

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DO SERTÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FELIPE MATOS MOTA COUTINHO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA ESCOLA SÃO
FRANCISCO SITUADA NO ASSENTAMENTO JUÁ NO MUNICÍPIO DE
DELMIRO GOUVEIA – AL

DELMIRO GOUVEIA - AL
2021

FELIPE MATOS MOTA COUTINHO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA ESCOLA SÃO FRANCISCO SITUADA NO ASSENTAMENTO JUÁ NO MUNICÍPIO DE DELMIRO GOUVEIA - AL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Rogério de Jesus dos Santos.

DELMIRO GOUVEIA – AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

C871a Coutinho, Felipe Matos Mota

Análise das manifestações patológicas da Escola São Francisco situada no assentamento Juá no município de Delmiro Gouveia / Felipe Matos Mota Coutinho. – 2021.

79 f. : il.

Orientação: Rogério de Jesus Santos.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2021.

1. Construção civil. 2. Manifestações patológicas. 3. Mapa de danos. 4. Escola São Francisco. 5. Assentamento Juá – Delmiro Gouveia – Alagoas. I. Santos, Rogério de Jesus. II. Título.

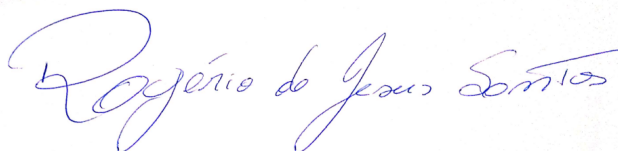
CDU: 624.012.45

Folha de Aprovação

FELIPE MATOS MOTA COUTINHO

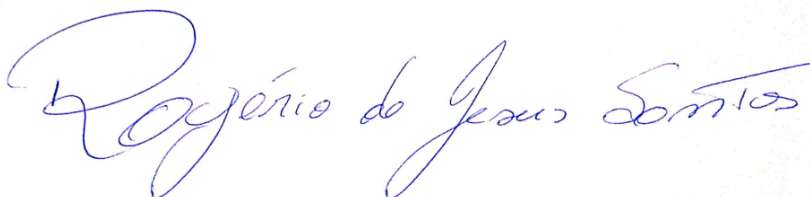
ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA ESCOLA SÃO FRANCISCO SITUADA NO ASSENTAMENTO JUÁ NO MUNICÍPIO DE DELMIRO GOUVEIA - AL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, e aprovado em 10 de Julho de 2021.

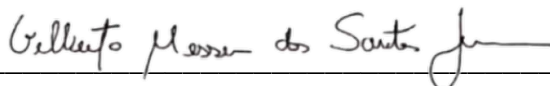


Prof. Msc. Rogério de Jesus dos Santos, UFAL – Campus do Sertão (Orientador)

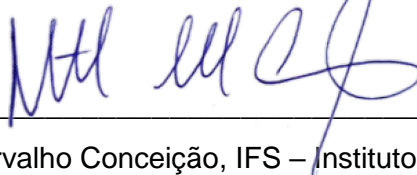
Banca examinadora



Prof. Msc. Rogério de Jesus dos Santos, UFAL – Campus do Sertão (Orientador)



Prof. Esp. Gilberto Messias dos Santos Junior, IFS – Instituto Federal de Sergipe (Avaliador)



Prof. Msc. Matheus Carvalho Conceição, IFS – Instituto Federal de Sergipe (Avaliador)

RESUMO

O presente estudo visa apontar as manifestações patológicas existentes na Escola São Francisco, situada no povoado assentamento Juá, no município de Delmiro Gouveia – AL. A escola foi construída no ano de 2013, com o intuito de fornecer uma melhor educação para a população da região. Visando a investigação das principais anomalias da construção e suas possíveis causas, foi realizada inspeção predial com visitas *in loco*, preenchimento de lista de verificação, anamnese da edificação e registros fotográficos. A partir dessas ações foi possível diagnosticar de forma detalhada as manifestações patológicas presentes na edificação, elaborar a representação gráfica dos danos existentes através do Mapa de Danos e o estabelecimento da ordem de priorização através da Matriz GUT. As manifestações patológicas identificadas necessitam de atenção pois algumas impossibilitam a utilização de ambientes e podem gerar problemas futuros. Logo, faz-se necessária a realização de manutenções imediatas na escola. Por fim, constatou-se que os deslocamentos das paredes dos boxes dos banheiros, o deslocamento do piso do banheiro e fendas no pilar presente na área externa da cozinha possuem maior grau de prioridade para manutenção.

Palavras-chave: Escola; Mapa de Danos; Matriz GUT.

ABSTRACT

The present study seeks to identify the pathological manifestations existing in the São Francisco School, located at the settlement Juá, in the town of Delmiro Gouveia - AL. The school was built in 2013 in order to provide a better education for the local people. In order to investigate the main anomalies of the building and their possible causes, a building inspection was carried out with on-site visits, as well as the use of checklists, building anamnesis, and photographic records. Based on these actions it was possible to diagnose in detail the pathological manifestations present in the building, to elaborate a graphic representation of the existing damage through the Damage Map, and to establish a prioritization order through the GUT Matrix. The identified pathological manifestations need attention because some of them make it impossible to use the place and may cause future problems. Therefore, it is necessary to carry out immediate maintenance at the school. Finally, it was found that the displacement of the walls of the bathroom stalls, the displacement of the bathroom floor, and cracks in the outside column of the kitchen area have the highest priority for maintenance.

Keywords: School; Damage Map; GUT Matrix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de incidência das manifestações patológicas.	18
Figura 2: Fissura, trincas e rachaduras.....	20
Figura 3: Eflorescência.	22
Figura 4: Bolor, Mofo.	23
Figura 5: Desagregação.	23
Figura 6: Manchas da área molhada.	24
Figura 7: Deslocamento do revestimento.	25
Figura 8: Corrosão do aço.	26
Figura 9: Escola São Francisco.	34
Figura 10: Mapa de danos fachada frontal.	35
Figura 11: Mapa de danos corte longitudinal.	36
Figura 12: Mapa de danos corte transversal.....	36
Figura 13: Imagem referente ao problema patológico.	37
Figura 14: Imagem referente ao problema patológico.	38
Figura 15: Imagem referente ao problema patológico.	39
Figura 16: Imagem referente ao problema patológico.	40
Figura 17: Imagem referente ao problema patológico.	41
Figura 18: Imagem referente ao problema patológico.	42
Figura 19: Imagem referente ao problema patológico.	43
Figura 20: Imagem referente ao problema patológico.	44
Figura 21: Imagem referente ao problema patológico.	45
Figura 22: Imagem referente ao problema patológico.	46
Figura 23: Imagem referente ao problema patológico.	47
Figura 24: Imagem referente ao problema patológico.	48
Figura 25: Imagem referente ao problema patológico.	49
Figura 26: Imagem referente ao problema patológico.	50
Figura 27: Imagem referente ao problema patológico.	51
Figura 28: Imagem referente ao problema patológico.	52
Figura 29: Imagem referente ao problema patológico.	53
Figura 30: Imagem referente ao problema patológico.	54
Figura 31: Imagem referente ao problema patológico.	55
Figura 32: Imagem referente ao problema patológico.	56

Figura 33: Imagem referente ao problema patológico.	57
Figura 34: Imagem referente ao problema patológico.	58
Figura 35: Imagem referente ao problema patológico.	59
Figura 36: Imagem referente ao problema patológico.	60
Figura 37: Imagem referente ao problema patológico.	61
Figura 38: Imagem referente ao problema patológico.	62
Figura 39: Gráfico com resultado da matriz GUT.	66
Figura 40: Frequência dos tipos de patologias.	67
Figura 41: Frequência dos tipos de patologias.	68
Figura 42: Frequência dos tipos de patologias identificadas na escola.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pontuação dos parâmetros.....	29
Quadro 2: Matriz GUT.....	63
Quadro 3: Agrupamento por grau de priorização.....	64
Quadro 4: Priorização para resolução das manifestações patológicas.	69

