



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO - UFERSA

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PELO MÉTODO
GDE/UNB E DA MATRIZ E DIAGNÓSTICO DE DEFINIÇÃO DE CONDUTA
(MDDC): ESTUDO DE CASO EM DUAS ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO
FRANCISCO DO MARANHÃO-MA**

Caraúbas

2024

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PELO MÉTODO GDE/UNB
E DA MATRIZ E DIAGNÓSTICO DE DEFINIÇÃO DE CONDUTA (MDDC):
ESTUDO DE CASO EM DUAS ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO
DO MARANHÃO-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Ma. Renata de Oliveira Marinho

Caraúbas

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

MM828 Morais, Carlos Ernane Bezerra.
a Avaliação de manifestações patológicas pelo
 método GDE/UnB e da matriz de diagnóstico de
 definição de conduta (MDDC): estudo de caso em
 duas escolas no município de São Francisco do
 Maranhão-MA. / Carlos Ernane Bezerra Morais. -
 2024.
 60 f. : il.

 Orientadora: Renata de Oliveira Marinho
 Marinho.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2024.

 1. Patologias Estruturais. 2. Metodologia
 GDE/UNB. 3. Manutenção Predial. I. Marinho,
 Renata de Oliveira Marinho , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CARLOS ERNANE BEZERRA MORAIS

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PELO MÉTODO
GDE/UNB E DA MATRIZ E DIAGNÓSTICO DE DEFINIÇÃO DE CONDUTA
(MDDC): ESTUDO DE CASO EM DUAS ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO
FRANCISCO DO MARANHÃO-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Ma. Renata de Oliveira Marinho

Defendida em: 18 / 12 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Renata de Oliveira Marinho
Presidente da Banca

Profa. Dra. Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva
Membro da Banca

Prof. Me. Aparecida Evangelista Cartaxo
Membro da Banca

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de minha força diária, por me sustentar diante das dificuldades encontradas ao longo desta caminhada. Sua presença me guiou, lembrando-me de que tudo acontece no tempo certo. Sou imensamente grato pelas bênçãos derramadas sobre mim e sobre minha família.

Aos meus pais, Maria Elisângela Nazário Bezerra e Pedro Neto de Moraes, expresso minha mais profunda gratidão por todo o sacrifício, apoio incondicional e por nunca medirem esforços para me ajudar a alcançar esta conquista. Vocês foram e continuam sendo pilares fundamentais em minha vida. Dedico esta realização a vocês, com todo o amor e reconhecimento.

À minha orientadora, Renata de Oliveira Marinho agradeço pela orientação, pelo compartilhamento de conhecimento e pelo apoio constante durante a realização deste trabalho. Sua dedicação e profissionalismo foram essenciais para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Também sou grato aos amigos da minha cidade e da universidade, cuja amizade, apoio e incentivo contribuíram significativamente para minha formação acadêmica e para o crescimento pessoal.

Por fim, agradeço a todos os meus avós, tios e tias, que, de diversas maneiras, ofereceram palavras de encorajamento e apoio ao longo desta trajetória. Sua presença e carinho foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui. A todos, meu sincero e eterno agradecimento.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação detalhada das manifestações patológicas em duas escolas públicas de São Francisco do Maranhão/MA, utilizando a metodologia GDE/UNB (Grau de Deterioração do Elemento). O estudo envolveu inspeções visuais detalhadas, análises estruturais e mapeamento técnico das patologias identificadas nas edificações, considerando elementos críticos como pilares, lajes, vigas e fachadas. Durante a investigação, foram identificadas patologias estruturais significativas, incluindo eflorescência, infiltração, fissuras, trincas, corrosão de armaduras, deslocamento de revestimentos e desgaste de pisos. Tais problemas comprometem a segurança, a funcionalidade e a durabilidade das edificações escolares, exigindo intervenções urgentes e planejadas. A metodologia GDE/UNB foi aplicada para quantificar a gravidade dos danos estruturais. Inicialmente, foram definidos o Fator de Ponderação (F_p) e o Fator de Intensidade de Dano (F_i), possibilitando o cálculo do Grau de Dano (D) para cada manifestação observada. Em seguida, foi determinado o Grau de Deterioração do Elemento (G_{de}) e, posteriormente, o Grau de Deterioração de uma Família de Elementos (G_{df}), considerando as patologias mais graves. Por fim, o Grau de Deterioração Global (G_d) das edificações foi obtido, permitindo classificar a condição geral das estruturas. Os resultados revelaram que elementos como pilares e lajes apresentaram níveis de deterioração classificados como altos e críticos, indicando a necessidade de intervenções estruturais imediatas para evitar comprometimentos maiores. O estudo também reforçou a importância de manter um plano de manutenção contínuo e preventivo, focado na inspeção periódica e no tratamento precoce das patologias identificadas. Conclui-se que a aplicação de uma metodologia sistematizada como a GDE/UNB é essencial para avaliar a integridade estrutural de edificações públicas, permitindo priorizar intervenções corretivas e assegurar a funcionalidade e a segurança das construções. Além disso, a pesquisa destaca a relevância de políticas públicas voltadas à preservação do patrimônio escolar, garantindo um ambiente educacional seguro e de qualidade para alunos e profissionais.

Palavras-chave: Patologias Estruturais, Metodologia GDE/UNB, Manutenção Predial.

ABSTRACT

This study presents a detailed assessment of pathological manifestations in two public schools in São Francisco do Maranhão/MA, using the GDE/UNB (Element Deterioration Degree) methodology. The research involved detailed visual inspections, structural analyses, and technical mapping of pathologies identified in the buildings, focusing on critical elements such as columns, slabs, beams, and facades. During the investigation, significant structural pathologies were identified, including efflorescence, infiltration, cracks, fissures, reinforcement corrosion, coating detachment, and floor wear. These issues compromise the safety, functionality, and durability of school buildings, requiring urgent and planned interventions. The GDE/UNB methodology was applied to quantify the severity of structural damage. Initially, the Damage Weighting Factor (F_p) and Damage Intensity Factor (F_i) were defined, enabling the calculation of the Damage Degree (D) for each observed manifestation. Subsequently, the Element Deterioration Degree (G_{de}) and Family of Elements Deterioration Degree (G_{df}) were determined, considering the most severe pathologies. Finally, the Global Deterioration Degree (G_d) of the buildings was obtained, allowing the overall condition of the structures to be classified. The results showed that elements such as columns and slabs exhibited high and critical deterioration levels, indicating the need for immediate structural interventions to prevent further damage. The study also reinforced the importance of maintaining a continuous and preventive maintenance plan, focusing on periodic inspections and early treatment of identified pathologies. It is concluded that applying a systematized methodology like GDE/UNB is essential to assess the structural integrity of public buildings, enabling corrective interventions and ensuring the functionality and safety of the constructions. Furthermore, the research highlights the relevance of public policies aimed at preserving school infrastructure, ensuring a safe and high-quality educational environment for students and professionals.

Keywords: Structural Pathologies, GDE/UNB Methodology, Building Maintenance.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das origens das manifestações patológicas nas etapas de produção e uso das obras civis.	15
Figura 2: Lei de evolução de custos (Sitter, 1984).	16
Figura 3: Principais tipos de fissuras e trincas observadas em uma edificação.	17
Figura 4: Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura	20
Figura 5: Danos e fatores de ponderação para elementos usuais.	22
Figura 6: Correlação entre os fatores F_p e F_i com o grau de dano.	24
Figura 7: Fluxograma das etapas da metodologia utilizada para a análise dos danos patológicos.	27
Figura 8: Identificação da escola C.E Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.	29
Figura 9: Identificação da escola C.E Estado de São Paulo.	29
Figura 10: Croqui com o mapeamento das manifestações patológicas do Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.	33
Figura 11: Croqui com o mapeamento das manifestações patológicas Centro de Ensino Estado de São Paulo.	34

LISTAS DE GRAFÍCOS

Gráfico 1: Percentual das manifestações patológicas Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.	41
Gráfico 2: Percentual das manifestações patológicas Centro de Ensino Estado de São Paulo.	49

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Principais causas e sintomas das manifestações patológicas.	17
Quadro 2: Classificação das Fissuras.	18
Quadro 3: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas.	19
Quadro 4: Classificação dos fatores de intensidade.	23
Quadro 5: Classificação dos de deterioramento do elemento.	25
Quadro 6: Fator de relevância para cada família de elementos.	26
Quadro 7: Classificação dos de deterioramento da estrutura.	26
Quadro 8: Manifestações patológicas identificadas.	32
Quadro 9: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.	35
Quadro 10: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas no Centro de Ensino Estado de São Paulo.	42
Quadro 11: Divisão dos elementos para executar a metodologia GDE/UNB.	52
Quadro 12: Resultados de todos os Graus de deterioração de elemento para os elementos estruturais do Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.	53
Quadro 13: Resultados de todos os Graus de deterioração de elemento para os elementos estruturais da Centro Ensino Estado de São Paulo.	54

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
2.1 A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS	14
2.2 PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES	14
2.3 DURABILIDADES E VIDA ÚTIL.....	15
2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES.....	16
2.5 PATOLOGIAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS E ALVENARIA	17
2.6 REVESTIMENTOS, PISOS E PINTURA	18
2.7 MÉTODO DA MATRIZ E DIAGNÓSTICO DE DEFINIÇÃO DE CONDUTA (MDDC).....	19
2.8 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UNB NA AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS.....	19
2.8.1 Classificação das famílias dos elementos	21
2.8.2 Fator de ponderação do dano (Fp)	21
2.8.3 Fator de intensidade de dano (Fi)	23
2.8.4 Calcular grau do dano	23
2.8.5 Grau de deterioração de um elemento (Gde)	24
2.8.6 Grau de Deterioração de uma Família (Gdf)	25
2.8.7 Fator de relevância estrutural da família de elementos	25
2.8.8 Grau de deterioração da estrutura (Gd)	26
3. MATERIAIS E METODOS	27
3.1. LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS	28
3.1.1. Caracterização do município	28
3.1.2. Identificação da edificação	28

3.1.3. Levantamento do histórico da edificação	30
3.2. NÍVEL DE INSPEÇÃO.....	30
3.3. FERRAMENTAS UTILIZADAS E INSPEÇÃO VISUAL	31
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	32
4.1 IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	32
4.2 DIAGNÓSTICO E DEFINIÇÃO DE CONDUTA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS.....	34
4.3 DIVISÃO DOS ELEMENTOS PARA EXECUTAR A METODOLOGIA GDE/UNB.....	51
4.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UNB	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas em edificações têm se tornado cada vez mais frequentes. Fatores como mão de obra desqualificada, uso de materiais inadequados, erros de projeto e falhas na execução e utilização são algumas das principais causas que contribuem para o surgimento de diversas anomalias.

Quando corretamente projetadas e executadas, as estruturas de concreto armado devem resistir tanto a cargas mecânicas quanto a condições ambientais adversas. Contudo, sua durabilidade pode ser comprometida por falhas no conhecimento técnico, comportamento inadequado dos materiais e negligência nas normas de construção. Deficiências no projeto e na execução também podem levar a patologias que afetam o desempenho da edificação (IBAPE, 2012).

Segundo Braga (2019), é essencial entender o estado atual de uma estrutura e avaliar seu nível de deterioração para planejar estratégias de manutenção e reparo adequadas. Esse diagnóstico inicial é crucial para garantir a durabilidade, segurança e eficiência econômica das obras, prevenindo danos futuros. Sem ele, as intervenções podem ser ineficazes e comprometer a integridade da estrutura.

De acordo com Brito (2017), as obras públicas frequentemente apresentam baixa qualidade devido à falta de seriedade no sistema de gestão, à deficiência na fiscalização e à ineficiência no gerenciamento e planejamento das construções. As manifestações patológicas identificadas nas edificações públicas, em geral, resultam de falhas nessas etapas e da ausência de manutenção preventiva e corretiva ao longo do tempo.

