Matriz GUT. Portanto, é aconselhável segmentar cada área da edificação estudada, a fim de facilitar a compreensão das patologias identificadas.

7.2.1 Bloco pedagógico e bloco administrativo

Dentro do Bloco Pedagógico, houve uma descoberta intrigante - um incidente de incêndio ocorreu em uma região específica da laje (conforme ilustrado na Figura 27), suspeita-se que tenha sido causado por intrusos durante o processo de construção. O concreto armado, quando exposto a temperaturas superiores a 100 °C, perde sua qualidade de material "homogêneo" à medida que a temperatura se eleva, devido às inúmeras transformações químicas, físicas e mineralógicas que ocorrem em sua estrutura original.

Figura 27 - Local da laje afetada pelo fogo



Fonte: Salles Neto (2022)

Ao analisar visualmente a situação em questão, torna-se evidente que o problema parece ser predominantemente de natureza estética, uma vez que não há alterações visíveis nas faces da laje e vigas

No pilar, observou-se uma fissura longitudinal na face inferior de um dos pilares, acompanhada por um deslocamento do concreto (como ilustrado na Figura 28), resultando em uma pequena abertura no pilar. Ao examinar essa abertura com mais detalhes, tornou-se claro que o espaçamento entre as cordoalhas de protensão e as armaduras longitudinais é mínimo, o que levou a um preenchimento inadequado do concreto nessa área do pilar, bem como a uma falta de cobertura adequada.

Figura 28 - Fissura com deslocamento do concreto



Fonte: Salles Neto (2022)

As Figuras 29 e 30 destacam vários pontos onde ocorreu segregação do concreto, possivelmente devido ao vazamento da nata de cimento através de frestas nas áreas mal travadas das formas ou ao adensamento inadequado, além de possíveis incompatibilidades entre os projetos de formas e de armação.

Figura 29 - Segregação nos pilares



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Figura 30 - Segregação nas lajes



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Em alguns locais, a armadura da viga (como mostrado na Figura 31) foi exposta, e com o passar do tempo, sofreu corrosão, comprometendo sua eficácia.

Figura 31 - Armaduras corroídas nas lajes



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Na Figura 32, é possível observar na parte superior das lajes a presença de bolor, uma ocorrência que se deu devido à exposição constante às intempéries e ao ambiente externo.

Figura 32 - Vista superior do bloco pedagógico e bloco administrativo

Fonte: Salles Neto (2022)

A Tabela 8 apresenta a Matriz GUT para o Bloco Pedagógico e administrativo.

Tabela 8 - Matriz GUT do bloco pedagógico e administrativo

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Incêndio	2	1	2	4	5º
Fissura Pilar	3	2	2	12	2º
Segregação	3	2	1	6	4º
Corrosão	3	3	2	18	1º
Mofo/bolor	2	1	3	6	3º

Fonte: Autor (2023)

O incêndio é classificado com uma gravidade de 2 (pouco grave), uma urgência de 1 (pode esperar), pois não gerou danos, e uma tendência de 2 (irá piorar a longo prazo), podendo ocorrer novos incêndios. Como resultado, a multiplicação de $G \times U \times T$ é igual a 4, e o problema é classificado com uma prioridade de 5º. Isso sugere que o incêndio não é uma preocupação significativa no momento.

As fissuras apresentam uma gravidade de 3 (grave), uma tendência de 2 (irá piorar a longo prazo), e urgência 2 (pouco urgente), a multiplicação $G \times U \times T$ é 12, e o problema é

classificado com uma prioridade de 2º. Isso indica que as fissuras são um problema importante que precisa ser tratado, especialmente devido à tendência de piorar.

Quanto a segregação, com uma gravidade de 3 (grave), uma urgência de 2 (pouco urgente) e uma tendência de 1 (não irá mudar), o resultado do cálculo $G \times U \times T$ é 6, e o problema é classificado com uma prioridade de 4º. Isso sugere que a segregação é um problema sério, mas com menor urgência e tendência de piorar.

A corrosão com a maior gravidade (3), a maior urgência (3) e uma tendência de 2, o $G \times U \times T$ é 18, tornando a corrosão a maior prioridade (1º) na lista. Isso indica que a corrosão é um problema grave e urgente que precisa de atenção imediata.

Por fim, o Mofo/bolor com uma gravidade de 2, uma urgência de 1 e uma tendência de 3, o $G \times U \times T$ é 6, mesmo valor da segregação, no entanto, o problema é classificado com uma prioridade de 3º devido a sua tendência de piora. Isso sugere que o mofo/bolor é um problema moderado, que merece atenção, especialmente devido à sua tendência de piorar.

Em resumo, a tabela indica que a corrosão é a principal preocupação devido à sua gravidade e urgência, seguida pelas fissuras, o mofo/bolor e a segregação. O incêndio é considerado de baixa prioridade devido à sua baixa gravidade, urgência e tendência estável.