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	13
2.	Objetivos Gerais	14
3.	Objetivos Específicos	14
4.	Justificativa	14
5.	Referencial Teórico.....	15
5.1.	Patologia na Construção Civil	15
5.2.	Característica das manifestações patológicas	16
5.3.	Manifestações patológicas	17
5.3.1.	Fissuras.....	18
5.3.2.	Eflorescência.....	20
5.3.3.	Bolor	22
5.3.4.	Desagregação	23
5.3.5.	Infiltração.....	24
5.3.6.	Deslocamento de revestimento	24
5.3.7.	Corrosão da armadura	25
5.4.	Mapa de Danos.....	26
5.5.	Ferramenta GUT	28
5.5.1.	Parâmetros de avaliação.....	29
5.5.2.	Priorização	30
5.5.3.	Matriz GUT e manifestações patológicas	30
5.6.	Vistoria	30
5.6.1.	Desenvolvimento da Vistoria	31
5.6.2.	Caracterização da Vistoria	31
5.6.3.	Coleta com usuários.....	31
5.6.4.	Verificação da documentação	31
5.6.5.	Verificação dos Projetos.....	32
5.6.6.	Inspeção de Campo	32

5.6.7.	Classificação das patologias	32
6.	Metodologia	33
6.1.	Objeto de estudo	33
6.2.	Vistoria da Edificação	34
6.3.	Matriz GUT	35
6.4.	Mapa de Danos	35
7.	Resultados e Discussões	35
7.1.	Mapa de Danos	35
7.1.1.	Fachada Frontal	35
7.1.2.	Corte Longitudinal	36
7.1.3.	Corte Transversal	36
7.2.	Manifestações patológicas	37
7.2.1.	Manifestação 01	37
7.2.2.	Manifestação 02	38
7.2.3.	Manifestação 03	39
7.2.4.	Manifestação 04	40
7.2.5.	Manifestação 05	41
7.2.6.	Manifestação 06	42
7.2.7.	Manifestação 07	43
7.2.8.	Manifestação 08	44
7.2.9.	Manifestação 09	45
7.2.10.	Manifestação 10	46
7.2.11.	Manifestação 11	47
7.2.12.	Manifestação 12	48
7.2.13.	Manifestação 13	49
7.2.14.	Manifestação 14	50
7.2.15.	Manifestação 15	51

7.2.16.	Manifestação 16	52
7.2.17.	Manifestação 17	53
7.2.18.	Manifestação 18	54
7.2.19.	Manifestação 19	55
7.2.20.	Manifestação 20	56
7.2.21.	Manifestação 21	57
7.2.22.	Manifestação 22	58
7.2.23.	Manifestação 23	59
7.2.24.	Manifestação 24	60
7.2.25.	Manifestação 25	61
7.2.26.	Manifestação 26	62
7.3.	Matriz GUT	63
7.4.	Comparação com outros estudos	66
8.	Conclusão.....	71
	Referências Bibliográficas	73

1. INTRODUÇÃO

A educação, segundo a Constituição Federal de 1988 (Capítulo III, seção I, Artigo 205), é um direito de todos e dever do Estado e da família promover e incentivar, visando o desenvolvimento da pessoa para o exercício da cidadania. Entretanto a promoção da educação necessita de infraestrutura, como escola, profissionais capacitados, entre outros.

Focando na necessidade de ter uma escola para promover educação, pode-se olhar esse conceito com um viés técnico e pragmático. Tendo em vista que a escola é uma construção e por isso deve satisfazer seus usuários como alunos, professores e toda comunidade de seu entorno. Dessa forma torna-se importante o estudo das manifestações patológicas apresentadas nas unidades de ensino, que muitas vezes diminuem o desempenho da edificação e até mesmo colocam a segurança de seus usuários em risco.

O estudo das manifestações patológicas em construções permite a avaliação da causa, origem e manifestações para obter um diagnóstico relacionado aos danos incidentes em uma edificação para que uma possível manutenção possa ser realizada eliminando ou minimizando as anomalias com o intuito de aumentar o desempenho da edificação.

Para diagnosticar os problemas, os profissionais de engenharia procuram levantar informações relevantes a respeito das manifestações patológicas da construção. Normalmente são feitos ensaios, vistorias, registros fotográficos, entrevistas com usuários detalhando o caso estudado, para assim determinar as possíveis falhas e anomalias e desenvolver soluções.

Segundo Verçozza (1991), as características construtivas modernas favorecem muito o aparecimento de patologias nas edificações. Hoje, sempre se está à procura de construções que sejam realizadas com o máximo de economia, reduzindo assim o excesso de segurança, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundado dos materiais e métodos construtivos. Com o conhecimento preciso da quantidade necessária e confiabilidade tem-se a redução do consumo. Mas, com isso, o mínimo erro pode gerar diversas manifestações patológicas.

Visto isso, o estudo em uma unidade de ensino no sertão alagoano, visa contribuir para a população local, explanando os danos da construção e levantando o grau de priorização. Aproximando a engenharia civil de gestores de unidades de ensino e dos alunos de tal forma a contribuir para o desenvolvimento da sociedade no Povoado de Assentamento Juá no município de Delmiro Gouveia – AL.

2. OBJETIVOS GERAIS

Analisar as principais manifestações patológicas presentes na Unidade de Ensino Escola Municipal São Francisco no município de Delmiro Gouveia – AL, no povoado assentamento Juá.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as manifestações patológicas presentes no local de estudo utilizando registros fotográficos e mapa de danos;
- Utilizar a matriz GUT para priorização nas intervenções dos danos;
- Identificar as possíveis causas das patologias do local de estudo;

4. JUSTIFICATIVA

A escola foi escolhida devido às manifestações patológicas estarem atrapalhando o funcionamento da escola, sendo a escola a principal opção de educação das crianças do povoado que se encontra a 38 quilômetros da sede municipal. Como forma de utilizar a engenharia civil para ajudar a comunidade local, o presente trabalho será entregue à secretária de educação do município de Delmiro Gouveia – AL como relato de que a escola necessita de manutenções.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. Patologia na Construção Civil

A humanidade sempre procura adaptar as construções para que elas atendam da melhor forma suas necessidades, sejam elas para abrigar (casas e edifícios), armazenamento e infraestrutura como é o caso estudado no presente trabalho. Na busca em suprir essas necessidades o ser humano acumulou um conhecimento científico sobre construção civil. Desenvolvendo tecnologias, análises de cálculo, técnicas construtivas e características dos materiais. Isso proporcionou um crescimento muito grande da engenharia civil, e cada vez mais o homem conseguia suprir suas necessidades, até chegar a um ponto em que o foco não era apenas satisfazer as necessidades, mas construir mais rápido e minimizar gastos.

Esses conjuntos de fatores, atrelado ao grande volume de construções, envelhecimento natural, ação do ambiente, uso das construções, os acidentes, desmoronamento, colapsos de construções foram ocorrendo, surgindo as anomalias e falhas na construção civil. Logo, podemos presumir que as manifestações patológicas nascem com o próprio ato de construir.

Através desses acontecimentos, o ser humano com sua capacidade cognitiva de observar padrões, começou a analisar quais seriam as causas de tais ocorrências. Desenvolvendo técnicas, ferramentas, ensaios, metodologias para identificar as causas e apresentar intervenções, soluções, desenvolver materiais que possam minimizar as patologias ou até preveni-las.

Logo as manifestações patológicas na construção civil têm por objetivo estudar as origens, formas de manifestação e consequências das anomalias e falhas do sistema construtivo, assim como desenvolver mecanismos para minimizar. O que acaba sendo um avanço na engenharia civil, pois o homem sempre aplicava esforços para melhorar técnicas construtivas, análises para projeto, desenvolvimento de materiais e essa nova perspectiva tem um olhar de cuidar para manter a construção sendo útil, suprimindo as necessidades dos usuários.

Quando uma edificação apresenta um elevado número de anomalias, não é aconselhável fazer uma manutenção pontual, sendo necessário fazer um diagnóstico da construção. O diagnóstico serve para investigar os danos presentes na construção através da aplicação de metodologias, ensaios, vistorias e o uso do

conhecimento sobre construção civil relacionado a etapas construtivas, projetos, materiais com o intuito de obter a informação mais confiável e detalhada possível, para assim, documentar as causas das manifestações patológicas. Logo, entende-se que o diagnóstico é a pragmatização dos conceitos referentes à ciência de patologias na construção civil.

Para que os diagnósticos sejam efetivos, existem normas que fundamentam diretrizes, conceitos, terminologias, convenções, notações, critérios e procedimentos relativos a inspeção predial determinada pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) na Norma de Inspeção Predial Nacional de 2012, assim como normas de desempenho que buscam atender aos requisitos dos usuários determinada pela Norma Brasileira Regulamentador (NBR) de Desempenho de Edificações Habitacionais 15575 (ABNT, 2013), como também requisitos para manutenção de edificações determinada pela NBR Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão e manutenção 5674 (ABNT, 2012).