As manifestações patológicas nas escolas públicas vão além de problemas estruturais, impactando negativamente o ambiente educacional e a qualidade do ensino. Segundo Silva (2020), a deterioração das instalações escolares afeta o aprendizado ao comprometer a concentração e o bem-estar dos alunos. Para minimizar esses efeitos, Lima (2019) destaca a importância da manutenção preventiva, que garante segurança e funcionalidade, evitando interrupções nas atividades escolares.

A inspeção predial é uma ferramenta essencial para garantir a segurança e a integridade das edificações. Ao longo dos anos, compreendeu-se a importância da manutenção preventiva, especialmente nas estruturas de concreto. Essa prática não apenas identifica problemas, mas também ajuda a prevenir danos maiores no futuro. Além disso, conforme Santos (2021), escolas

bem conservadas promovem um ambiente mais saudável, melhorando a autoestima e o desempenho acadêmico dos estudantes.

Nos últimos tempos, diversas metodologias foram desenvolvidas para aprimorar essa análise. Um exemplo é a metodologia GDE/UnB, criada por Castro em 1994, que fornece uma avaliação quantitativa do grau de deterioração das estruturas. Outra importante contribuição é a Matriz e Diagnóstico de Definição de Conduta (MDDC), elaborada por Brito em 2017, que estabelece parâmetros objetivos para a prevenção de patologias que foram utilizadas no presente trabalho.

OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste estudo é avaliar e diagnosticar as manifestações patológicas presentes em duas escolas que oferecem ensino médio no município de São Francisco do Maranhão - MA, sendo uma localizada na zona urbana e a outra na zona rural. Essas instituições são as únicas que disponibilizam esse nível de ensino na região, tornando a análise ainda mais relevante para a comunidade local.

1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento em campo para identificar as principais manifestações patológicas presentes nas edificações escolares;
- Identificar as causas mais recorrentes dessas patologias encontradas nas escolas estaduais;
- Propor soluções corretivas e preventivas para as patologias diagnosticadas;
- Aplicar a metodologia GDE/UnB nas patologias identificadas, estabelecendo uma hierarquia de prioridades para intervenções de manutenção e reparo.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Conforme a Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (SEAP, 2020), as edificações públicas são estruturas destinadas ao uso coletivo, desempenhando um papel essencial ao abrigar serviços fundamentais para a população. Essas construções devem atender rigorosamente às normas técnicas, assegurando segurança, durabilidade e funcionalidade.

A manutenção das edificações públicas é essencial para garantir a segurança dos usuários, prolongar a vida útil das estruturas e reduzir os custos operacionais. Conforme Silva (2020), a manutenção preventiva preserva a integridade física das construções e, segundo Oliveira (2019), oferece benefícios econômicos ao evitar reparos emergenciais. Além disso, contribui para a valorização do patrimônio público e fortalece a confiança da comunidade. A conformidade com as legislações de segurança e os princípios de sustentabilidade, que promovem o uso eficiente de recursos, também são aspectos importantes (CASTRO, 1994; SILVA, 2020).

O Código Modelo MC-10 (CEB-FIP, 2010) destaca a importância de projetar, construir e manter estruturas de concreto para que permaneçam seguras sob condições ambientais esperadas, evitando custos imprevistos. Esse processo envolve a colaboração entre o proprietário, projetistas, construtor e usuários, cada um com papéis específicos na definição de necessidades, controle de qualidade, execução e preservação (SOUZA; RIPPER, 1998). Um plano de manutenção adequado previne falhas e reduz custos de reparo, garantindo a longevidade das estruturas (HELENE, 1992).

2.2 PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

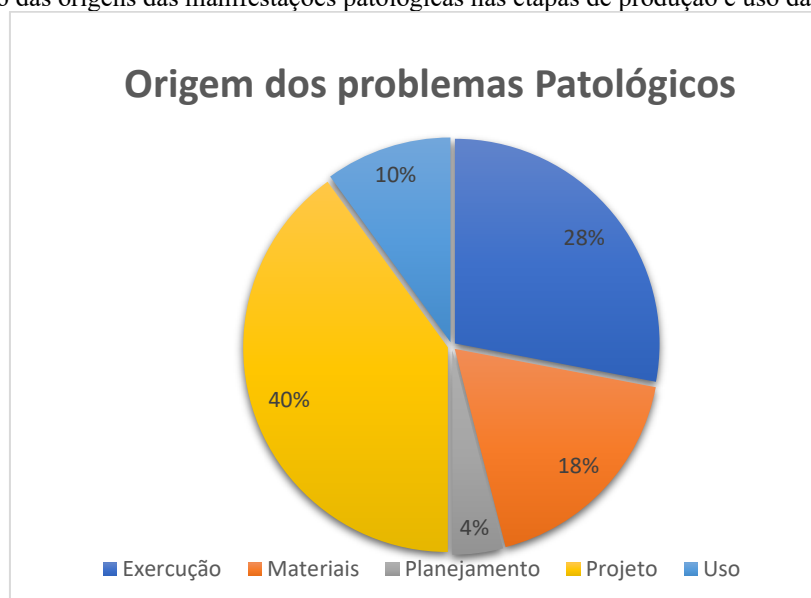
A patologia das construções estuda as falhas e defeitos em edificações, buscando identificar suas causas, diagnosticar problemas e propor soluções para recuperação e prevenção. De acordo com Burle et al. (2016), as principais causas dos problemas incluem erros de projeto, uso de materiais de baixa qualidade, execução deficiente, atuação de profissionais não qualificados e negligência na manutenção, entre outros fatores.

A qualidade alcançada em cada etapa do processo de construção civil é fundamental para o resultado do empreendimento, impactando diretamente a satisfação do usuário e, principalmente, o controle da ocorrência de manifestações patológicas durante a fase de uso da

edificação. Em termos gerais, essas patologias não resultam de fatores isolados, mas da interação de diversas variáveis, que podem ser classificadas conforme o processo patológico, seus sintomas, as causas desencadeantes e a etapa do processo produtivo em que surgem (OLIVEIRA, 2013). A identificação precisa dessas patologias é fundamental para determinar as ações corretivas e preservar a segurança e durabilidade das estruturas (MELO, 2001).

Contudo, é relevante destacar que a identificação da origem da manifestação patológica permite atribuir responsabilidade pelas falhas, especialmente em contextos judiciais, além de contribuir para o entendimento dos mecanismos envolvidos na manifestação (HELENE, 1992). Conforme ilustrado na Figura 1, a maioria das manifestações patológicas tem origem nas etapas iniciais da obra, principalmente nas fases de projeto e execução.

Figura 1: Distribuição das origens das manifestações patológicas nas etapas de produção e uso das obras civis.



Fonte: Adaptado de HELENE (1992).

2.3 DURABILIDADES E VIDA ÚTIL

De acordo com Souza (2022), a análise das edificações, do desempenho, da durabilidade e da vida útil é fundamental para o sucesso das construções, estando intrinsecamente interligada. Essas avaliações não apenas asseguram a qualidade e a segurança das obras, mas também promovem a sustentabilidade e a eficiência dos projetos ao longo do tempo.

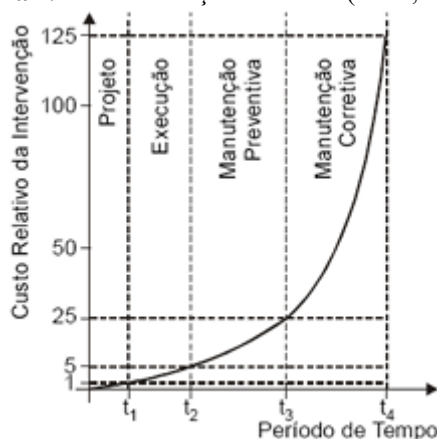
A durabilidade refere-se à capacidade de uma edificação de preservar suas características funcionais ao longo do tempo, mesmo diante de fatores externos, como as condições climáticas. Segundo a NBR 15575/1-1 (ABNT, 2021), a vida útil é o período em que a construção atende aos requisitos mínimos de desempenho, garantindo segurança e conforto.

Por sua vez, o desempenho abrange aspectos como eficiência estrutural, térmica, acústica e resistência.

O Código Modelo MC-10 (CEB-FIP-2010) estabelece que estruturas de concreto devem ser projetadas, construídas e operadas para garantir segurança, funcionalidade e aparência ao longo de sua vida útil, evitando custos inesperados de manutenção. O processo envolve a colaboração do proprietário, que define as demandas; dos projetistas, que especificam métodos de controle de qualidade; do construtor, que executa conforme o projeto; e dos usuários, que mantêm a estrutura durante sua utilização.

Para que uma estrutura alcance a vida útil projetada, é fundamental assegurar seu uso correto e a execução de manutenções periódicas (OLIVEIRA, 2013). Tutikian e Pacheco (2013) destacam que os materiais das edificações, ao serem expostos às condições ambientais e de serviço, passam por processos de envelhecimento e desgaste, os quais podem ser agravados pela falta de manutenção. Dessa forma, a vida útil de uma estrutura está diretamente vinculada à sua durabilidade. Quanto mais tarde forem identificados os problemas patológicos, maiores serão os custos de intervenção e mais avançados os processos evolutivos das manifestações, como ilustrado na Figura 2 (HELENE, 1992).

Figura 2: Lei de evolução de custos (Sitter, 1984).



Fonte: (SITTER 1984 apud HELENE, 1992, p. 24).

2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

Antes de analisar as manifestações patológicas nos componentes das edificações, é fundamental entender quais são os principais sintomas e causas dos problemas patológicos, uma vez que estes são diversos e, geralmente, estão interligados. As causas e sintomas mais comuns estão descritos no Quadro 1. Ao longo desse trabalho, serão discutidos as causas e os sintomas das manifestações patológicas nas diferentes partes de uma edificação.

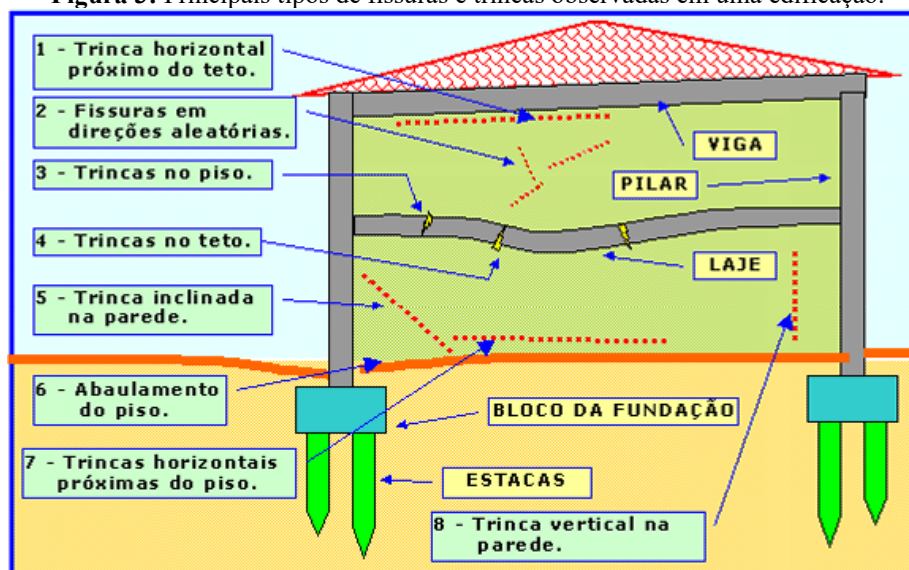
Quadro 1: Principais causas e sintomas das manifestações patológicas.