7.2.2 Bloco de serviço e convivência

No bloco de serviço e convivência, durante a análise, identificou-se a presença de nicho de concretagem. Essa patologia se caracteriza pela formação de vazios na estrutura, originados principalmente devido à vibração inadequada da mistura durante o processo de concretagem. Este processo tem como objetivo essencial a remoção de bolsas de ar da massa de concreto (conforme ilustrado na Figura 33). Quando não é alcançada a integralidade da peça, ocorre enfraquecimento na área e, por conseguinte, uma redução da resistência mecânica da estrutura como um todo. Além disso, a presença de vazios permite a entrada de agentes prejudiciais ao concreto e às armaduras, contribuindo para a corrosão deste último. Um dos fatores que contribuem para o surgimento de nichos de concretagem é a dosagem inadequada dos componentes do concreto, com destaque para o uso excessivo de agregados graúdos.

A formação de nichos de concretagem apresenta um risco potencial de comprometer parcialmente o desempenho e a funcionalidade da edificação, embora não prejudique diretamente o funcionamento dos sistemas, contribuindo para uma deterioração prematura da estrutura.

Figura 33 - Nicho de concretagem em vigas e vigotas



Fonte: Salles Neto (2022)

Adicionalmente, durante a inspeção, foram encontradas armaduras expostas em vários pontos do bloco. Isso ocorre devido à ação do tempo, à cobertura inadequada e à carbonatação, que resultam na corrosão das armaduras. Uma das principais consequências da oxidação das barras de aço é a expansão, que pode gerar ou agravar fissuras e, posteriormente, deslocamento do concreto, conforme ilustrado nas Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Vigotas com armaduras aparentes devido ao processo de carbonatação



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Figura 35 - Pilar com deslocamento e armadura exposta



Fonte: Salles Neto (2022)

A corrosão das armaduras pode ser atribuída ao processo de carbonatação do concreto, um fenômeno danoso que ocorre quando o concreto é exposto a agentes agressivos, com o dióxido de carbono sendo o principal agente. Normalmente, o concreto possui alta alcalinidade devido à hidratação do cimento, o que o torna passivo em relação à corrosão. No entanto, a carbonatação ocorre devido a vários fatores, incluindo transporte, lançamento, adensamento, cura, ambiente, tipo de cimento e umidade.

Segundo o projeto original, a execução da obra deveria respeitar uma classe de agressividade nível 3 (marinha). Para a concretagem das vigas, o projeto estabeleceu uma cobertura mínima de 4 cm de concreto sobre as armaduras, no entanto, como pode ser observado na Figura 36, esse limite não foi adequadamente cumprido. Além disso, as lajes do bloco são inclinadas e foram construídas com vigotas pré-moldadas, contendo vergalhões de aço com bitolas de 6.3 cm. As vigotas estão atualmente em um avançado processo de carbonatação, algumas delas já apresentando deslocamento da cobertura e exposição das armaduras.

Figura 36 - Exposição de armaduras na viga com cobertura inadequada do concreto



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

A inspeção também revelou que algumas placas de poliestireno expandido (isopor), que fazem parte da estrutura da laje pré-moldada, estavam parcialmente deterioradas devido a incêndios próximos à edificação, como mostrado na Figura 37. Felizmente, o fogo não causou danos significativos à espessura das placas, e, portanto, nenhuma intervenção substancial é necessária. Embora haja um risco potencial de impacto na estética, não há evidência de riscos críticos ou regulares e o valor imobiliário da propriedade não parece ser substancialmente afetado.

Figura 37 - Danos provocado por incêndio



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Outro problema identificado no bloco foi um abaulamento em uma das vigas, conforme ilustrado na Figura 38. Esse abaulamento é resultado da falta de travamento adequado das formas durante a construção. Esse erro de execução localizado na região externa pode gerar

tensões internas não previstas no concreto, custos adicionais com a regularização da geometria e cuidados extras com a execução do sistema de revestimento. Para abordar esse problema, a aceitação do estado atual da viga está condicionada à avaliação do engenheiro fiscal, que pode solicitar uma revisão do engenheiro estrutural.

Figura 38 - Abaulamento em viga na região externa



Fonte: Adaptado de Salles Neto (2022)

Por fim, a laje externa do bloco também apresenta problemas de mofo/bolor, como evidenciado na Figura 39.

Figura 39 - Laje exposta do Bloco Pedagógico e Administrativo



Fonte: Salles Neto (2022)

A Tabela 9 apresenta a Matriz GUT para o bloco de serviço e convivência, que ajuda a priorizar as ações necessárias para resolver os problemas identificados.

Tabela 9 - Matriz GUT do bloco de serviço e convivência

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Segregação	3	1	1	3	5º
Carbonatação	3	2	2	12	1º
Incêndio	2	1	2	4	4º
Abaulamento	3	2	1	6	2º
Mofo/bolor	2	1	3	6	3º

Fonte: Autor (2023)

A segregação apresenta uma gravidade alta (3), urgência baixa (1) pelo nível em que se encontra e tendência estável (1), resultando em um G x U x T de 3. Com uma prioridade de 5º, esse problema indica que, embora seja moderadamente grave, não demanda uma ação imediata.