5.2. Característica das manifestações patológicas

Segundo Paiva (2007), a determinação das causas de anomalias em edifícios habitacionais é tarefa bastante complexa e extremamente difícil. Nem sempre é possível identificar uma causa de forma única e clara, devido à grande variedade de elementos e materiais constituintes do edifício, as múltiplas funções que desempenham as partes de um edifício, os elementos de construção que o integram, a complexidade do meio ambiente que envolve o edifício, os diversos tipos de atividades dos seus usuários e a atuação simultânea dos diversos agentes causadores.

Embora o estudo não aborde edifícios habitacionais a definição é bem aplicável. A determinação da causa dos danos de uma construção ocorrerá por meio de análises técnicas, estudando o projeto, os materiais utilizados e a utilização da edificação.

Podemos designar os principais fatores causadores de danos aos sistemas construtivos. Ferreira (2010) organizou as causas de acordo com as fases da construção, da seguinte forma:

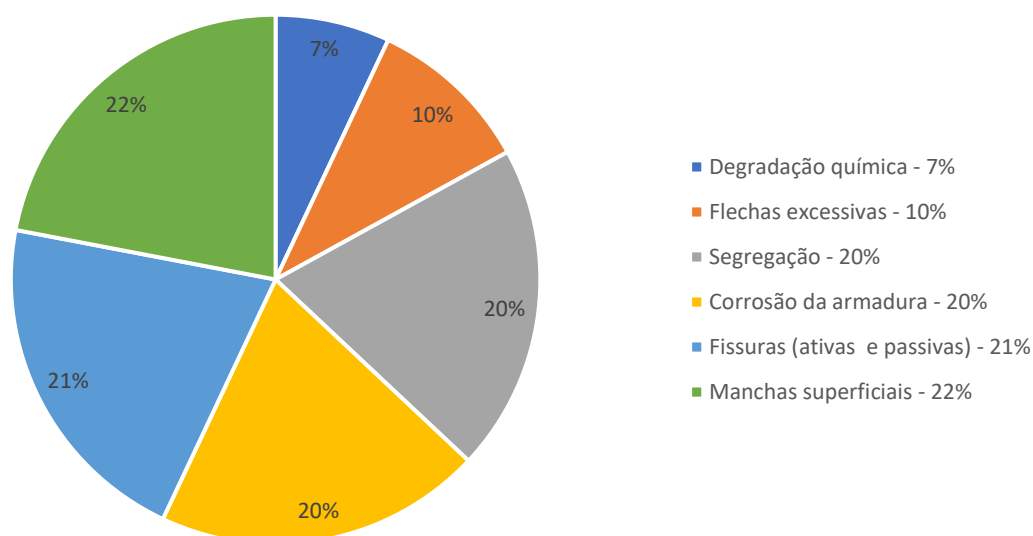
- **Concepção e Projeto:** Ausência de projeto, má concepção, inadequação ao ambiente (de natureza geotécnica, geofísica e/ou climática), inadequação a condicionamentos técnicos ou económicos, informação insuficiente, falha no detalhamento, erro de representação, erro na escolha e quantificação dos materiais, modelos incorretos de análise ou de dimensionamento;
- **Execução:** Não conformidade entre o que foi projetado e o efetivamente executado, má qualidade dos materiais entregues, falta de preparação e de qualificação da mão-de-obra utilizada, manuseamento e processos de aplicação inadequados de materiais, má interpretação do projeto, ausência ou insuficiência de fiscalização; Alterações inadequadas das soluções de projeto, incluindo no que se refere aos materiais propostos;
- **Utilização:** Alteração das condições de utilização previstas, implicando, nomeadamente, o agravamento das ações consideradas no projeto, remodelações e alterações mal estudadas, degradação dos materiais (deterioração anormal por incúria na utilização), ausência, insuficiência ou inadequação da manutenção, alterações das condições do contexto envolvente do edifício, não previstas no projeto (escavações importantes, novas construções, demolições de edifícios nas proximidades).

5.3. Manifestações patológicas

As anomalias e falhas de um sistema construtivo, com raras exceções se manifestam externamente de forma que técnicos possam presumir a natureza da patologia através dos sintomas. Levantando causas e consequências dos danos incidentes.

Os sintomas, em sua maioria, são identificados através de observações. De acordo com Helene (1992), as manifestações com maior incidência nas obras de engenharia são: fissuras, eflorescência, flechas excessivas, manchas no concreto aparente, corrosão de armaduras e segregação causada por má vibração durante a concretagem, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Distribuição de incidência das manifestações patológicas.



Fonte: Adaptado de HELENE (1992)

Como podemos observar no gráfico existem quatro manifestações que se destacam, com maior incidência, são elas: manchas superficiais, fissuras, segregação e corrosão da armadura.

No estudo do presente trabalho foram encontrados alguns dessas manifestações patológicas, desta forma iremos abordar seus conceitos.

5.3.1. Fissuras

De acordo com a NBR 15575-2 (ABNT, 2013), a definição de fissura é dada como o seccionamento de superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, que tende a ser provocada por tensão de caráter normal ou tangencial. Ainda classifica como ativas, devido à variação de abertura em função de movimentações como as hidrotérmicas e às passivas que possuem abertura constante.

As fissuras possuem grandes incidências nas construções. Principalmente em construções de concreto armado. Elas aparecem ao longo dos anos, meses após a conclusão da obra. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014) o valor da abertura das fissuras pode sofrer a influência de restrições às variações volumétricas da estrutura, difíceis de serem consideradas nessa avaliação de forma suficientemente precisa.

Além disso, essa abertura sofre também a influência das condições de execução da estrutura.

A fissuração é inevitável para o concreto armado, pois para evitá-la seria necessário usar uma seção transversal muito grande, aumentando muito o custo da obra e uma grande alteração na estética. No entanto, a fissura não deve ter uma grande abertura, pois pode causar danos à estética e ao desempenho estrutural.

As fissuras se dividem em microfissuras e macrofissuras, sendo as microfissuras sobressaindo no interior do concreto, logo não são visíveis a olho nu; as macrofissuras quando incidem provocam uma alteração do concreto sendo possível serem reconhecidas a olho nu.

Segundo Camacho (2005), as ocorrências de fissuras normalmente são por dois motivos:

- Fissuras produzidas por solicitações devidas ao carregamento: são causadas por ações diretas de tração, flexão ou cisalhamento, ocorrendo sempre nas regiões tracionadas.
- Fissuras não produzidas por carregamento: são causadas por deformações impostas (ações indiretas), tais como retração, variação de temperatura, recalques diferenciais, exposição excessiva ao sol no tempo de cura, mal adensamento e lançamento do concreto.

As manifestações através de aberturas, variam de nome de acordo com a espessura da abertura, existindo fissuras, trincas, rachaduras e fendas. O Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia – IPEAPE (2003) define da seguinte forma:

- Fissura: Abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5mm.
- Trinca: Abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5mm a 1,00mm.
- Rachadura: Abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa,

podendo-se “ver” através dela e cuja espessura varia de 1,00mm até 1,5mm.

- Fenda: Abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, com espessura superior a 1,5mm.

A seguir podemos observar exemplos de fissuras, trincas e rachaduras nas Figuras 2.

Figura 2: Fissura, trincas e rachaduras.



Fonte: Neves (2019).

5.3.2. Eflorescência

A eflorescência incide muito no aspecto visual da construção, além de causar degradação em alvenarias e estruturas de concreto. São formadas pelo acúmulo de sais nas superfícies de materiais, como: argamassas, concreto, alvenarias. Tal acúmulo acontece pelas umidades de intempéries e infiltrações.

Segundo o IPEAPE (2003) a eflorescência é um depósito de sais acumulados sobre a superfície das alvenarias, esse acúmulo ocorre pela evaporação da água da solução saturada de sal, que percola através dos materiais, alterando a superfície sobre a qual se deposita.

Um exemplo interessante e muito comum de eflorescência é a lixiviação, que pode causar sérios problemas ao sistema construtivo. Causada pelo contato do concreto com a água, passando por um processo de hidratação do cimento presente no concreto, formando um composto chamado hidróxido de cálcio. Esse composto em contato com a água dissolve chegando à superfície criando manchas brancas na construção. A princípio a lixiviação atinge o aspecto estético, sem causar grandes danos. Porém quando avançada faz com que o concreto perca elevadas quantidades de sólidos abrindo caminhos para a entrada de substâncias nocivas às armaduras e ao próprio concreto.