CAUSAS	SINTOMAS
• Recalque das fundações; • Movimentação térmica; • Excesso de deformação das peças estruturais; • Sobrecargas ou acúmulo de tensões; • Retração do cimento; • Carbonatação; • Excesso de umidade; • Reações químicas internas; • Defeitos construtivos.	• Fissuras ou trincas em elementos estruturais e alvenarias; • Esmagamento do concreto; • Desagregação do concreto; • Corrosão da armadura; • Percolação de água; • Manchas; • Fungos; • Deterioração de elementos; • Desplacamento e descolamento.

Fonte: Adaptado de OLIVARI (2003).

2.5 PATOLOGIAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS E ALVENARIA

Diversas manifestações patológicas, como fissuras, trincas e fendas, podem ocorrer nos componentes de alvenaria e elementos estruturais. Esses defeitos comprometem aspectos essenciais da obra, como estanqueidade à água, isolamento térmico e acústico, além de afetar a durabilidade. Também geram preocupação e desconforto psicológico nos moradores, devido ao risco potencial para a segurança da estrutura (LIMA, 2015). A localização dessas manifestações é mostrada na Figura 3.

Figura 3: Principais tipos de fissuras e trincas observadas em uma edificação.

Fonte: WATANABE (2018).

Conforme TAGUCHI (2010), as fissuras e trincas em uma edificação podem ter diversas causas, relacionadas à sua direção:

- **Trinca horizontal:** geralmente ocorre devido à falta de amarração entre a parede e a viga superior, retração ou dilatação térmica das lajes, recalque da base, ascensão capilar por falta de impermeabilização ou expansão da argamassa de assentamento.
- **Fissuras em direções aleatórias:** podem ser causadas pela falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento ou falta de aderência da argamassa à alvenaria.
- **Trincas inclinadas:** indicam recalques nas fundações, ou podem ser originadas pela ausência de vergas ou contra vergas, ou pela concentração de tensões devido a sobrecargas.
- **Trinca vertical:** ocorre, normalmente, pela falta de amarração da parede com elementos estruturais, como pilares, ou pela retração da alvenaria, causada por fatores como a composição química do cimento ou a granulometria dos agregados.

Além do mecanismo que origina as fissuras, outra abordagem importante para entender essa anomalia é classificá-las de acordo com sua ruptura, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação das 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).

2.6 REVESTIMENTOS, PISOS E PINTURA

Segundo Ceotto et al. (2005) e Pinto (1996), as principais patologias em revestimentos, pisos e pinturas incluem:

- **Desagregação da argamassa:** Início na superfície do concreto, com mudança de coloração e aumento de fissuras devido à perda do caráter aglomerante do cimento.

- **Manchas:** Causadas por umidade, cloretos, fungos, fuligem, aditivos mal misturados, lixiviação de óxidos de ferro ou partículas de solo.
- **Eflorescências:** Depósitos de sais na superfície do concreto, resultando em manchas esbranquiçadas ou estalactites, geralmente devido à lixiviação do hidróxido de cálcio.
- **Desagregação (desplacamento ou esfoliação):** Destacamento do concreto, causado por tensões de tração excessivas, corrosão das armaduras, congelamento de água, entre outros.
- **Empolamento:** Formação de bolhas na pintura, provocada por superfícies contaminadas ou excesso de umidade.
- **Descolamento e deslocamento do revestimento cerâmico:** Destacamento das peças cerâmicas, causado por infiltrações, movimentação do substrato ou aplicação inadequada de argamassa.
- **Fungos:** Manchas escurecidas e odores fortes, resultantes do excesso de umidade e pouca luz.

2.7 MÉTODO DA MATRIZ E DIAGNÓSTICO DE DEFINIÇÃO DE CONDUTA (MDDC)

Segundo Brito (2017), o Método da Matriz e Diagnóstico de Definição de Conduta (MDDC) é uma metodologia que sistematiza a identificação e análise de manifestações patológicas em edificações. Essa abordagem cria uma matriz que correlaciona problemas observados durante inspeções visuais com suas causas, diagnósticos e soluções apropriadas. O Quadro 3 ilustra essa relação, facilitando a análise e as ações corretivas necessárias.

Quadro 3: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas.

Problema Patológico	Descrição por inspeção visual	Manifestação detectada	Possíveis Diagnósticos	Terapêutica adequada
IMAGEM	...	...	...	...
OBS: ...				

Fonte: Adaptado de BRITO (2017).

2.8 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UNB NA AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS

A metodologia GDE/UnB foi desenvolvida por Castro (1994) no Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília (PECC – UnB). Seu objetivo principal é realizar uma avaliação quantitativa do grau de deterioração de

estruturas de concreto, permitindo a análise e quantificação das manifestações patológicas e suas evoluções. Dessa forma, a metodologia oferece uma visão crítica sobre o estado das peças estruturais de uma edificação, facilitando a definição de prioridades para ações de manutenção.

Desde sua concepção, a metodologia passou por aprimoramentos, conforme trabalhos subsequentes. Lopes (1998) identificou inconsistências nos resultados propostos por Castro (1994) e introduziu inovações na fórmula do Grau de Deterioração do Elemento (Gde). Boldo (2002) promoveu melhorias no cálculo do Grau de Deterioração da Família (Gdf), otimizando as análises. Posteriormente, Fonseca (2007) utilizou a metodologia GDE/UnB para avaliar o grau de deterioração de estruturas de concreto armado, propondo adaptações nas formulações do Grau de Deterioração da Família (Gdf) e do Grau de Dano (D). Ele também revisou e alterou a classificação dos tipos de danos mais frequentes.

Com foco em aplicações específicas, Euqueres (2011) adaptou a metodologia para estruturas de pontes, enquanto Verly (2015) consolidou as práticas existentes ao publicar o Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB em Obras de Arte Especiais.

Essa evolução torna a metodologia GDE/UnB uma ferramenta versátil, aplicável a diferentes tipos de estruturas. Ela auxilia na gestão de atividades de manutenção corretiva, priorizando elementos estruturais com maior grau de deterioração ou necessidade de intervenção urgente. Assim, permite otimizar decisões técnico-financeiras, orientando ações corretivas de forma eficiente e estratégica. Logo é ilustrado na Figura 4, que apresenta um fluxograma das etapas e critérios para calcular o Grau de Deterioração da Estrutura. Esse fluxograma permite uma análise sistemática do estado de deterioração da edificação.

Figura 4: Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura.



Fonte: Adaptado de Fonseca (2007).

O método GDE/UNB avalia o grau de deterioração estrutural de edificações, considerando a severidade dos danos em elementos como pilares, vigas e lajes. Classifica a deterioração em quatro categorias: baixo, médio, alto ou crítico. Essa abordagem permite avaliar componentes individuais e a estrutura como um todo, indicando ações corretivas que variam de monitoramento contínuo a intervenções imediatas para evitar riscos de colapso.

2.8.1 Classificação das famílias dos elementos

Os objetos de inspeção (edificações) são subdivididos de acordo com as propriedades estruturais de cada elemento. Para os casos mais usuais de estruturas em concreto armado, de forma geral, pode-se designar tais famílias:

- Pilares;
- Vigas;
- Lajes;
- Cortinas;
- Escadas e rampas;
- Reservatório superior e inferior;
- Blocos;
- Juntas de dilatação;
- Elementos de composição arquitetônica.

2.8.2 Fator de ponderação do dano (Fp)

O fator de ponderação, que varia de 1 a 10, é atribuído para quantificar os danos causados pelas manifestações patológicas, considerando critérios como estética, funcionalidade e estabilidade dos elementos. Em outras palavras, esse parâmetro estabelece a importância relativa de uma manifestação patológica, avaliando seu impacto na segurança, funcionalidade e aparência dos elementos pertencentes a uma mesma família. Na figura 5 é possível observar algumas tabelas para os elementos mais usuais de cada família, com os danos possíveis e seus fatores de ponderação (CASTRO, 1994).

Figura 5: Danos e fatores de ponderação para elementos usuais.***Pilar***

DANOS	Fp
desvio de geometria	8
recalque	10
infiltração na base	6
segregação	6
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
sinais de esmagamento	10
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
fissuras	10
carbonatação	7
presença de cloretos	10
manchas	5

Vigas

DANOS	Fp
segregação	4
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
flechas	10
fissuras	10
carbonatação	7
infiltração	6
presença de cloretos	10
manchas	5

Laje

DANOS	Fp
segregação	5
lixiviação	3
esfoliação	8
desagregação	7
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
flechas	10
fissuras	10
carbonatação	7
infiltração	6
presença de cloretos	10
manchas	5

Cortinas

DANOS	Fp
sinais de esmagamento	10
desvio de geometria	6
infiltração	6
segregação	5
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
deslocam. por empuxo	10
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
fissuras	10
carbonatação	7
presença de cloretos	10
manchas	5

Escadas / Rampas

DANOS	Fp
segregação	4
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
cobrimento definitivo	6
manchas de corrosão	7
flechas	10
fissuras	10
carbonatação	7
infiltração	6
presença de cloretos	10
manchas	5

Reservatórios superior e inferior

DANOS	Fp
imperme. danificada	8
vazamento	10
segregação	5
lixiviação	7
esfoliação	10
desagregação	7
cobrimento deficiente	7
manchas de corrosão	9
fissuras	10
carbonatação	7
presença de cloretos	10

Fonte: Castro (1994).

2.8.3 Fator de intensidade de dano (Fi)

De acordo com Fonseca (2007), a metodologia apresenta como característica o "fator de intensidade" (Fi), cujos valores podem variar de 0 a 4. Este fator é aplicado na inspeção de estruturas, permitindo identificar e avaliar possíveis lesões nos elementos estruturais. As classificações correspondentes a cada valor do fator de intensidade estão apresentadas no quadro 4, permitindo uma análise objetiva e sistemática das condições da estrutura.

Quadro 4: Classificação dos fatores de intensidade.

Classificação	Fator de intensidade
Sem lesões	0
Lesões leves	1
Lesões toleráveis	2
Lesões graves	3
Estado crítico	4

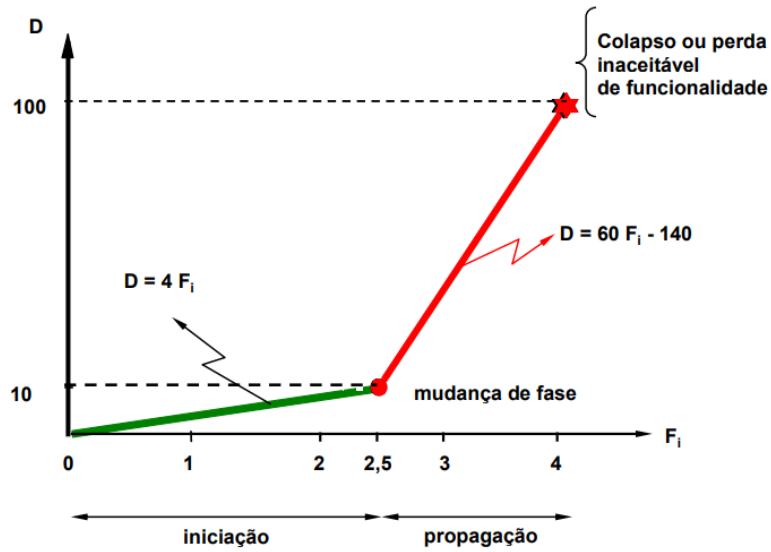
Fonte: Adaptada de Fonseca (2007).

2.8.4 Calcular grau do dano

O grau de dano é determinado pelo fator de ponderação (Fp), que é único para cada dano e é pré-determinado com base nas características do elemento, bem como na intensidade com que o dano se manifesta em uma peça específica, conforme o fator de intensidade (Fi) (CASTRO, 1994).

São consideradas duas etapas no desenvolvimento das patologias, as etapas de iniciação e propagação. No processo de iniciação, tem-se uma degradação lenta e quase imperceptível, já na propagação há uma degradação frenética e com o risco de comprometimento da estrutura alto. Na figura 6 mostra o gráfico de correlação dos fatores Fp e Fi para a determinação do grau de dano.