A carbonatação, com gravidade alta (3), urgência moderada (2) e tendência de piora (2), possui um G x U x T de 12. Classificada como a maior prioridade (1º), a carbonatação requer atenção urgente devido à sua gravidade e tendência de agravamento.

O incêndio, de gravidade mediana (2), urgência baixa (1) e tendência a piora a longo prazo (2), apresenta um G x U x T de 4, sendo classificado como prioridade 4º. Esse resultado indica que o incêndio pode representar uma preocupação iminente.

O abaulamento, com a maior gravidade (3), urgência mais alta (2) e tendência de piora (1), resulta em um G x U x T de 6, classificando-o como a segunda maior prioridade (2º) devido a sua urgência em relação ao mofo/bolor.

O mofo/bolor, com gravidade moderada (2), urgência baixa (1) e tendência de piora (3), possui um G x U x T de 6. Classificado como a terceira prioridade (3º), sugere que, embora seja moderadamente grave, a tendência de piora justifica uma atenção intermediária.

Em resumo, a análise da tabela de prioridades destaca que a carbonatação é a questão mais crítica, seguido pelo abaulamento, mofo/bolor, incêndio e, por último, o segregação, que é considerado a menor prioridade. Essa abordagem ajuda a direcionar os esforços de solução de problemas com base na urgência e gravidade de cada situação.

7.2.3 Quadra poliesportiva

A quadra poliesportiva, um espaço de grande importância para atividades esportivas e de lazer, revelou-se em uma condição que demanda atenção. Suas lajes, vigas e pilares

encontram-se desprotegidos das intempéries, como evidenciado na Figura 40, e apresentam manchas que permeiam todo o ambiente do ginásio. Essas manchas são resultado direto da exposição contínua à umidade.

Figura 40 - Vista superior da quadra poliesportiva



Fonte: Salles Neto (2022)

A exposição prolongada a condições climáticas adversas, com a água da chuva atuando como agente de degradação, torna o concreto mais poroso. Esse aumento na porosidade do concreto é um fenômeno comum, levando à aceleração da carbonatação, um processo corrosivo. À medida que a carbonatação avança, ela compromete a integridade das armaduras estruturais.

Essa situação pode ter implicações significativas, não apenas do ponto de vista estético, devido às manchas visíveis, mas também em relação à integridade estrutural da quadra. A exposição prolongada a essas condições pode levar à corrosão das armaduras, enfraquecendo a estrutura e potencialmente comprometendo a segurança das pessoas que utilizam o espaço.

Os estribos, componentes cruciais das armaduras que fornecem suporte estrutural, destacam-se como os elementos mais vulneráveis à frente de carbonatação, um problema evidenciado por fissuras verticais que se estendem ao longo de algumas vigas, como pode ser observado na Figura 41. Essas fissuras indicam claramente a penetração da carbonatação no concreto, um processo corrosivo que ameaça à integridade das armaduras e, consequentemente, a estrutura como um todo.

Figura 41 - Carbonatação em viga



Fonte: Salles Neto (2022)

Na laje, a situação não é menos crítica. É possível observar a oxidação de algumas armaduras, particularmente na parte inferior da laje. Essa oxidação levou à formação de trincas, como evidenciado na Figura 42. Essas trincas não apenas comprometem a estabilidade da laje, mas também representam um sério risco para a segurança das pessoas que utilizam o espaço.

Figura 42 - Trincas em laje



Fonte: Salles Neto (2022)

Além disso, é possível observar a presença de segregação em diferentes partes das lajes (Figura 43) e vigas (Figura 44). A segregação pode ser resultado do vazamento inadequado da nata de cimento devido a frestas nas áreas mal travadas das formas, adensamento insuficiente ou incompatibilidades entre os projetos de formas e armações. Essas questões agravam as preocupações com a qualidade da construção e a durabilidade da estrutura.

Figura 43 - Segregação e mofo/bolor em laje



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 44 - Segregação e mofo/bolor em viga



Fonte: Salles Neto (2022)

Outro desafio encontrado durante a inspeção é a presença de mofo/bolor nos elementos estruturais. Essa patologia, embora não seja tão prejudicial quanto a carbonatação e a oxidação das armaduras, pode afetar negativamente a estética e o ambiente do espaço.

Por fim, vale destacar a necessidade de abordar a questão dos cupins, a presença desses insetos daninhos em elementos estruturais de concreto armado (Figura 45) pode ser prejudicial de várias maneiras. Os cupins, embora geralmente associados à infestação em elementos de madeira, também podem causar danos indiretos a estruturas de concreto. Quando os cupins atacam elementos de madeira próximos a estruturas de concreto, como batentes de portas e janelas, eles podem comprometer a integridade das peças de madeira que ajudam a sustentar o concreto. Isso pode levar à deformação, fissuras e, eventualmente, à redução da capacidade de carga dos elementos de concreto armado.