De acordo com Bauer (1997) existem três condições para a ocorrência de eflorescências, são elas:

- Presença de água: proveniente de chuvas, umidade do solo, infiltrações, vazamentos, entre outros;
- Sais solúveis: carbonato de cálcio (proveniente da carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto); carbonato de sódio (proveniente da carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis); hidróxido de cálcio (proveniente da cal liberada na hidratação de cimento); entre outros.
- Pressão hidrostática: transporte da água através dos materiais e a cristalização dos sais solúveis pela capilaridade, percolação devido à gravidade ou através de vazamentos.

Figura 3: Eflorescência.



Fonte: Farias (2019).

5.3.3. Bolor

Colônia de fungos filamentosos que se desenvolvem através da umidade se manifestando por manchas nas paredes, mais comum em paredes internas com pouca ventilação, mas também pode ser encontrado em áreas externas com pouca incidência do sol. Alucci (1988) define bolor como alterações que podem ser vistas macroscopicamente nas superfícies de vários materiais, originados pelo desenvolvimento de microrganismos que pertencem à família dos fungos. Já Shirakawa et al. (1995) destaca que o termo bolor tem melhor aceitação para designar o crescimento de fungos filamentosos em um dado substrato, formando manchas que se destacam em diversas tonalidades de cores, principalmente por cores escuras de tonalidade preta, marrom, verde ou claras esbranquiçadas e amareladas.

O bolor pode trazer riscos à saúde humana agravando doenças respiratórias e transmitindo bactérias que podem causar algum tipo de doença, além disso causa degradação do reboco criando trincas, fraturas e esfarelamento. Esses problemas atrelados a manchas nas paredes, causam muito desconforto aos usuários da construção. Conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Bolor, Mofo.



Fonte: Macedo (2017)

5.3.4. Desagregação

De acordo com IPEAPE (2003) a desagregação pode ser definida como a deterioração, por separação de partes do concreto, provocada, em geral, pela expansão devido à oxidação ou dilatação das armaduras, erros no lançamento do concreto, erros na vibração de adensamento e pelo aumento de volume do concreto quando este absorve água.

Incide em estruturas de concreto armado e argamassas. Existem vários fatores causadores da desagregação, dentre eles: mal hidratação da cal utilizada na argamassa, fissuração, corrosão do concreto, baixo teor de aglomerante, ataques biológicos, movimentações estruturais e choques mecânicos. Pode-se observar na Figura 5.

Figura 5: Desagregação.



Fonte: Henrique (2015).

5.3.5. Infiltração

Ocorre quando a água permeia por espaços vazios de estruturas de concreto e alvenarias. A infiltração incide por diversas formas, podendo ser por meio de: manchas escurecidas, fissuras, bolor, fungos e desagregação. A origem dessa manifestação patológica pode ser de forma externa através de chuvas, umidade do solo, ação do lençol freático ou de forma interna por meio de vazamentos da rede de hidráulica. Podendo ocasionar sérios danos à construção e à segurança de seus usuários. Como mostra a Figura 6.

Figura 6: Manchas da área molhada.



Fonte: Machado (2019).

5.3.6. Deslocamento de revestimento

Deslocamento de revestimento altera o aspecto visual da edificação, além disso pode causar riscos à segurança de seus usuários. Existem vários fatores causadores do deslocamento, dentre eles: contrapiso com mal execução, utilização de produtos inadequados para o revestimento, erro na aplicação da argamassa, não aplicação de rejunte, mal alinhamento do piso ou parede, umidade excessiva. Conforme mostra a Figura 7.

Figura 7: Deslocamento do revestimento.



Fonte: IBAPE/BA (2000).

5.3.7. Corrosão da armadura

De acordo com Helene (1993) a corrosão pode ser definida como a interação destrutiva de um material com o meio ambiente, seja por ação física, química, eletroquímica, ou a combinação destas.

O meio ambiente possui elevada influência no processo de corrosão, sendo classificada de acordo com sua agressividade, variando de agressividade fraca, moderada, forte e muito forte.

Para que ocorra a corrosão é necessário que a camada passivadora do aço seja destruída, esse processo é chamado de despassivação. Podendo ocorrer de diversas formas, por meio de lixiviação, expansão por sulfato, reação álcali-agregado.

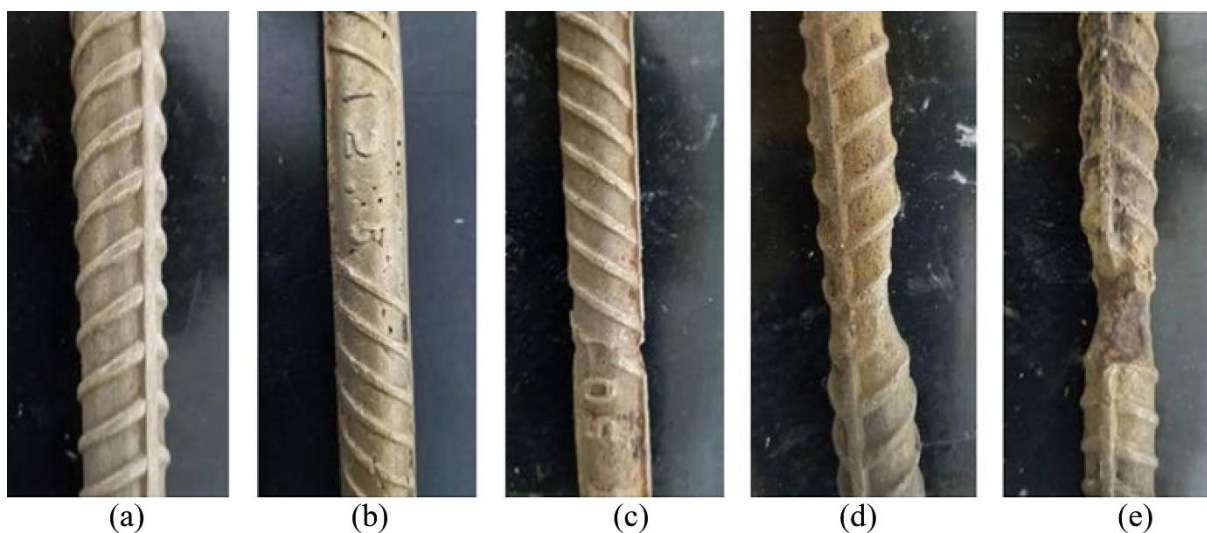
Lapa (2017) diz que a corrosão das armaduras é dividida em quatro tipos:

- Corrosão uniforme ou generalizada: ocorre devido a perda generalizada da película de passivação, resultante da carbonatação no concreto e/ou presença excessiva de cloretos. Também pode ocorrer por efeito de lixiviação do concreto produzido pela percolação e/ou lavagem por águas puras ou ligeiramente ácidas
- Corrosão localizada: forma-se por dissolução localizada da película de passivação, tipicamente causada pela penetração de íons cloretos no meio, vindos do exterior ou pertencente a algum constituinte do concreto. Forma-se uma célula de corrosão onde existe uma área passivada intacta, atuando

como um cátodo, e uma pequena área atuando como ânodo, que perdeu a película passiva e o oxigênio acaba dissolvendo o aço. As pequenas áreas despassivadas, conhecidas pelo nome de pite, podem gerar condições suficientes para a sua continuidade e crescimento, decrescendo o pH localmente.

- Corrosão sob tensão: caracteriza-se por ocorrer em aços submetidos a elevadas tensões, cuja superfície é gerada uma microfissura que vai progredindo muito rapidamente, provocando uma ruptura brusca e frágil do metal, ainda que a superfície não mostre evidências de ataques. Este tipo de corrosão acontece, preferencialmente, em concretos protendidos, sendo um fenômeno muito específico e normalmente associado à má qualidade do concreto (bainhas mal preenchidas, lixiviação do concreto) ou a presença de determinados íons.
- Corrosão galvânica: Este tipo de corrosão ocorre quando existem diferentes tipos de metal no mesmo meio eletrolítico, o metal com menor atividade eletroquímica é corroído.

Figura 8: Corrosão do aço.



Fonte: Rocha (2018).

5.4. Mapa de Danos

Gomide et al (2005) define o mapa de danos como a representação gráfica do levantamento de todos os danos existentes e identificados na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas. São considerados danos todos os tipos de lesões e perdas materiais e estruturais, tais como: fissuras, degradações por

umidade e ataque de xilófagos, abatimentos, deformações, destacamento de argamassas, corrosão e outros.