Figura 6: Correlação entre os fatores F_p e F_i com o grau de dano.



Fonte: Castro (1994).

Com isso, temos que as equações para o cálculo do grau de dano serão determinadas pelas expressões 1 e 2.

$$D = 0,4F_iF_p \text{ para } F_i \leq 2,5 \quad (1)$$

$$D = (6F_i - 14)F_p \text{ para } F_i > 2,5 \quad (2)$$

2.8.5 Grau de deterioração de um elemento (Gde)

Segundo Fonseca (2007), o grau de deterioração de um elemento, também conhecido como GDE, pode ser determinado tendo em vista as manifestações encontradas no elemento na fase de inspeção e leva em consideração o fator de intensidade, assim como o grau de dano determinado no tópico anterior. A equação 3 apresenta como se prossegue sua determinação.

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

Onde $m = n^\circ$ de $D > 0$.

Após determinado o grau de deterioração do elemento, verifica-se o quadro 5 para obter o nível de deterioramento do elemento.

Quadro 5: Classificação dos de deterioramento do elemento.

Nível de deterioração	G_{de}	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 – 15	Manutenção preventiva
Médio	15 – 50	o Definir prazo para nova inspeção. Planejar inspeção em longo prazo (máximo 2 anos)
Alto	50 – 80	Definir prazo para inspeção especializada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo para inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses)
Crítico	>100	Inspeção especializada imediata e adoção de medidas emergenciais.

Fonte: Adaptado de Fonseca (2007).

2.8.6 Grau de Deterioração de uma Família (Gdf)

O grau de deterioração de uma família é: a média aritmética dos graus de deterioração daqueles elementos que apresentem danos expressivos. Ou seja, o cálculo do grau de deterioração da família deve evidenciar os elementos mais danificados e não ser mascarado por aqueles elementos com deterioração de menor grau.

Com isso, temos que o Gdf é determinado a partir do Gde de cada elemento e com a equação 4, podemos determiná-lo.

$$G_{df} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{de(i)}}{n} \quad (4)$$

Onde $n = n^\circ$ de elementos da família que apresentam $G_{de} \geq 15$.

2.8.7 Fator de relevância estrutural da família de elementos

De acordo com Fonseca (2007), o Fator de Relevância Estrutural (Fr) deve ser aplicado às famílias de elementos como um todo, assim como ao fator de relevância estrutural específico de cada família. Esse parâmetro tem como objetivo considerar a importância relativa das diferentes famílias que compõem a estrutura, avaliando seu impacto no comportamento e no desempenho geral da edificação. O quadro 6 apresenta uma síntese dos valores atribuídos a esse fator.

Quadro 6: Fator de relevância para cada família de elementos.

Família de elementos	Fator de relevância (Fr)
Elementos de composição arquitetônica	1,0
Reservatório superior	2,0
Escadas/Rampas, Reservatório inferior, Cortinas, Lajes secundárias	3,0
Lajes, Fundações, Vigas secundárias, Pilares secundários	4,0
Vigas e Pilares principais	5,0

Fonte: Fonseca (2007).

2.8.8 Grau de deterioração da estrutura (Gd)

Por fim, temos o grau de deterioração da estrutura que é definido como função dos diferentes graus de deterioração das diversas famílias de elementos da edificação, no qual está diretamente relacionado com os respectivos fatores de relevância estrutural (FONSECA, 2007). O grau de deterioração da estrutura pode ser calculado por meio da expressão 5.

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

Onde k é o número de famílias presentes na edificação.

Após a determinação do grau de deterioração da estrutura, verifica-se o quadro 7 para obter o nível de deterioração da estrutura.

Quadro 7: Classificação dos de deterioramento da estrutura.

Nível de deterioração	G_d	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 – 15	Manutenção preventiva
Médio	15 – 50	o Definir prazo para nova inspeção. Planejar inspeção em longo prazo (máximo 2 anos)
Alto	50 – 80	Definir prazo para inspeção especializada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo para inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses)
Crítico	>100	Inspeção especializada imediata e adoção de medidas emergenciais.

Fonte: Adaptado de Fonseca (2007).

3. MATERIAIS E METODOS

Nesta seção, serão detalhados os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, que combina abordagens qualitativa e quantitativa. Essa classificação se justifica pela análise tanto objetiva quanto subjetiva das manifestações patológicas nas edificações, com base em referências bibliográficas relevantes e no uso da metodologia GDE/UNB, previamente descrita no referencial teórico.

A abordagem qualitativa possibilita uma compreensão mais aprofundada das causas, sintomas e impactos das patologias, enquanto a abordagem quantitativa permite mensurar e categorizar as manifestações, proporcionando uma visão ampla e fundamentada dos problemas estruturais e arquitetônicos.

A metodologia foi organizada em cinco etapas principais, conforme ilustrado na Figura 7, abrangendo desde a coleta de dados até a análise final. Cada uma dessas etapas será detalhada a seguir, destacando os procedimentos específicos e as ferramentas utilizadas para garantir a precisão e a relevância dos resultados obtidos.

Figura 7: Fluxograma das etapas da metodologia utilizada para a análise dos danos patológicos.



Fonte: Autoria própria (2024).

3.1. LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

3.1.1. Caracterização do município

São Francisco do Maranhão é um município localizado no estado do Maranhão, com uma área de aproximadamente 2.284,217 km². A cidade apresenta uma rica diversidade ambiental, abrangendo 40% do bioma Caatinga e 60% do bioma Cerrado. Com uma população de cerca de 12.064 habitantes, a escolarização entre crianças de 6 a 14 anos é alta, atingindo 94,8%. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,53, considerado baixo, refletindo desafios nas áreas de renda, educação e saúde. A economia local é baseada principalmente na agricultura e pecuária, com um PIB per capita de aproximadamente R\$ 8.097,27.

Historicamente, a cidade foi povoada por colonizadores ao longo do rio Parnaíba e se tornou um município em 1870. Entre suas festividades culturais destaca-se o festejo em honra a São Francisco, padroeiro da cidade. A Prainha de São Francisco também é um ponto turístico popular. Em suma, São Francisco do Maranhão é uma cidade com um rico patrimônio cultural e natural, que enfrenta desafios significativos em termos de desenvolvimento humano e infraestrutura.

3.1.2. Identificação da edificação

A seleção das edificações para análise resultou de um processo criterioso, com reuniões para identificar construções de relevância funcional, estrutural e social para a comunidade local. Como resultado da análise, optou-se por concentrar o estudo em duas escolas estaduais de ensino médio devido à sua relevância educacional e impacto social na região.

O **Centro de Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso** localiza-se na zona rural, na comunidade Mimoso, com uma área construída de aproximadamente 1094,7 m². A equipe escolar é composta por 28 profissionais, entre diretor, coordenador, professores, zeladores e vigias, atendendo cerca de 350 alunos oriundos de diferentes localidades rurais do município e uma observação importante que ela é do município apenas o EJA que funciona nessa escola sendo do estado.

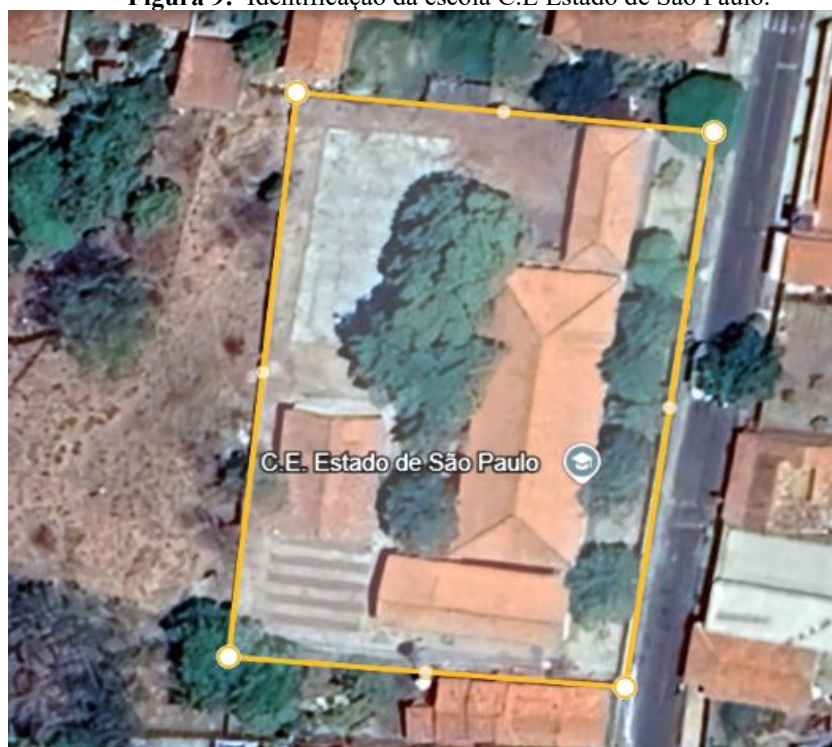
Figura 8: Identificação da escola C.E Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.



Fonte: Google Earth (2024).

O **Centro de Ensino Estado de São Paulo** está situado na zona urbana, na sede do município, ocupando uma área aproximada de 1297,54 m². A escola conta com uma equipe de 35 profissionais, incluindo diretor, coordenador, professores, zeladores e vigias, atendendo cerca de 300 alunos provenientes tanto da área urbana quanto de comunidades rurais próximas.

Figura 9: Identificação da escola C.E Estado de São Paulo.



Fonte: Google Earth (2024).

Os centros escolares analisados foram construídos em meados dos anos 1990. Essas instituições foram escolhidas pela sua importância na oferta de educação básica e pelo potencial de análise das condições construtivas, permitindo uma investigação abrangente das manifestações patológicas encontradas.

3.1.3. Levantamento do histórico da edificação

Para aprofundar o conhecimento sobre a história dessas edificações, foram realizadas entrevistas com pessoas diretamente envolvidas no uso das instalações, incluindo diretores, professores, vigias e zeladores. O objetivo dessas entrevistas foi compreender não apenas o processo de construção, mas também as reformas e adaptações realizadas ao longo dos anos.

Com base nos dados coletados, constatou-se que, desde a construção, não ocorreram reformas significativas nas estruturas. As intervenções limitam-se a pequenos reparos esporádicos, realizados com recursos destinados a outros fins. Esse cenário resultou na manutenção da estrutura original, sem alterações substanciais. No entanto, a ausência de reformas relevantes evidencia a necessidade urgente de futuras intervenções para garantir a segurança, a funcionalidade e a longevidade dos edifícios, especialmente considerando seu papel essencial no atendimento educacional da comunidade.

A realização de melhorias estruturais e manutenção preventiva se mostra fundamental para evitar o agravamento de problemas existentes, assegurando um ambiente adequado e seguro para alunos e profissionais.

3.2. NÍVEL DE INSPEÇÃO.

A Norma de Inspeção Predial de 2012 do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia) define os níveis de inspeção das edificações de acordo com a sua complexibilidade. Sendo classificados e categorizados em nível 1, nível 2 e nível 3.

- **Nível 1:** Realizada em edificações de baixo padrão e complexidade construtiva baixos, abrangendo aquelas com até três pavimentos.
- **Nível 2:** Realizada em edificações de média complexidade técnica e padrões construtivos médios, geralmente aplicada a edifícios com vários pavimentos.
- **Nível 3:** Realizada em edificações de alto padrão e elevada complexidade construtiva, caracterizadas por vários pavimentos.