Figura 45 - Cupins em peças estruturais



Fonte: Salles Neto (2022)

A Tabela 10 apresenta a Matriz GUT para a quadra poliesportiva, que ajuda a priorizar as ações necessárias para resolver os problemas identificados.

Tabela 10 - Matriz GUT da quadra poliesportiva

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Mofo/bolor	2	1	3	6	3º
Carbonatação	3	2	2	12	1º
Segregação	3	2	1	6	2º
Cupins	1	1	3	3	4º

Fonte: Autor (2023)

O mofo/bolor é um problema classificado com uma gravidade de 2 (pouco grave), uma urgência de 1 (pode esperar) e uma tendência de 3 (irá piorar). O resultado do cálculo $G \times U \times T$ é 6, e o problema é classificado com uma prioridade de 3º. Isso sugere que o mofo/bolor é um problema de gravidade moderada, mas com uma tendência de piorar, o que o coloca em uma posição intermediária em termos de prioridade.

A carbonatação apresenta a gravidade 3, uma urgência de 2 (pouca urgência) e uma tendência de 2 (irá piorar a longo prazo), o $G \times U \times T$ é 12, tornando a carbonatação a maior prioridade (1º) na lista. Isso indica que a carbonatação é um problema sério e que requer atenção imediata devido à sua tendência de piorar.

Quanto a segregação, este problema tem uma gravidade de 3 (grave), uma urgência de 2 (pouca urgência) e uma tendência de 1 (não irá mudar). O resultado do cálculo $G \times U \times T$ é 6, e o problema é classificado com uma prioridade de 2º devido sua alta gravidade e média urgência. Isso sugere que a segregação é um problema sério, mas com menor tendência de piorar.

Por fim, o cupim com a menor gravidade (1), a menor urgência (1) e a maior tendência (3) na tabela, o $G \times U \times T$ é 3, e o problema é classificado com uma prioridade de 4º. Isso indica que a infestação de cupins é vista como um problema com gravidade baixa, mas com uma tendência de piorar ao longo do tempo.

Portanto, a tabela de prioridades indica que a carbonatação é o problema mais crítico, seguido pela segregação, mofo/bolor e, por fim, a infestação de cupins, que é classificada com a menor prioridade.

7.2.4 Bloco de laboratórios especiais

Durante a análise do bloco de laboratórios especiais, foram identificados diversos problemas que demandam atenção imediata. Um dos problemas observados é uma fissura que se estende do topo direito do painel de alvenaria até a verga da janela (Figura 46) e prossegue na contra verga (Figura 47) até o nível da viga baldrame. Essa fissura, com 2 mm de largura e inclinação a 45º em uma parede transversal, provavelmente resulta da ausência de apoios para suportar a carga da verga.

Figura 46 - Fissura em painel de alvenaria (Lado direito)



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 47 - Fissura em painel de alvenaria (Lado esquerdo)

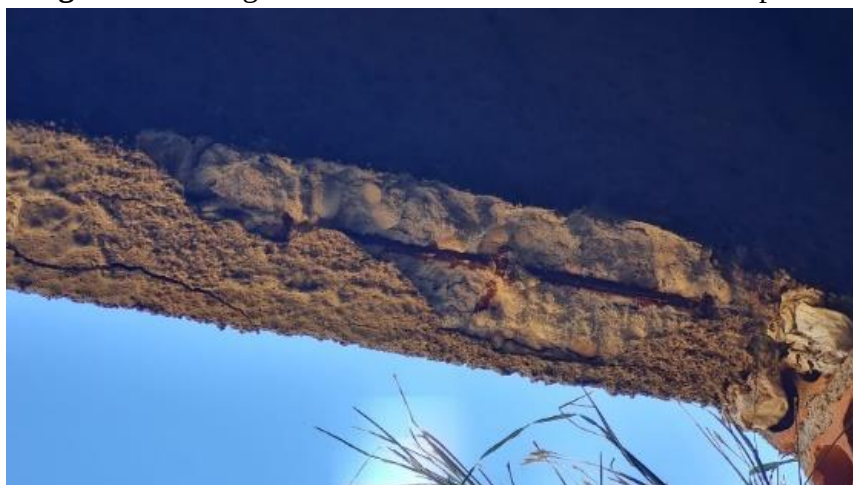


Fonte: Salles Neto (2022)

Essa patologia, embora não represente riscos críticos imediatos, ainda merece atenção devido à possibilidade de prejudicar a estética da edificação e impactar o valor imobiliário.

Outra questão identificada diz respeito às estruturas das esquadrias (vergas e contra vergas) que exibem peças de concreto armado fissuradas, acompanhadas por armaduras longitudinais expostas e oxidadas (Figura 48 e 49).