O mapa de danos aborda dois elementos importantes na engenharia civil que são, o conhecimento técnico que no caso são os danos da edificação e a representação gráfica detalhada para uma melhor compreensão do estudo. Documentando graficamente e fotograficamente a realidade de uma determinada construção.

Tinoco (2009) salienta dois conceitos importantes, não se deve empregar e confundir o termo Mapa de Danos com Mapeamento de Danos. O primeiro corresponde a um documento ou conjuntos de documentos gráficos e fotográficos que ilustram as realidades de uma edificação numa determinada data ou tempo; o segundo refere-se aos processos de investigações, levantamentos e produção dos dados para elaboração do mapa.

Segundo Barthel (2009) o mapa de danos deve conter as seguintes informações:

- Situação física, histórica e social do edifício, esta descrição conterá a localização do imóvel, situação legal, data de construção, estilo arquitetônico, contexto histórico de sua época, contextualização social e urbana atual (entorno), imagens antigas e atuais do imóvel e entorno;
- Declaração de significância, que consiste em um sumário, avaliação sobre os valores de integridade e autenticidade de um bem cultural, além de um suporte para a conservação dos valores do bem, explicando sua significação aos usuários, devendo constituir um primeiro passo essencial no desenvolvimento de um plano de gestão da conservação;
- Representação gráfica de seu estado de conservação, a representação de suas patologias, causas, agentes e ações corretivas, a descrição dos métodos e equipamentos empregados na investigação e por fim as ações corretivas e preventivas munidas de sua fundamentação teórica e/ou prática para estas ações.

Vale salientar que não existe um padrão estabelecido de quais informações devem conter em um mapa de danos, dependendo do bom-senso do profissional. Porém existem diretrizes descritas por Hautequestt Filho e Achiamé em Diretrizes

para Representação Gráfica de Mapa de Danos (2018); o Sistema Normativo para Mapa de Danos de Edifícios Históricos descrito por Tirello e Correa e o Mapa de Danos – Recomendações Básicas de Tinoco (2009).

Segundo Tinoco (2009) a elaboração do mapa de danos consiste em investigações sobre o estado de conservação da edificação que pode ser realizada por meio de três métodos: direto, indireto e misto, descritos a seguir.

- Método Direto: Trata da investigação pelo contato direto com o objeto de estudo. Elaborando esboços e desenhos à mão livre, sensibilização pelo “toque” no objeto de estudo e podendo até utilizar ações de fragmentação ou coleta de amostras de parte dos elementos com manifestações de danos;
- Método Indireto: Uma investigação de modo analítico, com estudos feitos a partir da interpretação de documentos escritos, gráficos, iconográficos, testemunhos, registros de qualquer tipo de tecnologia. Tendo como característica principal ser não-destrutiva.
- Método Misto: Trata de uma investigação que busca o equilíbrio entre a busca por uma investigação mais detalhada e que seja minimamente destrutiva aos elementos construtivos que compõem o objeto de estudo.

Visto isso, o mapa de danos é uma ferramenta de grande utilidade para o estudo das manifestações patológicas de uma edificação, registrando de forma gráfica os danos identificados de uma determinada construção.

5.5. Ferramenta GUT

Desenvolvida por Kepner e Tregoe na década de 1980, a ferramenta GUT estabelece três parâmetros, gravidade, urgência e tendência para definir prioridades. Possuindo um campo de aplicação muito vasto, como em tomadas de decisões, planejamento estratégico, definição de ações para solução de problemas e no caso do presente trabalho no estudo das manifestações patológicas de edificações.

A matriz GUT oferece uma quantificação da avaliação dos problemas em análises objetivas complementando outras ferramentas de gestão. Segundo Sotille (2014) a aplicação do método pode ser dividida em 04 (quatro) etapas simples: listar os problemas ou pontos de análise a serem sanados, pontuar cada problema de acordo com os parâmetros estabelecidos, classificar os problemas quanto a sua

priorização, com base nos resultados da etapa anterior, e tomar as decisões estratégicas cabíveis.

5.5.1. Parâmetros de avaliação

Após a etapa de listagem dos problemas identificados é necessário pontuar cada problema de acordo com os três parâmetros, gravidade, urgência e tendência. Meirelles (2001) definiu os três parâmetros da seguinte forma:

- 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.

Tendo em vista os conceitos, torna-se necessária a atribuição da nota dos três parâmetros para cada problema listado. Kepner e Tregoe (1981) definiram a atribuição dos valores das notas dos parâmetros conforme mostra a Quadro 1.

Quadro 1: Pontuação dos parâmetros.

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: Kepner e Tregoe (1981).

Percebe-se que a atribuição da nota, está muito relacionada ao conhecimento que o analisador possui sobre o problema. De forma que, para a priorização ser assertiva a pontuação deve ser feita corretamente.

5.5.2. Priorização

Ao final da aplicação da ferramenta, feito o cálculo a partir das notas atribuídas aos três parâmetros. Poderemos visualizar de forma ordenada qual dos problemas devem ser trabalhados primeiro.

O cálculo de priorização é realizado, multiplicando a pontuação dos três parâmetros. Resultando na avaliação final do problema, para que assim seja feita a priorização através de um ranking decrescente dos resultados obtidos de casa problema.

5.5.3. Matriz GUT e manifestações patológicas

Sendo a engenharia civil uma ciência tecnológica, muito presente na vida humana, onde constantemente os gestores da construção civil precisam tomar decisões para reduzir o consumo de recursos, otimização do tempo. Faz com que a ferramenta GUT seja muito aplicável na área.

No presente trabalho vamos fazer uma analogia para adaptar a ferramenta para as análises patológicas. Os problemas serão tratados como manifestações patológicas e o ranking encontrado será interpretado como a ordem de priorização de manutenção da edificação estudada.

5.6. Vistoria

A vistoria avalia as condições funcionais, estéticas e de segurança de uma edificação, com o intuito de identificar danos, sendo então uma ferramenta importante no estudo de manifestações patológicas. Utilizando roteiros de inspeção, *check-list*, registros fotográficos, coleta de depoimentos de usuários, análise de documentação e projetos.

Segundo o IBAPE/SP (2012), a vistoria de uma edificação deve determinar suas condições técnicas, funcionais e de conservação, visando direcionar o plano de manutenção.

A NBR 16747 (2020) da ABNT define vistoria como um processo que visa auxiliar na gestão da edificação e quando realizada com periodicidade regular, contribui com a mitigação de riscos técnicos e econômicos associados à perda do desempenho. Avaliando condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de

forma sistêmica e predominantemente sensorial (na data da vistoria), considerando os requisitos dos usuários.

5.6.1. Desenvolvimento da Vistoria

Segundo a NBR 16747 (2020) da ABNT para que o profissional técnico que está executando a vistoria consiga avaliar as condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação, precisa estar atento aos seguintes parâmetros:

- Segurança: segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e na operação.
- Habitabilidade: estanqueidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade.
- Sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade.

Dessa forma, seguindo as etapas que serão desenvolvidas neste item, pode-se realizar a avaliação do objeto de estudo.

5.6.2. Caracterização da Vistoria

Determinação de informações importantes da edificação como: nome da construção, localidade, natureza de uso, ano da construção, números de pavimentos, sistema construtivo, classe de agressividade ambiental/condições de exposição de acordo com a NBR 6118 (2003), nome e registro do profissional que vai realizar a vistoria e a data de realização da vistoria.

5.6.3. Coleta com usuários

Entrevista com usuários da edificação, com o intuito de levantar informações importantes relacionadas ao uso rotineiro da construção, ocorrência de reformas, danos que causam mais incomodo na utilização diária da edificação. Permitindo um melhor entendimento do objeto de estudo.

5.6.4. Verificação da documentação

Segundo Carvalho e Almeida (2017) a verificação de documentos administrativos, técnicos e de manutenção e operação deve ser solicitada pelo inspetor predial para verificação, antes mesmo da inspeção propriamente dita, por exemplo, auto de vistoria do corpo de bombeiros (AVCB), licenças ambientais. Com o objetivo de identificar não conformidades técnicas e legais. Após a verificação, devem ser registradas como orientações técnicas as possíveis ressalvas

encontradas a documentação. Vale salientar que a vistoria não possui o intuito de legalizar a construção.