3.3. FERRAMENTAS UTILIZADAS E INSPEÇÃO VISUAL

Para a execução deste estudo, foram realizadas pesquisas bibliográficas e inspeções visuais minuciosas. Durante as inspeções, utilizaram-se um celular para registros fotográficos, uma lista de manifestações patológicas, croquis para mapeamento das áreas afetadas e fenolftaleína para avaliar a presença de carbonatação no concreto. Esses recursos foram fundamentais para garantir uma documentação detalhada das patologias observadas e permitir uma análise precisa das condições da edificação.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

De acordo com o IBAPE (2012) inspeção predial realizada foi classificada no Nível 1, conforme as diretrizes técnicas aplicáveis a edificações de baixo padrão construtivo e baixa complexidade estrutural, limitando-se a construções com até três pavimentos. Esse nível de inspeção tem caráter visual e não destrutivo, focando na identificação de anomalias aparentes.

Durante a avaliação, foram identificadas manifestações patológicas nas edificações analisadas, considerando cada elemento construtivo de forma individualizada. As principais patologias observadas foram categorizadas de acordo com a natureza, permitindo um mapeamento detalhado das áreas comprometidas e dos tipos de deterioração encontrados.

Essas informações foram organizadas de forma sistemática no Quadro 8, apresentando uma descrição das patologias diagnosticadas e material afetado. Essa abordagem permitiu uma visão abrangente e técnica sobre o estado de conservação das edificações inspecionadas.

Quadro 8: Manifestações patológicas identificadas.

Manifestações patológicas	Elementos afetados
1. Manchas/Umidade	Alvenaria/Revestimento
2. Mofo/Bolor	
3. Eflorescência	
4. Desplacamento	
5. Fissuras/Trincas	
6. Descascamento	
7. Desgaste do piso	
8. Quebra do revestimento	
1. Fissuras/Trincas	Pilares/Vigas
2. Descascamento	
3. Manchas/Umidade	
4. Corrosão de armadura	
1. Descascamento	Coberturas/Lajes
2. Corrosão de armadura	
3. Fissuras/trincas	
4. Manchas/Umidade/Infiltração	

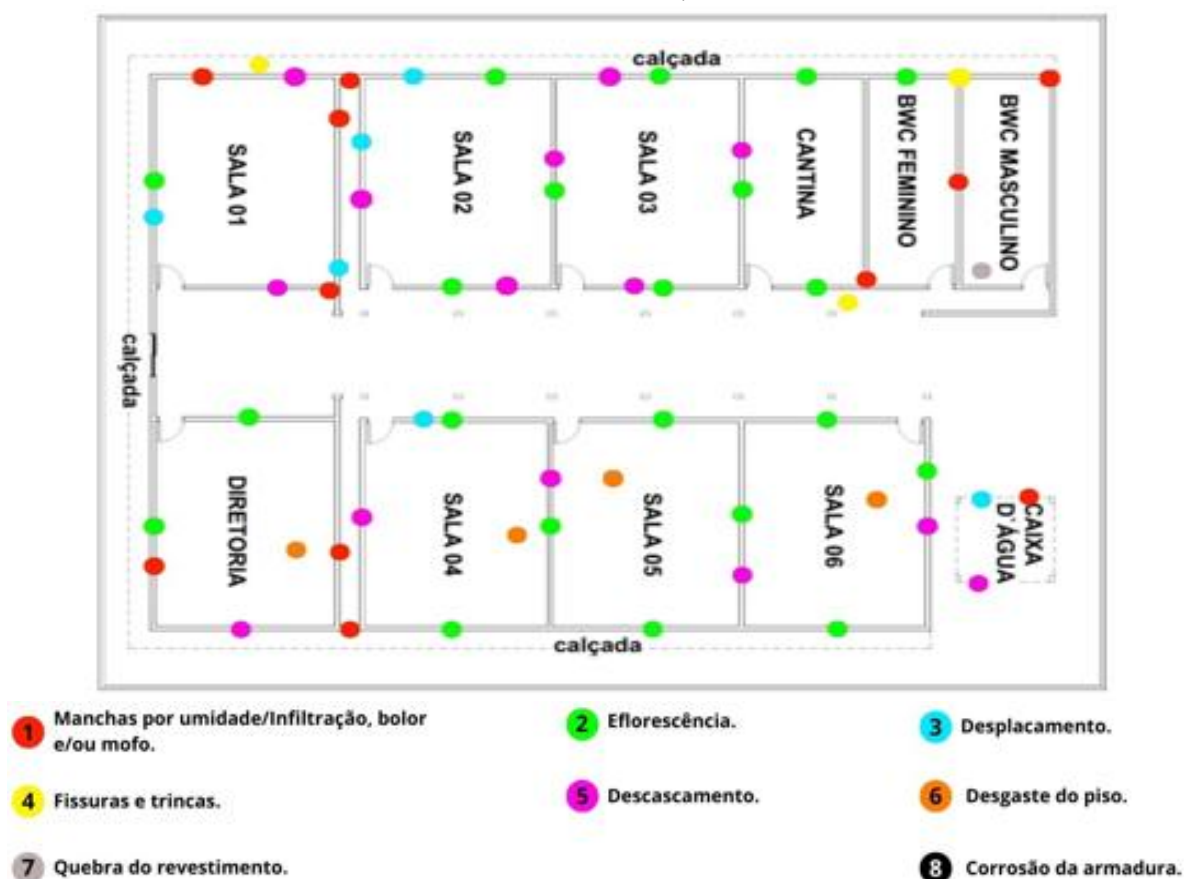
Fonte: Autoria própria (2024).

Com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão e um detalhamento visual das manifestações patológicas identificadas nas edificações avaliadas, foi realizado um mapeamento técnico por meio de croquis detalhados das construções. Esse procedimento permitiu localizar, descrever e quantificar as anomalias observadas de forma clara e objetiva.

Os croquis foram elaborados considerando as plantas arquitetônicas indicando setores críticos e áreas afetadas. Para facilitar a interpretação dos dados, as manifestações foram representadas através de legendas específicas, utilizando símbolos e cores padronizados que indicam o tipo de patologia, sua localização exata.

A partir desse levantamento estão apresentadas nas Figuras 10 e 11 abaixo, ilustrando as principais áreas comprometidas, destacando-se elementos como paredes, revestimentos, estruturas de cobertura e elementos de vedação, evidenciando a situação atual das edificações. Essa representação gráfica permite uma análise mais precisa e fundamentada, servindo de base para a elaboração de propostas de intervenção e manutenção corretiva.

Figura 8: Croqui com o mapeamento das manifestações patológicas do Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 9: Croqui com o mapeamento das manifestações patológicas Centro de Ensino Estado de São Paulo.



Fonte: Autoria própria (2024).

4.2 DIAGNÓSTICO E DEFINIÇÃO DE CONDUTA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS

A identificação e o mapeamento das manifestações patológicas representam etapas iniciais fundamentais para a compreensão e o diagnóstico adequado dos problemas em edificações. Esses processos consistem em uma análise detalhada das condições estruturais e funcionais, permitindo o levantamento preciso das patologias presentes. Após a realização dessa análise preliminar, foi possível proceder com o preenchimento da Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta para as Manifestações Patológicas. Este instrumento, ilustrado nos Quadros 9 e 10 abaixo, foi utilizado para classificar as patologias identificadas, apontar suas possíveis causas e propor as medidas corretivas ou preventivas mais adequadas, promovendo assim uma abordagem sistemática e fundamentada para a solução dos problemas detectados.

Quadro 9: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.

Problema patológico	Descrição por inspeção visual	Manifestação detectada	Possíveis diagnósticos	Terapêutica Adequada
	Manchas amarelada na parede e manchas esbranquiçadas no revestimento.	Manchas por umidade, infiltração e eflorescência.	1) Infiltração proveniente de possível vazamento no ar-condicionado; 2) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento.	1) Corrigir o possível vazamento no ar-condicionado; 2) Limpeza da área afetada; 3) Remoção do revestimento danificado; 4) Aplicação do fundo preparador de paredes (selador); 5) Aplicação do hidrofugante; 6) Aplicação o novo revestimento externo (pintura).
	Manchas esbranquiçadas no revestimento e deslocamento do revestimento.	Eflorescência e deslocamento	1) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento; 2) Desprendimento causado por impacto e/ou por uso de material inadequado causando falta de aderência.	1) Verificar se ainda existe partes descoladas e removê-las; 2) Remoção do revestimento danificado pela eflorescência; 3) Limpeza da área afetada; 4) Aplicar nova argamassa no local; 5) Aplicação do fundo preparador de paredes (selador); 6) Aplicação do hidrofugante; 7) Aplicação o novo revestimento externo (pintura).

	Parede externa (fachada lateral) com descascamento, excesso de umidade e fissuras.	Manchas por umidade/Infiltração, eflorescência, Descascamento, Rachaduras no piso.	1) Umidade na área externa por exposição ao vento e chuva; 2) Incompatibilidade de entre tintas; 3) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento; 4) Processo de cura inadequado.	Parede: 1) Remoção do revestimento danificado. 2) Aplicação do novo revestimento (Chapisco, emboço e reboco); 3) Aplicação de selador; 4) Aplicação do hidrofugante; 5) Aplicação o novo revestimento externo (pintura). Piso: 1) Remover todo o piso danificado e refazer adequadamente.
	Descolamento da tinta.	Descascamento.	1) Incompatibilidade de entre tintas; 2) Falta de preparo para aplicação de novas camadas de tintas.	1) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas; 2) Aplicar fundo preparador de parede. 3) Repintar a superfície.
	Manchas escuras, manchas brancas e pontos esverdeados.	Manchas por umidade/Infiltração, bolor e/ou mofo e eflorescência.	1) Infiltração proveniente de possível vazamento; 2) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento.	1) Lixar a parede e remover área danificada; 2) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas; 3) Aplicar fundo preparador de parede; 4) Repintar a superfície.

	Manchas escuras, desprendimento do revestimento e fissuras.	Manchas por umidade/Infiltração, bolor e/ou mofo, Descascamento e fissuras.	1) Umidade na área externa por exposição ao vento e chuva e falta de pingadeira; 2) Degradação do revestimento por ação de fungos; 3) Desagregação e fissuração do revestimento por lixiviação da água acumulada.	1) Remoção do revestimento danificado; 2) Aplicação do novo revestimento; 3) Aplicação de selador; 4) Aplicação do hidrofugante; 5) Aplicação o novo revestimento externo (pintura); 6) Aplicação da pingadeira.
	Manchas escuras e esverdeadas, desprendimento do revestimento e fissuras.	Manchas por umidade/Infiltração, bolor e/ou mofo, Descascamento, Desplacamento e fissuras.	1) Umidade na área externa por exposição a chuva e falta de pingadeira; 2) Degradação do revestimento por ação de fungos; 3) Desagregação e fissuração do revestimento por lixiviação da água acumulada.	1) Retirar área danificada com o uso de uma escova de cerdas duras e/ou lixas e remoção do revestimento danificado; 2) Aplicação do novo revestimento; 3) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 4) Aplicar fundo preparador de parede. 5) Repintar a superfície. 6) Aplicação da pingadeira.
	Desprendimento do reboco.	Desplacamento	1) Desprendimento causado por impacto ou por perda de aderência.	1) Verificar se ainda existe partes descoladas e removê-las; 2) Preparar a superfície; 3) Aplicar nova argamassa no local.