Figura 48 – Verga danificada e armaduras oxidadas e expostas



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 49 - Vergas e contra vergas danificadas e armaduras oxidadas e expostas



Fonte: Salles Neto (2022)

As vergas e contra vergas em concreto armado danificadas, aliadas às armaduras oxidadas e expostas, indicam um mecanismo de fissuração resultante da corrosão eletroquímica devido à perda de alcalinidade do concreto. Esse problema é agravado pela falta de cobrimento mínimo da armadura, exposição a agentes agressivos, como o fogo (com indícios de queimadas nas proximidades), que aceleram o processo de corrosão. Essas patologias também têm o potencial de afetar a estética da construção, comprometendo parcialmente seu desempenho e funcionalidade.

As estruturas metálicas do edifício apresentam peças oxidadas, evidenciando níveis consideráveis de oxidação (Figura 50). Além disso, foi constatada a ausência de elementos no sistema, como terças e tirantes, conexões de ligações parafusadas que não foram executadas e apoios inadequados da estrutura sob paredes não estruturais. Essa patologia, de origem congênita, resulta de problemas que surgiram na fase de planejamento e projeto, devido ao não cumprimento das normas técnicas ou a erros e descuidos dos projetistas, causando anomalias endógenas na construção. O problema também pode impactar a estética do edifício e seu desempenho a longo prazo.

Figura 50 - Estrutura metálica oxidada e ligação das terças engastadas na alvenaria

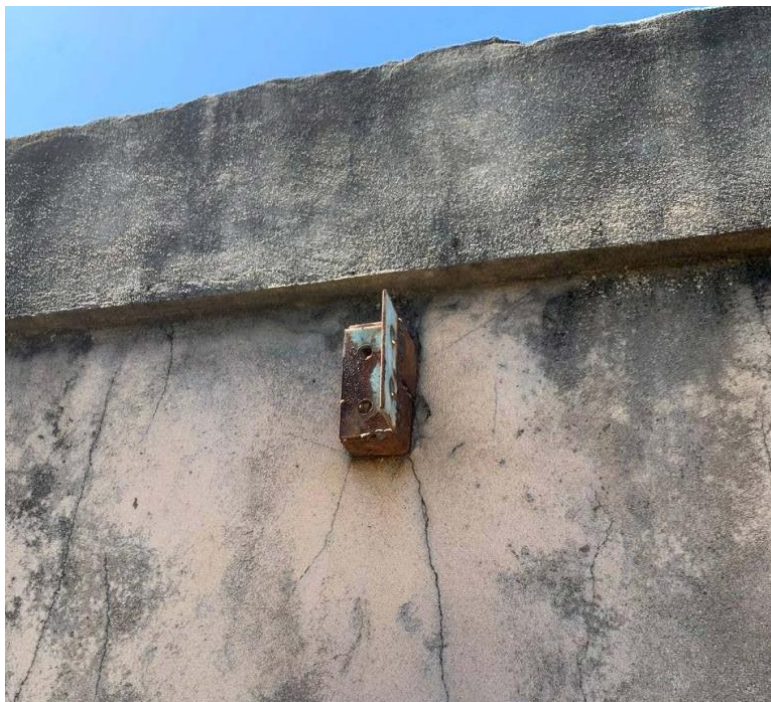


Fonte: Salles Neto (2022)

A exposição direta do aço carbono a um ambiente agressivo, como a água da chuva, é um dos desafios enfrentados, uma vez que a execução do telhado para proteger a estrutura metálica ainda não foi concluída. Além disso, fissuras verticais foram encontradas na região

das platibandas, onde a estrutura metálica se apoia (Figura 51 e 52). Esse acúmulo de tensões pontuais na parede de alvenaria, que não possui função estrutural, gera sobrecargas pontuais que podem resultar em fissuras.

Figura 51 – Fissuras verticais na região das platibandas



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 52 - Elementos da estrutura metálica apoiados no painel de alvenaria



Fonte: Salles Neto (2022)

Nas Figuras 53 e 54, é possível visualizar sinais de excesso de umidade na parte inferior da laje, indicando possível infiltração.

Figura 53 - Face superior da laje



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 54 - Vista superior do bloco



Fonte: Salles Neto (2022)

A falta de cobertura adequada do concreto, a exposição direta à água da chuva e a ausência de inclinação adequada contribuem para o acúmulo de água na superfície da laje. A

falta de impermeabilização da laje permite que a água penetre nos poros do concreto, resultando em um acúmulo de umidade e no desenvolvimento de mofo.

Nas Figuras 55 e 56, é possível observar mofo/bolor na parte interna da laje e também nos painéis de alvenaria.

Figura 55 - Mofo/bolor em laje



Fonte: Salles Neto (2022)

Figura 56 - Mofo/bolor em painel de alvenaria



Fonte: Salles Neto (2022)

O acúmulo de umidade cria um ambiente propício para a proliferação de fungos, contribuindo para o processo de carbonatação e lixiviação, que pode causar a corrosão das armaduras e, conseqüentemente, fissuras no concreto, facilitando ainda mais a entrada de umidade. A Tabela 11 apresenta a Matriz GUT para o bloco de laboratórios especiais, auxiliando na priorização das ações necessárias para abordar os problemas identificados.