5.6.5. Verificação dos Projetos

A verificação dos projetos tem por objetivo encontrar alguma irregularidade do que foi projetado e o que foi executado na edificação, averiguação dos materiais se estão sendo utilizados de forma correta como por exemplo nas áreas molhadas, instalações elétricas e hidrossanitárias, se ocorreu algum erro na instalação. Após a análise, deve ser registrado as irregularidades encontradas, pois podem ser possíveis causas para os danos da edificação.

5.6.6. Inspeção de Campo

Objetivando registrar as anomalias e falhas de manutenção, de uso e operação da edificação através de roteiros de inspeção e registros fotográficos, sendo a principal etapa para identificação dos danos na construção.

Os roteiros de inspeção possuem a função de orientar a vistoria abrangendo as áreas internas e externas, elementos estruturais, instalações e elementos arquitetônicos de toda a edificação. Segundo o IBAPE/SP (2012) um roteiro deve orientar a inspeção, considerando: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos em geral, esquadrias, revestimentos internos, elevadores, climatização, exaustão mecânica, ventilação, coberturas, telhados e combate a incêndio. Detalhando os tipos de manifestações patológicas identificadas na edificação em cada ponto roteirizado.

Vale ressaltar que em inspeções pode-se utilizar equipamentos e realizar ensaios como por exemplo, fissurômetro, câmera termográfica realização de ensaio de carbonatação, ensaio de velocidade de propagação ultrassônico e o ensaio de esclerometria, na busca de uma análise profunda do objeto de estudo.

5.6.7. Classificação das patologias

Segundo a NBR 16747 (2020) da ABNT as patologias registradas podem ser classificadas da seguinte forma:

- Anomalias: Caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo e são divididas em: endógena ou construtiva quando a perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução; exógena: quando a perda de

desempenho relaciona-se a fatores externos à edificação, provocados por terceiros; funcional: quando a perda de desempenho relaciona-se ao envelhecimento natural e conseqüente término da vida útil;

- Falhas caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo, decorrentes do uso, operação e manutenção.

Feita a primeira classificação, podemos registrar as possíveis causas de cada manifestações patológicas encontrada. Para que assim seja possível fazer as recomendações técnicas e a priorização da manutenção das manifestações patológicas encontradas.

6. METODOLOGIA

A metodologia desse estudo consiste na realização de vistoria para verificar a presença de manifestações patológicas presentes na edificação, aplicação da metodologia de mapa de danos para representação gráfica das manifestações patológicas e a utilização da matriz GUT com o intuito de priorizar as manifestações para planos futuros de manutenção.

Para este trabalho foi utilizada a classificação de pesquisa científica abordada por Fonseca (2002), devendo ser a pesquisa classificada como pesquisa de campo. Pois para a realização desse estudo fez-se necessária a pesquisa bibliográfica em normas, teses, dissertações, livros e coleta de dados junto a pessoas, localidades, registros fotográficos e análise em vistoria predial, para dessa forma, atingir o objetivo proposto da melhor forma.

6.1. Objeto de estudo

A edificação trata-se de uma escola construída através de uma parceria entre município de Delmiro Gouveia – AL e o Governo Federal do Brasil. Com o intuito de fornecer uma melhor educação para a população da região. Tendo em vista que existia outro prédio destinado à escola, porém com dimensões menores e que não oferecia as funcionalidades necessárias para professores e alunos da região.

O prédio possui o nome de Escola São Francisco, localizada no Povoado Assentamento Juá no Município de Delmiro Gouveia – Alagoas na região do Alto Sertão do estado a 298 quilômetros da capital Maceió, CEP 57.480-000. Sua

construção ocorreu no ano de 2013, sendo a escola utilizada apenas para finalidades educativas. Conforme mostra a Figura 9.

Figura 9: Escola São Francisco.



Fonte: Autor (2021).

Com aproximadamente 1285,9 m² de área construída a edificação é toda em alvenaria convencional de tijolos cerâmicos. A escola possui quatro salas de aula, sala de educação especial, biblioteca, sala de professores, secretaria, secretaria de recursos, hall, pátio de recreação, cantina, cozinha, dispensas, banheiros para os alunos feminino e masculino, banheiros para os professores e áreas externas. Como mostra o Apêndice B.

6.2. Vistoria da Edificação

O procedimento para vistoria foi adaptado com base na NBR 16747 (2020) da ABNT.

Dessa forma, foram realizadas as seguintes ações:

- Caracterização do objeto de estudo: Levantamento de informações da edificação como o nome da construção, localidade, natureza de uso, ano da construção e número de pavimentos.
- Coleta com usuários: Foi realizado anamnese com dois funcionários abordando quais os danos que mais prejudicava a rotina da escola. Obtivemos um alinhamento das respostas, pois os dois responderam os danos do banheiro e as infiltrações nas salas de aula.

- Inspeção de Campo: Foi utilizado o roteiro de orientação da inspeção apresentado no Apêndice A e registros fotográficos.

Durante a realização da vistoria não foi possível verificar a documentação e os projetos da edificação.

6.3. Matriz GUT

A matriz GUT foi produzida tendo como base o trabalho de análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT realizado por Brito (2017). Buscando obter uma quantificação da análise feita na vistoria e realizar a priorização.

6.4. Mapa de Danos

O mapa de danos foi produzido tendo como referência o Mapa de Danos – Recomendações Básicas de Tinoco (2009), seguindo o método misto de investigação. Buscando uma análise mais detalhada e não destrutiva, logo foi produzido a representação gráfica das patologias, na fachada frontal, corte transversal e longitudinal da edificação.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1. Mapa de Danos

7.1.1. Fachada Frontal

Percebe-se a presença de fissuras ao longo de toda a fachada frontal conforme mostra o item 7.2 deste trabalho. Além disso podemos notar a presença do destacamento da alvenaria no ancoramento do portão, nas grades do muro e na parede na entrada da escola, como foi constatado nas figuras 14,15 e 22 respectivamente. Conforme mostra o mapa na Figura 11.

Figura 10: Mapa de danos fachada frontal.

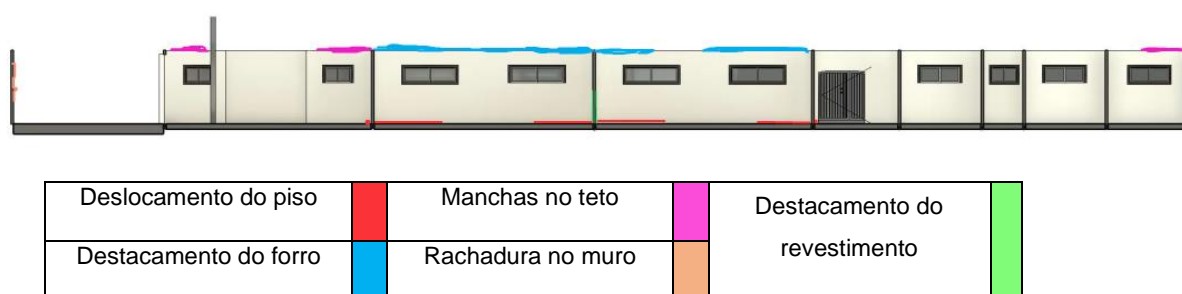


Fissuras	
Destacamento do concreto	

7.1.2. Corte Longitudinal

O corte longitudinal contempla 11 ambientes da escola, sendo estes: Área externa lateral, banheiro masculino e feminino, pátio de recreação, sala 03 e 04, hall, biblioteca, banheiro dos professores, sala de educação especial e sala dos professores representado no corte BB no Apêndice B. Onde em apenas três ambientes não foram identificadas anomalias. Nos outros ambientes foram identificadas várias anomalias, como: manchas no teto, deslocamento do piso, destacamento do revestimento, destacamento do forro e rachaduras. Evidenciadas no item 7.2 e visualizadas de forma integral na Figura 12.

Figura 11: Mapa de danos corte longitudinal.



Fonte: Autor (2021).

7.1.3. Corte Transversal

O corte transversal contém 4 ambientes, sendo estes: banheiro masculino, pátio de recreação, cantina e cozinha representado no corte AA no Apêndice B. Onde apenas na cantina não foi identificado danos. Nos outros ambientes, foi possível identificar os seguintes danos: deslocamento das paredes, destacamento do forro, manchas no teto, rachaduras, fissuras. Evidenciadas no item 7.2 e visualizadas de forma integral na Figura 13.

Figura 12: Mapa de danos corte transversal.



Fonte: Autor (2021).

7.2. Manifestações patológicas

7.2.1. Manifestação 01

Manifestação detectada: Destacamento da alvenaria no ponto de ancoramento do portão.