	Manchas escuras na laje.	Manchas por umidade/Infiltração, bolor e/ou mofo.	1) Umidade na área externa por exposição ao vento e chuva devido ao telhado está danificado; 2) Degradação do revestimento por ação de fungos; 3) o sistema de captação de pluviais insuficiente.	1) Conserto do telhado e impermeabilização da laje; 2) Remoção do revestimento danificado; 3) Aplicação do novo revestimento; 4) Aplicação de selador; 5) Aplicação do hidrofugante.
	Manchas esbranquiçadas no revestimento	Eflorescência	1) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento;	1) Limpeza da área afetada; 2) Remoção do revestimento danificado; 3) Aplicação do fundo preparador de paredes (selador); 4) Aplicação do hidrofugante; 5) Aplicação o novo revestimento (pintura).
O diagnóstico é pertinente a todas as salas de aula localizadas na edificação situada ao lado esquerdo da entrada principal.				
	Manchas esbranquiçadas na parede e manchas no piso.	Eflorescência e desgaste no piso.	1) Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do revestimento; 2) uso de materiais inadequados e mau uso do piso, provocando assim, baixa resistência.	Parede: 1) Limpeza da área afetada; 2) Remoção do revestimento danificado; 3) Aplicação do fundo preparador de paredes (selador); 4) Aplicação do hidrofugante; 5) Aplicação o novo revestimento (pintura). Piso: 1) Remover todo o piso danificado; 2) Construir novamente o piso.
O diagnóstico é pertinente a todas as salas de aula localizadas na edificação situada ao lado direito a entrada principal.				

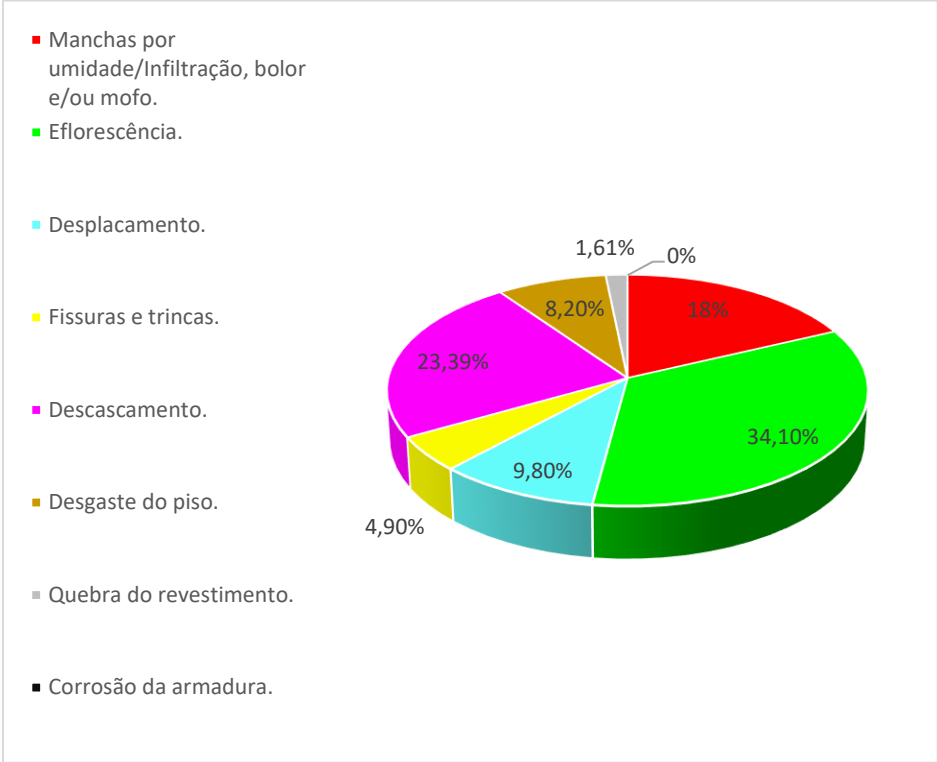
	Desplacamento do reboco e manchas no piso.	Desplacamento e desgaste do piso.	1) Desprendimento causado por impacto ou por perda de aderência; 2) uso de materiais inadequados e mau uso do piso, provocando assim, baixa resistência.	Parede: 1) Verificar se ainda existe partes descoladas e removê-las; 2) Preparar a superfície; 3) Aplicar nova argamassa no local. Piso: 1) Remover todo o piso danificado; 2) Construir novamente o piso.
	Revestimento cerâmico quebrado.	Quebra do revestimento cerâmico.	1) argamassa insuficiente para o assentamento ou de baixa qualidade.	1) Limpeza da área afetada; 2) Remoção do revestimento danificado; 3) Aplicação o novo revestimento (cerâmico).
	Abertura diagonal.	Trinca inclinada	1) Falta de amarração da parede em algum elemento estrutural como vigas; 2) Retração e expansão da alvenaria; 3) Concentrações de tensões.	1) Remoção da área afetada; 2) Verificação das condições da alvenaria e, se necessário, costura com barras de aço; 3) Aplicar selagem com resina epóxi ou nata de cimento com consistência adequada.

	Manchas escuras	Manchas por umidade, Infiltração, bolor e/ou mofo.	1) Infiltração causado no telhado possivelmente por telhas quebradas.	1) Fazer as correções das infiltrações no telhado. 2) Retirar área danificada com o uso de uma escova de cerdas duras e/ou lixas. 3) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 4) Aplicar fundo preparador de parede. 5) Repintar a superfície
	Manchas escuras, desprendimento do concreto, pintura danificada.	Deslocamento do concreto, manchas por umidade.	1) Estrutura exposta vento e chuva; 2) Falta de aderência do reboco com o concreto;	1) Verificar se armadura não está apresentando o início do processo de corrosão. 2) Verificar se ainda existe partes descoladas e removê-las; 4) Preparar a superfície e recompor toda a argamassa retirada; 5) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas; 3) Aplicar fundo preparador de parede. 4) Repintar a superfície.

Fonte: Autoria própria (2024).

Ao analisar o gráfico das manifestações patológicas do Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso, observa-se que a eflorescência representa 34,10%, sendo a ocorrência mais frequente. Em seguida, aparece o descascamento, com 23,39%, seguido pelas manchas por umidade, infiltração, bolor e/ou mofo, com 18%. O deslocamento corresponde a 9,80%, enquanto o desgaste do piso totaliza 8,20%. Já as fissuras e trincas somam 4,90%, e, por último, a quebra do revestimento cerâmico é registrada com 1,61% e todas as terapias adotadas foi de acordo com Thomas (2020).

Gráfico 1: Percentual das manifestações patológicas Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.



Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 10: Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas no Centro de Ensino
Estado de São Paulo.

Problema patológico	Descrição por inspeção visual	Manifestação detectada	Possíveis diagnósticos	Terapêutica Adequada
	Excesso de umidade e trincas na parede externa (fachada frontal) e no piso.	Manchas de umidade, Infiltração, trincas e recalque (piso).	Piso: 1) Recalque do solo devido à má compactação; 2) Trincas e fissuras em consequência do recalque; 3) Manchas de umidade devido infiltração através das trincas e fissuras. Parede: 1) Manchas de umidade na área externa por exposição ao vento e chuva; 2) Fissuração na camada de pintura devido ao não uso de material adequado para área externa e falta de manutenção.	Piso: 1) Demolir área recalçada; 2) Preparar o solo; 3) Inserir nova camada de aterro; 4) Compactar adequadamente; 5) Se necessário, reforçar com malha pop; 6) Lançamento da camada de concreto; 7) Realizar processo de cura adequadamente. Parede: 1) Lixar a parede e remover área afetada; 2) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 3) Aplicar fundo preparador de parede; 4) Repintar a superfície com tinta hidrofugante.

	Fissuração em direções aleatórias na parede	Fissuras no revestimento	1) Fissuração devido à falta de aderência da argamassa na alvenaria; 2) Fissuração vertical devido à sobrecarga na alvenaria; 3) Fissuração devido à falta de amarração em algum elemento estrutural.	1) Retirada da camada danificada; 2) Reforçar com tela de poliéster para trincas; 3) Reaplicar a camada de argamassa; 4) Aplicar fundo preparador; 5) Repintar a parede.
	Manchas, desgaste da pintura e esquadria quebrada.	Manchas por umidade, infiltração e descascamento.	1) Infiltração na área interna devido à má execução do peitoril da esquadria; 2) Manchas de umidade em razão da infiltração de águas pluviais; 3) Falta de aderência entre pintura antiga e nova.	1) Corrigir vazamento; 2) Lixar a parede e remover área afetada; 3) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 4) Aplicar fundo preparador de parede. 5) Repintar a superfície.
Esse diagnóstico é pertinente a todas as salas localizadas na edificação.				
	Abertura diagonal na guarnição.	Trinca inclinada.	1) Falta de amarração da parede em algum elemento estrutural como vigas; 2) Retração e expansão da alvenaria; 3) Concentrações de tensões.	1) Remoção da área afetada; 2) Verificação das condições da alvenaria e, se necessário, costura com barras de aço; 3) Aplicar selagem com resina epóxi ou nata de cimento com consistência adequada.

	Degradação da pintura e do reboco na fachada lateral esquerda.	Descascamento e deslocamento.	1) Desprendimento causado por impacto ou por perda de aderência; 2) Incompatibilidade de entre tintas.	1) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 2) Aplicar fundo preparador de parede. 3) Repintar a superfície. 4) Verificar se ainda existe partes descoladas e removê-las e reiniciar processo.
	Manchas escuras.	Manchas por umidade, Infiltração, bolor e/ou mofo.	1) Não foi realizada a drenagem adequada do ponto de ar-condicionado.	1) Instalar um dreno adequado para o ar-condicionado. 2) Retirar área danificada com o uso de uma escova de cerdas duras e/ou lixas. 3) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas. 4) Aplicar fundo preparador de parede. 5) Repintar a superfície.

	Pintura danificada, excesso de umidade e afundamento do piso da parede externa (fachada posterior).	Manchas, Infiltração, deslocamento do reboco, descascamento da pintura e mofo.	Piso: 1)Recalque do solo devido à má compactação; 2) Quebra do piso devido o recalque. Parede: 1) Umidade na área externa por exposição ao vento e chuva. 2) Mofo ocasionado pelo excesso de umidade na área; 3)Desprendimento causado por perda de aderência do reboco e da pintura.	Piso: Repetir procedimento da análise 1 deste Quadro. Parede: 1) Lixar a parede e remover área danificada. 2) Fazer limpeza superficial e excluir todas as partículas sólidas soltas; 3) Aplicar fundo preparador de parede 4) Repintar a superfície.
	Piso quebrado.	Quebra do revestimento.	1)solo deve ter cedido, e consequentemente provocou a quebra do revestimento.	1) preciso retirar todo o revestimento e refazer o piso de cimento de forma correta.
	Abertura entre paredes.	Trinca.	1) Retração e expansão da alvenaria. 2) Falta de amarração da parede com algum elemento estrutural.	1) Aplicar selagem com resina epóxi ou nata de cimento com consistência adequada. 2) Se o problema continuar usar o grampeamento da fissura com barras de aço.

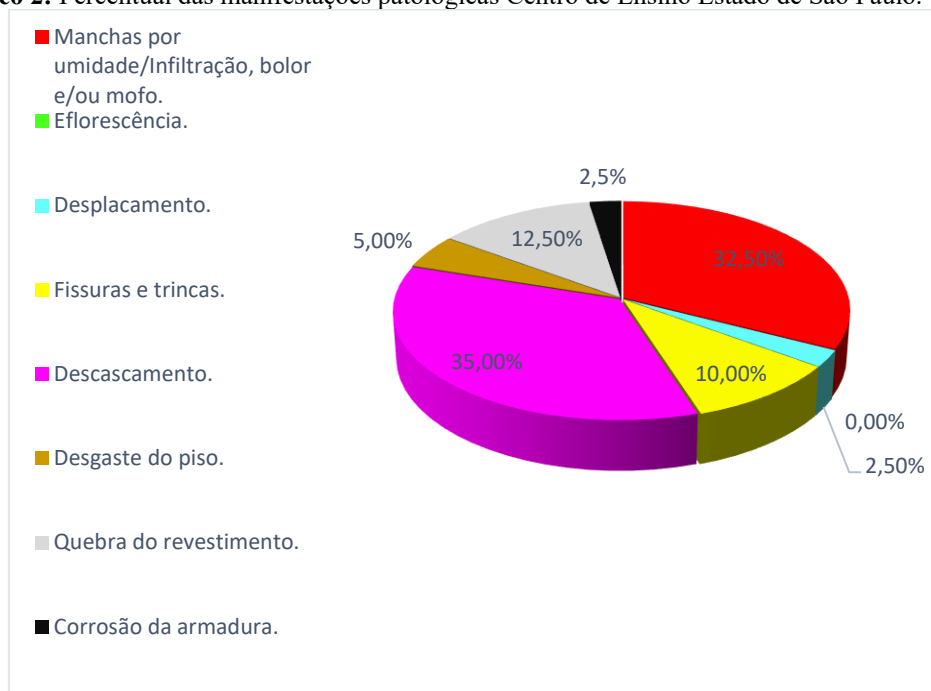
	Abertura entre paredes.	Trinca.	1) Retração e expansão da alvenaria. 2) Falta de amarração da parede com algum elemento estrutural.	1) Realizar amarração das paredes com o elemento estrutural por meio de costura das fissuras com barras de aço.
	Desgaste do piso cerâmico	Manchas por e no revestimento cerâmico.	1) Uso excessivo de produtos químicos que afetaram a superfície da cerâmica do revestimento. 2) Infiltração devido vazamento de encanação.	1) Identificar e corrigir ponto de vazamento; 2) Troca do revestimento cerâmico.