Tabela 11 - Matriz GUT do bloco de laboratórios especiais

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Fissura alvenaria	1	1	1	1	5º
Oxidação verga e contraverga	3	2	2	12	2º
Oxidação estrutura metálica	3	2	3	18	1º
Fissuras platibanda	2	2	2	8	3º
Mofo/bolor	2	1	3	6	4º

Fonte: Autor (2023)

A fissura da alvenaria é classificada com uma gravidade de 1 (sem gravidade), uma urgência de 1 (pode esperar) e uma tendência de 1 (não irá mudar). O resultado do cálculo $G \times U \times T$ é 1, e o problema é classificado com uma prioridade de 5º. Isso sugere que as fissuras na alvenaria não são uma preocupação iminente.

A oxidação da verga e contraverga possui uma gravidade de 3 (grave), uma urgência de 2 (pouco urgente) e uma tendência de 2 (irá piorar a longo prazo), o $G \times U \times T$ é 12, tornando a oxidação das vergas e contravergas a segunda maior prioridade (2º) na lista. Isso indica que a oxidação desses elementos é um problema importante que requer atenção.

A oxidação da estrutura metálica com a maior gravidade (3), uma urgência de 2 (pouca urgência) e a maior tendência (3) na tabela, o $G \times U \times T$ é 18, tornando a oxidação da estrutura metálica a maior prioridade (1º) na lista. Isso indica que a oxidação da estrutura metálica é um problema sério e que requer atenção imediata devido à sua tendência de piorar.

Quanto as fissuras da platibanda, este problema tem uma gravidade de 2 (pouco grave), uma urgência de 2 (pouca urgência) e uma tendência de 2 (irá piorar a longo prazo). O resultado do cálculo $G \times U \times T$ é 8, e o problema é classificado com uma prioridade de 3º. Isso sugere que as fissuras na platibanda são um problema moderado, mas que merece atenção.

O mofo/bolor possui uma gravidade de 2 (pouco grave), uma urgência de 1 (pode esperar) e a maior tendência (3) na tabela, o $G \times U \times T$ é 6, e o problema é classificado com

uma prioridade de 4°. Isso indica que o mofo/bolor é um problema moderado, mas com uma tendência de piorar ao longo do tempo.

Portanto, a tabela de prioridades indica que a oxidação da estrutura metálica é o problema mais crítico, seguido pela oxidação das vergas e contravergas, as fissuras na platibanda, o mofo/bolor e, por fim, as fissuras na alvenaria, que é classificada com a menor prioridade.

7.3 Plano de intervenção

A implementação de um plano de intervenção é essencial para garantir a durabilidade, segurança e eficiência de qualquer edificação. Com base nas análises e problemas identificados nos elementos estruturais e patologias descritas anteriormente, é importante desenvolver um plano de intervenção abrangente. As etapas-chave são:

1. **Priorização das Intervenções:** O primeiro passo é priorizar as intervenções com base na matriz GUT. Isso significa que os problemas classificados como mais graves e urgentes receberão atenção prioritária, com a oxidação da estrutura metálica e a oxidação das vergas e contravergas como principais focos de ação.

2. **Ações de Reparo e Reabilitação:** Para problemas como oxidação de elementos metálicos, será necessário realizar a remoção do material corroído, tratamento contra a corrosão e, se necessário, substituição das partes afetadas. No caso de fissuras e segregações, será importante realizar reparos adequados, incluindo preenchimento de fissuras, tratamento da segregação e reforço estrutural, se necessário.

3. **Prevenção de Problemas Recorrentes:** Além das intervenções corretivas, é crucial implementar medidas preventivas para evitar a recorrência das patologias. Isso pode incluir o uso de materiais resistentes à corrosão, impermeabilização adequada para evitar umidade, controle de cupins e práticas de manutenção regulares.

4. **Monitoramento Regular:** A intervenção deve ser contínua e incluir monitoramento regular das condições estruturais. Isso envolve inspeções periódicas para identificar qualquer problema emergente e garantir que as ações corretivas sejam implementadas no momento certo.

5. **Documentação e Registro:** Manter um registro detalhado de todas as intervenções, inspeções, datas e resultados é essencial para um acompanhamento eficaz. Esse registro pode servir como base para futuras decisões de manutenção e como prova da conformidade com padrões de segurança e regulamentações.

6. Orçamento e Recursos: Um plano de intervenção bem-sucedido requer alocar recursos financeiros e humanos adequados. É necessário certificar que haja um orçamento definido para a intervenção e que os recursos estejam disponíveis quando necessário.

7. Comunicação com Profissionais Especializados: Em casos de problemas complexos ou patologias graves, é aconselhável contar com a orientação de engenheiros estruturais e outros profissionais especializados para garantir que as intervenções sejam realizadas de forma adequada e segura.