Localização: Manifestação localizada nos fundos da escola, no portão para entrada e saída de automóveis.

Possível Causa: Ação mecânica acidental.

Figura 13: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.2. Manifestação 02

Manifestação detectada: Trincas de 0,95 mm na direção vertical;

Localização: Manifestação localizada na entrada da escola, no portão principal. Local de tráfego elevado de pessoas.

Possíveis causas: Utilização de argamassa de baixa qualidade; deterioração pelo uso, devido ao local da manifestação.

Figura 14: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autores (2021).

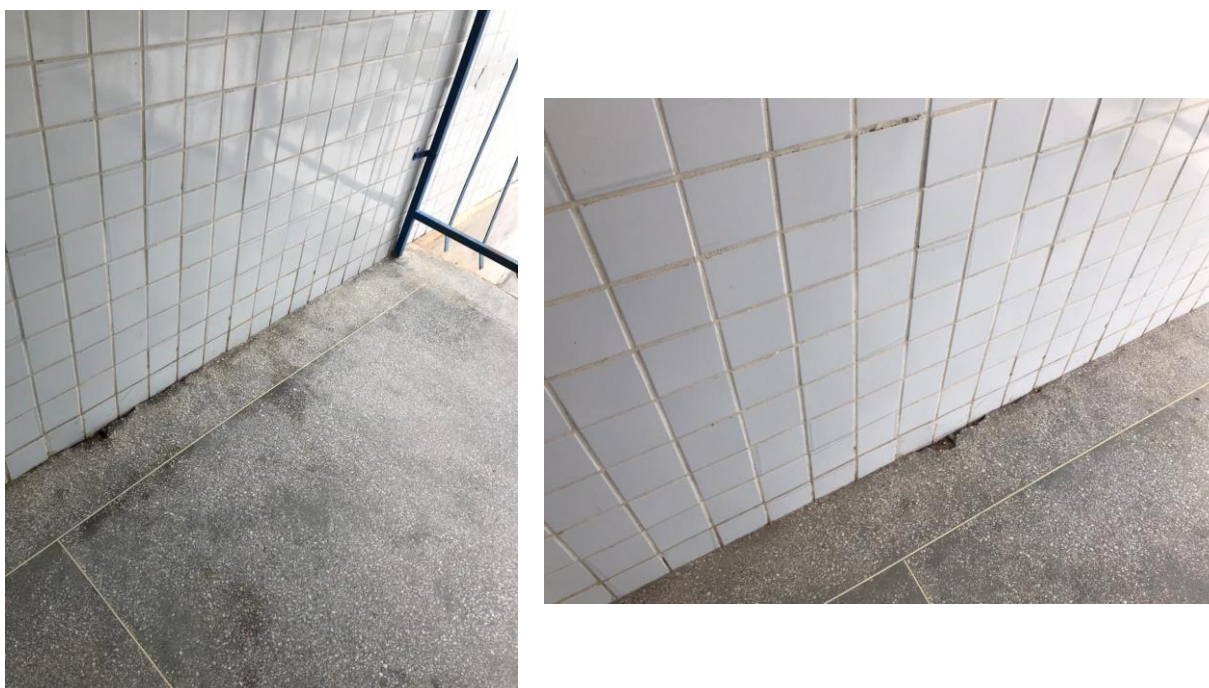
7.2.3. Manifestação 03

Manifestação detectada: Destacamento do revestimento do piso.

Localização: Manifestação encontrada no hall de entrada da escola. Local com elevado tráfego de pessoas.

Possíveis Causas: Recalque diferencial.

Figura 15: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021)

7.2.4. Manifestação 04

Manifestação detectada: Trincas no revestimento do piso.

Localização: Área externa próximo a entrada da escola.

Possíveis causas: Dilatação das placas do revestimento.

Figura 16: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.5. Manifestação 05

Manifestação detectada: Destacamento do revestimento.

Localização: Corredor que leva as salas de aula, local com elevado tráfego de pessoas.

Possíveis causas: Má utilização, ação mecânica externa.

Figura 17: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.6. Manifestação 06

Manifestação detectada: Fissura.

Localidade: Toda extensão do muro fachada frontal e rodapés da área externa.

Possíveis causa: Falha na execução, umidade excessiva causando expansão.

Figura 18: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.7. Manifestação 07

Manifestação detectada: Destacamento da alvenaria.

Localidade: Parte interna do muro da fachada frontal.

Possíveis causas: Ação externa; erro na instalação de grades.

Figura 19: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.8. Manifestação 08

Manifestação detectada: Fissura horizontal ao longo da vega.

Localidade: Entrada da escola e no corredor que dá acesso as salas de aula, locais com elevado tráfego de pessoas.

Possíveis causas: Sobrecarga; erro no dimensionamento do elemento; erro na execução/amarração.

Figura 20: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autores (2021).

7.2.9. Manifestação 09

Manifestação detectada: Destacamento da alvenaria.

Localidade: Fachada frontal, próximo à entrada.

Possível causa: Esforços do madeiramento do telhado.

Figura 21: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.10. Manifestação 10

Manifestação detectada: Manchas no teto.

Localidade: Sala dos professores. Local com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Falta de estanqueidade; infiltração da água através da absorção dos materiais.

Figura 22: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.11. Manifestação 11

Manifestação detectada: Destacamento do forro.

Localidade: Corredor de acesso as salas de aula e salas de aula. Locais com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Infiltração, mal dimensionamento da calha receptora de águas pluviais.

Figura 23: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.12. Manifestação 12

Manifestação detectada: Deslocamento do piso.

Localidade: Salas de aula. Locais com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 24: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autores (2021).

7.2.13. Manifestação 13

Manifestação detectada: Deslocamento do piso.

Localidade: Pátio de recreação. Local com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 25: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.14. Manifestação 14

Manifestação detectada: Rachadura de 1,4 mm.

Localidade: Pátio de recreação. Local com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Sobrecarga.

Figura 26: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autores 2021.

7.2.15. Manifestação 15

Manifestação detectada: Fissura horizontal ao longo da viga. Na altura de transição para o pilar.

Localidade: A viga engloba a área do banheiro e do pátio de recreação. O mesmo ocorre com a viga da outra extremidade do banheiro.

Possível causa: Erro na amarração da viga com a alvenaria; deslocamento da parede.

Figura 27: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.16. Manifestação 16

Manifestação detectada: Rachadura de 1,5 mm

Localização: Pátio de recreação, a patologia estava presente em grande parte do pátio. Local com elevado tráfego de pessoas.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 28: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Fonte (2021).

7.2.17. Manifestação 17

Manifestação detectada: Deslocamento das paredes dos boxes dos banheiros.

Localização: Banheiros feminino e masculino, ambientes fundamentais para o bom funcionamento da edificação. A manifestação ocorre em todos os boxes variando apenas a intensidade, com caso de desabamento.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 29: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.18. Manifestação 18

Manifestação detectada: Destacamento de revestimento ao redor dos boxes de alvenaria.

Localidade: Banheiros feminino e masculino, ambientes fundamentais para o bom funcionamento da edificação.

Possível causa: Deslocamento dos boxes de alvenaria.

Figura 30: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.19. Manifestação 19

Manifestação detectada: Deslocamento do piso.

Localidade: Banheiros feminino e masculino. A manifestação ocorre em diferentes pontos do ambiente.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 31: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.20. Manifestação 20

Manifestação detectada: Manchas escuras no forro.

Localidade: Banheiro feminino e masculino.

Possível causa: Falta de estanqueidade. Infiltração da água através da absorção dos materiais.

Figura 32: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.21. Manifestação 21

Manifestação detectada: Fendas com espessura superior a 1,5 mm.

Localidade: Muro lateral da escola. A manifestação patológica está presente em vários pontos do muro.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 33: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.22. Manifestação 22

Manifestação detectada: Fendas em pilar com espessura superior a 1,5 mm.

Localidade: Área externa da cozinha.

Possíveis causas: Sobrecargar; Erro no dimensionamento do elemento.

Figura 34: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.23. Manifestação 23

Manifestação detectada: Manchas no teto.

Localidade: Cozinha, ambiente fundamentais para o bom funcionamento da edificação.

Possível causa: Umidade elevada; baixa ventilação; vapores devido à finalidade de uso do ambiente.

Figura 35: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.24. Manifestação 24

Manifestação detectada: Fenda de 2,0 mm no elemento de contenção.