	Perda do cobrimento da laje do reservatório, armadura exposta na base da laje, concreto com presença de vazios e manchas esbranquiçadas	Perda do cobrimento, corrosão da armadura e lixiviação.	1) Aparente porosidade do concreto acarretando sua má qualidade e facilitando a entrada de óxidos, sais e gás carbônico; 2) Corrosão na armadura devido a possível porosidade do concreto e perda da camada passivadora do aço; 3) Perda do cobrimento devido a presença de corrosão; 4) Lixiviação do concreto devido a presença de sais.	Necessita-se da análise de um engenheiro estrutural para ser executado. 1) Escoramento da área a ser executada; 2) Escarificação do concreto até exposição completa da barra de aço com presença de corrosão; 3) Remoção completa da área corroída com uso de jato de areia ou escova de aço; 4) Verificação da nova espessura da barra e se necessita de reforço ou não seguindo a NBR 6118:2023; 5) Aplicação do anticorrosivo nas barras de aço; 6) Preenchimento da área de concreto removida com graute tixotrópico.
--	--	--	--	---

	Fissuração em elemento estrutural tipo pilar.	Trinca na base de pilar.	1) Abertura de trinca que pode ser ocasionada pela má execução do elemento (falta de processo de cura adequado e/ou processo de vibração do concreto inadequado); 2) Ou pode ter sido ocasionada pela má qualidade do concreto (concreto poroso); 3) Corrosão da armadura do elemento estrutural devido a perda da camada passivadora e consequência dos itens já citados; 4) Junção de todos os possíveis diagnósticos.	Necessita-se da análise de um engenheiro estrutural para ser executado. 1) Escoramento da área a ser executada; 2) Escarificação do concreto até exposição completa da barra de aço; 3) Verificação se há presença de corrosão, caso sim, seguir os passos apresentados para o elemento anterior.
--	---	--------------------------	--	--

Fonte: Autoria própria (2024).

No Centro de Ensino Estado de São Paulo, a manifestação patológica mais frequente observada foi o descascamento, correspondendo a 35% dos casos registrados. Em seguida, destacam-se as manchas causadas por umidade, infiltração, bolor e/ou mofo, com uma incidência de 32,5%. A quebra de revestimento aparece como a terceira patologia mais comum, representando 12,5% dos registros, seguida por fissuras e trincas, que somam 10%. O desgaste do piso foi identificado em 5% dos casos, enquanto o deslocamento e a corrosão da armadura apresentaram uma ocorrência de 2,5% cada e todas as terapias adotadas foi de acordo com Thomas (2020).

Gráfico 2: Percentual das manifestações patológicas Centro de Ensino Estado de São Paulo.

Fonte: Autoria própria (2024).

Causas e Soluções para Manifestações Patológicas em Paredes e Pisos:

- **Manchas por umidade/infiltração, bolor e/ou mofo**

Causas: Infiltrações causadas por falhas de impermeabilização; Condensação em ambientes mal ventilados; Vazamentos em tubulações, coberturas ou lajes.

Soluções: Identificar e corrigir a origem da umidade (reparar vazamentos ou falhas de drenagem); aplicar impermeabilizantes nas áreas afetadas; melhorar a ventilação do ambiente e utilizar desumidificadores, se necessário; tratar a superfície com fungicidas antes de realizar nova pintura com tintas antimoho.

- **Eflorescência**

Causas: Migração de sais solúveis devido à presença de umidade nos materiais de construção; Falta de impermeabilização adequada na base das paredes; Uso de materiais de construção com alto teor de sais.

Soluções: Demolição controlada: Quebre cuidadosamente a primeira fiada da alvenaria, evitando danos aos elementos estruturais, como pilares; Escoramento: Escore a parede utilizando piquetes de madeira para garantir a estabilidade durante a intervenção; Limpeza: Realize a limpeza completa da área demolida, removendo resíduos e partículas soltas;

Impermeabilização: Aplique um impermeabilizante adequado na base e até 60 cm de altura ao redor do pilar para bloquear a umidade ascendente; Reposição da alvenaria: Refaça a alvenaria demolida com materiais de qualidade e técnicas adequadas; Acabamento: Execute as etapas de acabamento, incluindo chapisco, emboço e reboco, garantindo uma superfície uniforme; Pintura: Finalize com pintura adequada, respeitando as recomendações do fabricante e garantindo a secagem completa entre as camadas.

- **Desplacamento**

Causas: Falha na aderência do revestimento devido a aplicação inadequada ou uso de argamassa de baixa qualidade; Movimentações térmicas ou estruturais; Infiltrações de água que comprometem o sistema.

Soluções: Remover as áreas deslocadas e reaplicar o revestimento utilizando argamassa adequada; preparar a superfície com técnicas adequadas, como aplicação de ponte de aderência; resolver problemas de infiltração e aplicar impermeabilização quando necessário.

- **Fissuras e trincas**

Causas: Retração do concreto ou argamassa devido à perda de água; Movimentação estrutural ou térmica excessiva; Sobrecarga estrutural ou falhas no projeto.

Soluções: Selar fissuras com resinas epóxi ou argamassas flexíveis, dependendo da gravidade; verificar a estabilidade estrutural e reforçar a estrutura, se necessário; reduzir tensões estruturais com juntas de dilatação adequadas.

- **Descascamento**

Causas: Umidade ou infiltração na base do revestimento; Uso de tintas ou revestimentos inadequados à superfície; Preparação inadequada da base antes da aplicação.

Soluções: Remover o revestimento solto, limpar a superfície e aplicar primer antes da nova pintura; utilizar revestimentos adequados ao tipo de superfície e ao ambiente; resolver problemas de umidade antes da reaplicação.

- **Desgaste do piso**

Causas: Tráfego intenso ou abrasão causada por partículas sólidas; Uso de materiais de baixa resistência ao desgaste; Exposição a agentes químicos ou impactos constantes.

Soluções: Substituir o piso por materiais mais resistentes ao tráfego, como pisos industriais ou porcelanatos reforçados; aplicar revestimentos protetores, como resinas epóxi ou endurecedores de superfície.

- **Quebra do revestimento**

Causas: Impactos mecânicos ou sobrecargas localizadas; Aplicação inadequada do revestimento ou uso de materiais frágeis.

Soluções: Substituir o revestimento danificado, garantindo a preparação adequada da base; utilizar materiais mais resistentes e compatíveis com o uso do local; corrigir falhas estruturais ou evitar cargas excessivas na área.

- **Corrosão da armadura**

Causas: Carbonatação do concreto ou presença de cloretos que atacam a armadura; Exposição contínua à umidade e falta de cobrimento adequado; Uso de concreto de baixa qualidade ou com porosidade excessiva.

Soluções: Remover o concreto deteriorado e tratar a armadura com inibidores de corrosão; aplicar argamassas de reparo específicas e garantir o cobrimento mínimo da armadura; proteger a estrutura com revestimentos impermeabilizantes e barreiras contra agentes agressivos.

Essas intervenções visam garantir a durabilidade e a integridade das estruturas, minimizando custos futuros com manutenções corretivas.

4.3 DIVISÃO DOS ELEMENTOS PARA EXECUTAR A METODOLOGIA GDE/UNB

Para a aplicação da metodologia GDE/UNB, foi realizada a divisão dos elementos construtivos considerando os mais críticos de cada família identificada. Esses elementos foram organizados em famílias de acordo com suas características e tipos de manifestações patológicas observadas, visando uma análise estruturada e sistemática como mostra no quadro 11 abaixo. A classificação permitiu um estudo detalhado, orientando a avaliação técnica e a proposição de medidas corretivas específicas para cada grupo identificado.

Quadro 11: Divisão dos elementos para executar a metodologia GDE/UNB.

Família de elementos	Quantidades avaliadas	Descrição
Composição arquitetônica	2	Uma parede externa de cada escola.
Vigas	1	Uma viga do reservatório do C.E. Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.
Pilares	2	Um pilar do reservatório de cada escola.
Lajes	2	Uma laje do reservatório do C.E. Estado São Paulo e outra laje logo após a entrada do C.E. Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.

Fonte: Autoria própria (2024).

4.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UNB

Dando continuidade à aplicação da metodologia GDE, e considerando as famílias de elementos previamente identificadas, seguimos o passo a passo descrito no referencial teórico para a determinação dos fatores relevantes.

Determinamos inicialmente o fator de ponderação (F_p), conforme ilustrado na Figura 05, e o fator de intensidade de dano (F_i), obtido a partir do quadro 4. Com esses valores, aplicamos as Equações 1 ou 2, de acordo com o enquadramento adequado para cada situação analisada, determinando o grau de dano (D) correspondente.

Em seguida, utilizamos a Equação 3 para calcular o grau de dano do elemento (G_{de}), permitindo a identificação do nível de deterioração do elemento com base no quadro 5. Posteriormente, aplicamos a Equação 4 para obter o grau de dano final (G_{df}). Com o auxílio do quadro 6, determinamos o fator de relevância (F_r). Por fim, multiplicamos o G_{df} total pelo F_r total, resultando no grau de dano global (G_d).

A seguir, são apresentados quadros detalhados com a análise de cada elemento, destacando seus respectivos fatores de ponderação e intensidade de dano, além dos cálculos realizados para determinar o grau de dano. Essa abordagem permite uma avaliação estruturada e transparente, alinhada aos critérios estabelecidos pela metodologia GDE.

Quadro 12: Resultados de todos os Graus de deterioração de elemento para os elementos estruturais do Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso.

Nome do elemento	Dano (Patologia)	Fp	Fi	D	Gde	Gdf	Fr	Fr x Gdf
Viga 1 	Fissuras	10	2	8	11,25	11,25	5	56,25
	Manchas	5	2	4				
	Descascamento	3	2	2,4				
Laje 1 	Infiltração	6	3	24	34,15	34,15	4	136,6
	Fissuras	10	2	8				
	Desplacamento	7	2	5,6				
	Manchas	5	2	4				
Fachada lat. 	Descascamento	3	3	12	44,47	44,47	1	44,47
	Fissura	10	2	8				
	Manchas	5	3	20				
	Desplacamento	7	3	28				
Pilar 1 	Descascamento	3	2	2,4	62,30	62,30	5	311,5
	Fissuras	10	3	40				
	Desplacamento	7	3	28				
	Manchas	5	3	20				
Total					152,17	152,17	15	548,82
					$\Sigma. Fr \times Gdf$		548,82	
					$\Sigma. Fr$		15	
					Gd		36,59	

Fonte: Autoria própria (2024).