Após a retomada e consequente conclusão da obra, um plano de intervenção bem estruturado não apenas resolve os problemas identificados, mas também ajuda a evitar problemas futuros e a prolongar a vida útil da edificação. Além disso, ele é essencial para garantir a segurança dos ocupantes e a conformidade com regulamentações e padrões de construção.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo de caso ressaltam a inegável importância de identificar precocemente manifestações patológicas em edificações que enfrentaram períodos de paralisação. Apesar dos desafios associados à realização de inspeções periódicas, fica evidente a necessidade dessas ações para salvaguardar o desempenho construtivo da edificação examinada.

O trabalho em questão desempenha um papel crucial na formação do engenheiro civil, proporcionando uma abordagem prática e multifacetada para lidar com desafios no campo da construção. Em primeiro lugar, a aplicação da Matriz GUT permite ao engenheiro civil adquirir habilidades práticas na gestão eficiente de problemas complexos em projetos de construção. Ao avaliar a gravidade, urgência e tendência das manifestações patológicas, o profissional aprende a priorizar intervenções, uma habilidade vital para a prática profissional, onde recursos muitas vezes são limitados e as decisões precisam ser tomadas de forma rápida e informada.

Ao abordar manifestações patológicas em uma obra paralisada, o estudante também desenvolve uma apreciação crítica da importância da manutenção preventiva e corretiva em edificações. Essa conscientização é fundamental, pois a sustentabilidade e a longevidade das estruturas dependem diretamente da atenção dada à sua preservação ao longo do tempo.

A priorização das intervenções, pautada nas avaliações com as matrizes GUT, destacou a magnitude de questões críticas que exigem atenção imediata, tais como a corrosão, oxidação de elementos metálicos, fissuras e segregações. Contudo, não se pode negligenciar problemas tidos como menos severos, como é o caso do mofo/bolor, uma vez que tais questões podem deflagrar desdobramentos prejudiciais a longo prazo.

As principais patologias encontradas derivam, em grande parte, de erros de execução e do prolongado período de inatividade da obra. Durante as vistorias, deparou-se com problemas em elementos estruturais decorrentes da carbonatação, resultando na corrosão e despassivação das armaduras, o que, por conseguinte, culmina na perda de resistência do concreto. É imperativo que tais questões sejam abordadas com a urgência devida, uma vez que, ao longo do tempo, a deterioração pode se agravar, comprometendo a qualidade e funcionalidade da edificação, consequentemente reduzindo sua vida útil.

Com base nas análises conduzidas nos elementos estruturais, patologias e problemas identificados, torna-se perceptível que o estado de conservação da edificação abarca áreas com distintos graus de degradação. Elementos como a estrutura metálica e componentes de concreto

revelam sinais de corrosão, oxidação e fissuras, denotando um estado de conservação comprometido que requer intervenção imediata. Adicionalmente, a presença de problemas como segregação, mofo/bolor e infestações de cupins sinaliza áreas da edificação que demandam atenção e manutenção apropriada.

É importante ressaltar que o estado de conservação pode variar substancialmente conforme a localização e os elementos específicos sujeitos à análise. Enquanto algumas áreas podem demonstrar melhores condições de conservação do que outras, a identificação de inúmeros problemas e patologias enfatiza a inquestionável necessidade de um plano de manutenção completo, voltado para preservar a integridade e a segurança da edificação.

Portanto, o estado de conservação identificado é, predominantemente, caracterizado por degradação e desgaste que acometem vários elementos estruturais, realçando a importância de implementar ações de manutenção corretivas e preventivas de maneira eficaz, a fim de conter ou reverter o processo de deterioração e garantir a longevidade da edificação.

REFERÊNCIAS

ABNT: FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Termo pesquisado: Patologia**. 2022. Novo dicionário da língua portuguesa.

AGUIAR, J.E. **Patologia e Durabilidade das Estruturas de Concreto**. Notas de aula (especialização em construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2014. 298 p.

ANPRAG. **Cupins: como acontece sua manifestação em casas de áreas urbanas**. Santo Amaro: ANPRAG, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. 2003, 225p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: execução de estruturas de concreto – procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro. 2013.

CANTEIRO DE ENGENHARIA. **Patologias por umidade**. 2019. Disponível em: <<https://canteirodeengenharia.com.br/2019/07/17/patologias-por-umidade/>>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

CARMO, Iuane Susan Bueno do; LOPES NETO, Tomaz de Aquino. **Recuperação em obras abandonadas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). 2017. 71 f. Unievangélica, Anápolis, 2017.

CARVALHO, António. **Infiltração nunca mais**. site comercial. 2020. Disponível em: <Infiltração nunca mais! Saiba tudo sobre e como resolvê-la (cacarvalho.com.br)>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CARVALHO JR, R. **Conheça as Patologias dos Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários**. 2014.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988.

DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. **Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1988.

DEUTSCH, S. F. **Perícias de engenharia: A apuração dos fatos**. 2. ed. São Paulo: Leud, 2013. 146 p.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

ECOSERVIÇOS. **Como acabar com cupim de concreto**. 2021. Disponível em: <<https://ecoservicos.com.br/como-acabar-com-cupim-de-concreto/>>. Acesso em: 14 de maio 2023.

FIGUEIREDO, Enio J. Pazzini. **Terapia das construções de concreto: Metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto**. Porto Alegre, 1989.

GOOGLE. **Google Earth website**. <http://earth.google.com/>, 2023.

GRANATO, J. E. **Apostila: Patologia das construções**. São Paulo, 2002.

HELENE. P.R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. PINI, São Paulo, 1992.

HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

IOSHIMOTO, E. **Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações habitacionais**. São Paulo, 1988

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Belo Horizonte, 2008.

LAUTENCHLEGER, P. ELIEZER; FLECK, DIOGO; STAMM, R. PABLO. **Ferramentas da qualidade: uma abordagem conceitual**. Artigo Científico X Semana de Engenharia e Economia FAHOR, Rio Grande do Sul, 2015, 3 folhas.

LELIS, A. T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; LOPEZ, G. A. C.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. (2001). **Biodeterioração de madeiras em edificações**. ISBN 85-09-00115- 4. IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo.

LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1. ed. São Paulo: Art & Ciência, 2001.

Matsuzaki, Y.; John, K.; Shoji, T.; Shinoka, T. **The Evolution of Tissue Engineered Vascular Graft Technologies: From Preclinical Trials to Advancing Patient Care.** Appl. Sci. 2019.

MONTEIRO, et al. **Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE.** Revista ALCONPAT, 2022.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Santa Catarina, 2011.

NEVES, António. **Tudo sobre fissuras e trincas em reboco.** Disponível em: <<https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco>>. 2019. Acesso em: 15 mai. 2023.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. São Paulo. 2003.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** 2012. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 96 p.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo.** 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso: 15 març. 2023.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares.** Rio de Janeiro, 2013.

RIBEIRO, Romiro. **A lenta evolução da gestão de obras públicas no Brasil.** 2013, Brasília.

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

RITTER, M. A.; MORRELL, J. J. (1990). **Timber Bridges: Design, Construction, Inspection, and Maintenance.** Chapter 13: Bridge Inspection for Decay and Other Deterioration. United States Department of Agriculture, USDA. Forest Service. United States.

SACHS, Ana. **Tratamento intensivo.** São Paulo: Técnica. 220, p. 40-44, julho de 2015.

SANTOS FILHO, Vamberto M.; SPOSTO, Rosa M.; MELO, Jéssica S. **Ferramenta para projeto de vedações verticais externas com base nas exigências da norma de desempenho.** Goiânia, 2014.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. **Análise e melhoria de processos.** Goiânia, 2009.

SOTILLE, Mauro Afonso. **A ferramenta GUT - Gravidade, Urgência e Tendência.** Capacitação em projetos. Disponível em: < PM Tech Capacitação em Projetos - Treinamento e Consultoria>. Acesso em: 12 abr. 2023.

TCU, Tribunal de Contas da União. **Obras paralisadas no país – causas e soluções**. 2019. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/obras-paralisadas-no-pais-causas-e-solucoes.htm>>. Acesso em: 01 mai. 2023.

TECNOSIL. Manifestações patológicas: segregação do concreto (bicheira no concreto). 2020. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/manifestacao-patologica-segregacao-do-concreto-bicheira-no-concreto/>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

TEIXEIRA, Regiane. **Centro de São Paulo tem dezenas de prédios vazios**. Folha de São Paulo. 2013, São Paulo. Disponível em: <Centro de São Paulo tem dezenas de prédios vazios; saiba mais - 22/09/2013 - São Paulo - Folha de S.Paulo (uol.com.br)>. Acesso em: 16 abr. 2023.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos, recomendações básicas**. Centro de estudos avançados da conservação integrada. Olinda, 2009.

TUTIKIAN, B; PACHECO; M. **Boletín Técnico - Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil**. Merida, 2013. Disponível em:< B1_Inspeção-Diagnóstico-e-Prognóstico-na-Construção-Civil1.pdf (alconpat.org.br)>. Acesso em: 16 abr. 2023.

VALENTE, A.P.V. **Avaliação da eficácia de alguns processos de recuperação nas edificações do tribunal de justiça do estado de Minas Gerais**. Dissertação (mestrado em construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2008. 190 p

VIEIRA, M. Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento. **IPOG – Revista On-Line Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 12, dez. 2016.

VITÓRIO, J. A. P. – **Pontes Rodoviárias – Fundamentos, Conservação e Gestão**. Livro editado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Pernambuco, Recife, 2002.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Recife, 2003.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC), do Centro Universitário Univates. Lajeado, 2015.