De acordo com os resultados obtidos:

- **Viga:** Apresentou um GDE de 11,25, classificado como nível de deterioração baixo (entre 0 e 15). Portanto, está em um estado aceitável.
- **Laje:** Obteve um GDE de 34,15, classificado como nível de deterioração médio (entre 15 e 50). Essa condição exige observações periódicas e intervenção a médio prazo.

- **Fachada lateral:** Apresentou um GDE de 44,47, também classificado como nível de deterioração médio (entre 15 e 50). Assim, necessita de observações periódicas e intervenção a médio prazo.
- **Pilar:** Registrou um GDE de 62,30, classificado como nível de deterioração alto (entre 50 e 80). Essa condição demanda observação periódica minuciosa e intervenção a curto prazo.
- **Grau de Deterioração Global (Gd):** Calculado em 36,59, sendo classificado como nível de deterioração médio (entre 15 e 50). Dessa forma, recomenda-se observação periódica e intervenção a médio prazo.

Quadro 13: Resultados de todos os Graus de deterioração de elemento para os elementos estruturais da Centro Ensino Estado de São Paulo.

Nome do elemento	Dano (Patologia)	Fp	Fi	D	Gde	Gdf	Fr	Fr x Gdf
Laje 1 	Lixiviação	3	3	12	36	36	4	144
	Cobrimento deficiente	6	3	24				
	Fissuras	10	2	8				
	Manchas	5	2	4				
Fachada post. 	Infiltração	6	3	24	37,41	37,41	1	37,41
	Fissura	10	2	8				
	Manchas	5	3	20				
	Descascamento	3	2	2,4				
Pilar 1 	Cobrimento com deficiência	3	2	2,4	108,26	108,26	5	541,5
	Fissuras	10	4	100				
	Desplacamento	7	2	5,6				
Total					181,67	181,67	10	722,91
Σ. Fr x Gdf							722,91	
Σ. Fr							10	
Gd							72,291	

Fonte: Autoria própria (2024).

Análise dos Resultados Obtidos:

- **Laje:** Apresentou um GDE de 36, sendo classificado como nível de deterioração médio (intervalo de 15 a 50). Essa condição requer monitoramento periódico e a execução de intervenções planejadas a médio prazo para prevenir o agravamento da situação.
- **Fachada lateral:** Registrou um GDE de 37,41, enquadrando-se no nível de deterioração médio (intervalo de 15 a 50). Portanto, exige monitoramento contínuo e a realização de intervenções programadas a médio prazo.
- **Pilar:** Apresentou um GDE de 108,26, sendo classificado como nível de deterioração crítico (superior a 100). Essa condição requer intervenção imediata para garantir a funcionalidade e a segurança da estrutura.
- **Grau de Deterioração Global (Gd):** Foi calculado um GD de 72,291, classificado como nível de deterioração alto (intervalo de 50 a 80). Nesse contexto, recomenda-se uma observação periódica minuciosa e a realização de intervenções corretivas em curto prazo.

Essas análises reforçam a importância de intervenções planejadas e monitoramento constante para garantir a integridade estrutural da edificação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das metodologias de Diagnóstico de Deterioração de Conduta (MDDC) e Grau de Deterioração e Extensão (GDE/UNB) permitiu realizar um mapeamento detalhado e criterioso das condições estruturais das escolas analisadas, além de determinar o grau de deterioração de cada elemento estrutural. Essas informações são fundamentais para priorizar as intervenções mais urgentes, garantindo a segurança e a funcionalidade das edificações.

A metodologia de Diagnóstico de Deterioração de Conduta (MDDC) é uma ferramenta estruturada que busca identificar e classificar as patologias presentes em edificações, com foco na avaliação do estado de conservação dos elementos construtivos. Por meio de inspeções visuais e testes complementares, a MDDC permite compreender as causas e os efeitos das manifestações patológicas, auxiliando na definição de estratégias de intervenção. Essa metodologia fornece subsídios para que engenheiros e gestores possam tomar decisões baseadas em dados, assegurando a implementação de soluções técnicas adequadas e duradouras.

A metodologia GDE/UNB, desenvolvida para a avaliação e classificação de manifestações patológicas, consiste na análise detalhada das estruturas com base em parâmetros definidos, como a extensão, a intensidade e o impacto das lesões observadas. Este método permite categorizar as patologias de acordo com sua gravidade, utilizando indicadores quantitativos como o Fator de Intensidade (Fi) e o Grau de Deterioração e Extensão (GDE). O GDE é obtido por meio de uma fórmula que leva em consideração a área afetada, a severidade do dano e o impacto sobre a funcionalidade do elemento estrutural, permitindo uma hierarquização das intervenções necessárias. Essa abordagem sistemática é essencial para garantir o uso eficiente dos recursos disponíveis, priorizando os reparos mais críticos e prevenindo o agravamento dos danos.

A análise das manifestações patológicas nas escolas da rede pública de São Francisco do Maranhão revelou falhas estruturais significativas, especialmente nos pilares dos reservatórios, os quais demandam intervenções imediatas para preservar a segurança das edificações e seus usuários. As patologias identificadas incluem eflorescência, infiltração, fissuras, quebra do revestimento, descascamento, deslocamento e corrosão das armaduras, que são indicativos de comprometimento estrutural e precisam de ações corretivas pontuais.

No Centro Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso, foram constatadas patologias críticas, destacando-se a eflorescência, que comprometeu 34,10% das áreas avaliadas. O descascamento foi observado em 23,39% das áreas, enquanto manchas

causadas por umidade, infiltração, bolor e mofo representaram 18%. O elemento estrutural mais afetado foi o pilar, que apresentou um Grau de Deterioração e Extensão (GDE) de 62,30%, sendo classificado em um nível alto, o que requer reparos especializados em curto a médio prazo para evitar o agravamento das condições.

No Centro de Ensino Estado de São Paulo, as manifestações patológicas mais graves foram o descascamento, responsável por 35% das ocorrências, seguido por manchas de umidade, infiltração, bolor e mofo, que somaram 32,5%. A quebra de revestimento também foi registrada, correspondendo a 12,5% dos problemas observados. Assim como no anexo Mimoso, o pilar foi identificado como o elemento mais comprometido, apresentando um Grau de Deterioração e Extensão (GDE) de 108,26, um índice extremamente crítico, indicando a necessidade de intervenção imediata para restabelecer a funcionalidade e garantir a segurança estrutural da edificação.

Os dados levantados evidenciam a urgência de ações corretivas nas escolas analisadas, pois as patologias detectadas comprometem não apenas a integridade estrutural das edificações, mas também o ambiente escolar e a qualidade do ensino ofertado. É imprescindível adotar práticas eficazes de manutenção preventiva e corretiva, que incluam a elaboração de um plano de manutenção estruturado e contínuo. Este plano deve priorizar tanto a prevenção quanto a correção das falhas estruturais, promovendo a detecção precoce de novas patologias e prevenindo a progressão dos danos, assegurando assim a segurança e funcionalidade das edificações no longo prazo.

Conclui-se que a utilização das metodologias MDDC e GDE/UNB como ferramentas de diagnóstico estrutural permite não apenas identificar as manifestações patológicas de maneira sistemática, mas também planejar intervenções com base em critérios objetivos, garantindo a otimização de recursos e a preservação das edificações. A adoção de uma abordagem estruturada de manutenção e reparos assegura que as escolas continuem desempenhando seu papel essencial na formação de gerações futuras, ao mesmo tempo em que promove um ambiente educacional seguro, saudável e de qualidade para todos os seus usuários.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575-1:2021 - Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

BRAGA, Tatiane Cristina; SOUSA, Vinícius Vieira. **Diagnóstico e análise patológica nos bairros Aleixo Araújo e Centro de Presidente Olegário (MG).** Revista do CENAR, v. 1, n. 1, p. 30-40, 2019.

BRITO, T.F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior.** 2017. 70 f. TCC (Trabalho de conclusão de curso) para obtenção do título de Engenheiro Civil na Universidade Federal da Paraíba (UFPb), João Pessoa, 2017.

BOLDO, P. **Avaliação quantitativa de estruturas de concreto armado de edificações no âmbito do Exército Brasileiro.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2002. 295p.

BURLE, E; NUNES, T; LIMA, N; AGRA, T; MONTEIRO, E. **Estudo de caso da recuperação e reforço estrutural de uma edificação comercial.** In: SEMINÁRIO DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL, 1, Recife, 2016. **Anais.** Recife: Universidade de Pernambuco, Rev. Poli, p. 1 - 13.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado.** 1994. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

CASTRO, L. G. de. **Metodologia GDE: um sistema de avaliação do grau de deterioração de estruturas.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Estruturas, 1994.

CEOTTO, L. H.; Banduk, R. C.; Nakakura, E. H. **Revestimentos de Argamassas: boas Práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre: Prolivros, 2005. (Recomendações Técnicas HABITARE, 1).

CEB. **CEB - FIP Model Code 2010 (MC - 10) - Final Draft.** Bulletin d'Information No. 203, junho de 2010.

EUQUERES, P. **Metodologia de inspeção de pontes de concreto armado,** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2011. 168 p.

FONSECA, R. P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção.**

Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007. 213 p.

HELENE, P. **Manutenção para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). **Norma de Inspeção Predial**. 2012. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspeção-PredialIBAPE-Nacional.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

LIMA, B.S. **Principais manifestações patológicas em edificações residenciais multifamiliares**. 2015. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Obtenção do grau de Engenheiro Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2015.

LIMA, A. M. **Manutenção preventiva em escolas públicas: desafios e oportunidades**. *Educação em Debate*, v. 21, n. 2, p. 123-135, 2019.

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção predial para grades estoques de edifícios: Estudo para inclusão do componente “Estrutura de Concreto”**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1998. 308 p.

MELO, A. L. de. **Patologia em estruturas de concreto armado: diagnósticos e soluções**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de Patologias na Construção Civil**. Rio de Janeiro, 2013. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Engenheiro Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, Maximiliano Ramos; OLIVEIRA, Tayrielle Nunes; ARAÚJO, Selma Carrijo. **Patologias nas edificações, seu diagnóstico, e suas causas**. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2019.

OLIVARI, G. **Patologia em edificações**. São Paulo, 2003.

PINTO, J. A. N. **Patologias de impermeabilização**. Santa Maria: Multipress, 1996.

SANTOS, F. T. **Ambiente escolar e saúde: a relação entre infraestrutura e desempenho acadêmico**. *Journal of School Health*, v. 91, n. 4, p. 567-578, 2021.

Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (SEAP). **Manual de Normas Técnicas para Edificações Públicas**. Brasília: SEAP, 2020.

SILVA, J. R. **Impacto da infraestrutura escolar na aprendizagem: uma análise crítica**. *Revista Brasileira de Educação*, v. 25, n. 3, p. 345-367, 2020.

SILVA, J. R. **Importância da manutenção predial para a segurança e conforto.** Revista de Engenharia Civil, v. 23, n. 2, p. 45-58, 2020.

SITTER, W. R. **Costs for service life optimization: The ilaw of fivesi.** In: CEB-RILEM. Durability of concrete structures. Proceedings of the international workshop held in Copenhagen, on 18-20 May 1983. Copenhagen, 1984. (Workshop Report by Steen Rostam).

SOUZA, Ewerton S. V. **Investigação e levantamento de manifestações patológicas em fachadas de edificações do Centro Histórico de Natal/RN.** Monografia, 67 p., Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2022.

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

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações.** Dissertação (Mestrado): UFPR, Curitiba, 2010.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** Oficina de Textos, 2020.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Boletim Técnico nº 1 – Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil.** Mérida: ALCONPAT, 2013. 17 p.

VERLY, Rogério Calazans. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais.** 2015.

WATANABE, R.M. Trincas, fissuras fendas e rachaduras. Disponível em: [A minha casa tem muitas trincas - Quero uma Vistoria Técnica](#). 2018. Acesso em: 22 de jul. 2024.