Localidade: Área dos fundos da escola. Local com pouco tráfego de pessoas.

Possível causa: Recalque diferencial.

Figura 36: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.25. Manifestação 25

Manifestação detectada: Fenda de 2,0 mm no degrau da escada.

Localidade: Área dos fundos da escola. Local com pouco tráfego de pessoas.

Possíveis causas: Recalque diferencial; erro de execução.

Figura 37: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.2.26. Manifestação 26

Manifestação detectada: Trincas no revestimento do piso.

Localização: Área externa próximo a entrada da escola.

Possível causa: Dilatação das placas do revestimento.

Figura 38: Imagem referente ao problema patológico.



Fonte: Autor (2021).

7.3. Matriz GUT

A identificação de patologias e determinação de causas se mostra uma tarefa complexa, visto que é analisado de forma qualitativa, porém ao finalizar essas etapas faz-se necessário priorizar as manifestações identificadas para o desenvolvimento do plano de manutenção da edificação.

Para isso foi utilizada a matriz GUT, que oferece uma quantificação da avaliação dos problemas em análises objetivas com os três parâmetros da metodologia gravidade, urgência e tendência, gerando um grau de priorização que possibilita o ordenamento hierárquico de prioridade de manutenção das patologias.

O resultado obtido através da aplicação da matriz expressa a análise de cada manifestação listada no item 7.2 deste trabalho, como podemos ver no Quadro 2 e 3 produzindo a seguinte ordem de priorização.

Quadro 2: Matriz GUT

Manifestação	G	U	T	GxUxT
01	2	3	3	18
02	2	1	2	4
03	2	2	2	8
04	1	2	2	4
05	2	1	2	4
06	2	1	2	4
07	2	1	1	2
08	2	3	2	12
09	2	1	2	4
10	1	1	2	2
11	4	5	5	100
12	3	3	3	27
13	3	3	3	27
14	2	2	2	8

15	2	3	2	12
16	2	3	2	12
17	5	5	5	125
18	2	2	4	16
19	5	5	5	125
20	1	1	2	2
21	3	3	2	18
22	5	5	5	125
23	1	1	2	2
24	3	2	2	12
25	1	2	2	4
26	1	2	2	4

Fonte: Autor (2021).

A aplicação da Matriz GUT mostra que diferentes manifestações apresentam o mesmo grau de prioridade. Para que possamos observar com mais objetividade, foi confeccionada o Quadro 3 que expressa em ordem crescente o grau de prioridade das manifestações, agrupando as que apresentam o mesmo grau.

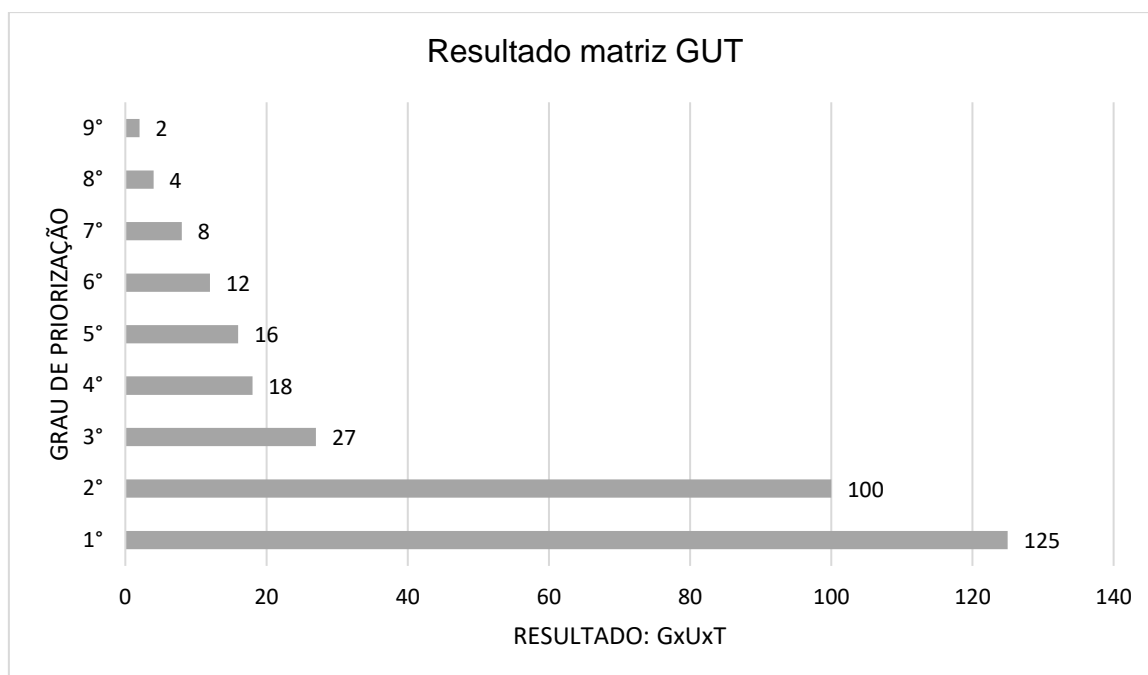
Quadro 3: Agrupamento por grau de priorização.

Grau de Priorização	Manifestação	Manifestação detectada
1°	17	Deslocamento das paredes dos boxes dos banheiros.
	19	Deslocamento do piso.
	22	Fendas
2°	11	Destacamento do forro.
3°	12	Deslocamento do piso.
	13	Deslocamento do piso.
4°	1	Destacamento do concreto.
	21	Fendas

5°	18	Destacamento de revestimento
6°	8	Fissura
	15	Fissura
	16	Rachadura
	24	Rachadura
7°	3	Deslocamento do piso.
	14	Rachadura.
8°	2	Trincas.
	5	Destacamento do revestimento.
	6	Fissura
	9	Destacamento do concreto.
	25	Fenda
	26	Trincas
	4	Trincas
9°	7	Destacamento do concreto.
	10	Manchas no teto.
	20	Manchas no teto.
	23	Manchas no teto.

Fonte: Autor (2021).

Figura 39: Gráfico com resultado da matriz GUT.



Fonte: Autor (2021)

Percebe-se que as manifestações relacionadas a recalque diferencial, como possível causa expressam-se em alto grau de priorização estando presentes nos três primeiros grupos. Nota-se no resultado da vistoria que essas manifestações impossibilitam o funcionamento do banheiro, ambiente fundamental da escola.

Outro destaque na priorização, foi as fendas presente no pilar da área externa da cozinha, manifestação 22, patologia exposta, com fendas grandes e por se tratar de um elemento estrutural causa desconforto e risco a segurança dos usuários.

Vale ressaltar que o resultado da matriz GUT, serve apenas para priorização de possíveis planos de manutenção. Não significa que as outras manifestações devam ser excluídas do plano de manutenção futuro, todas manifestações causam desconforto para os usuários e muitas delas possuem tendência de piorar a longo prazo, fazendo-se necessário a manutenção.

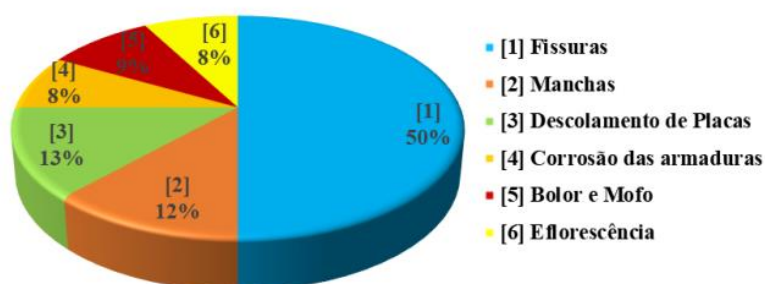
7.4. Comparação com outros estudos

Foi selecionado dois estudos com o intuito de comparar as manifestações patológicas que surgem com mais frequências, onde um foi realizado em escolas municipais e outro em creches. Além disso foi selecionado um estudo que aplicou a matriz GUT como ferramenta de hierarquização das manifestações patológicas em

uma instituição de ensino superior, com o objetivo de comparar o tipo de patologia priorizada.

O estudo de SILVA, et al (2018) realizado nas escolas públicas do Município de Afonso Bezzerra – RN foi desenvolvido a partir da coleta de dados registros fotográficos e entrevistas junto aos funcionários das escolas. Com a obtenção dos dados foram feitas as análises das principais manifestações patológicas encontradas. Conforme mostra a Figura 41.

Figura 40: Frequência dos tipos de patologias.

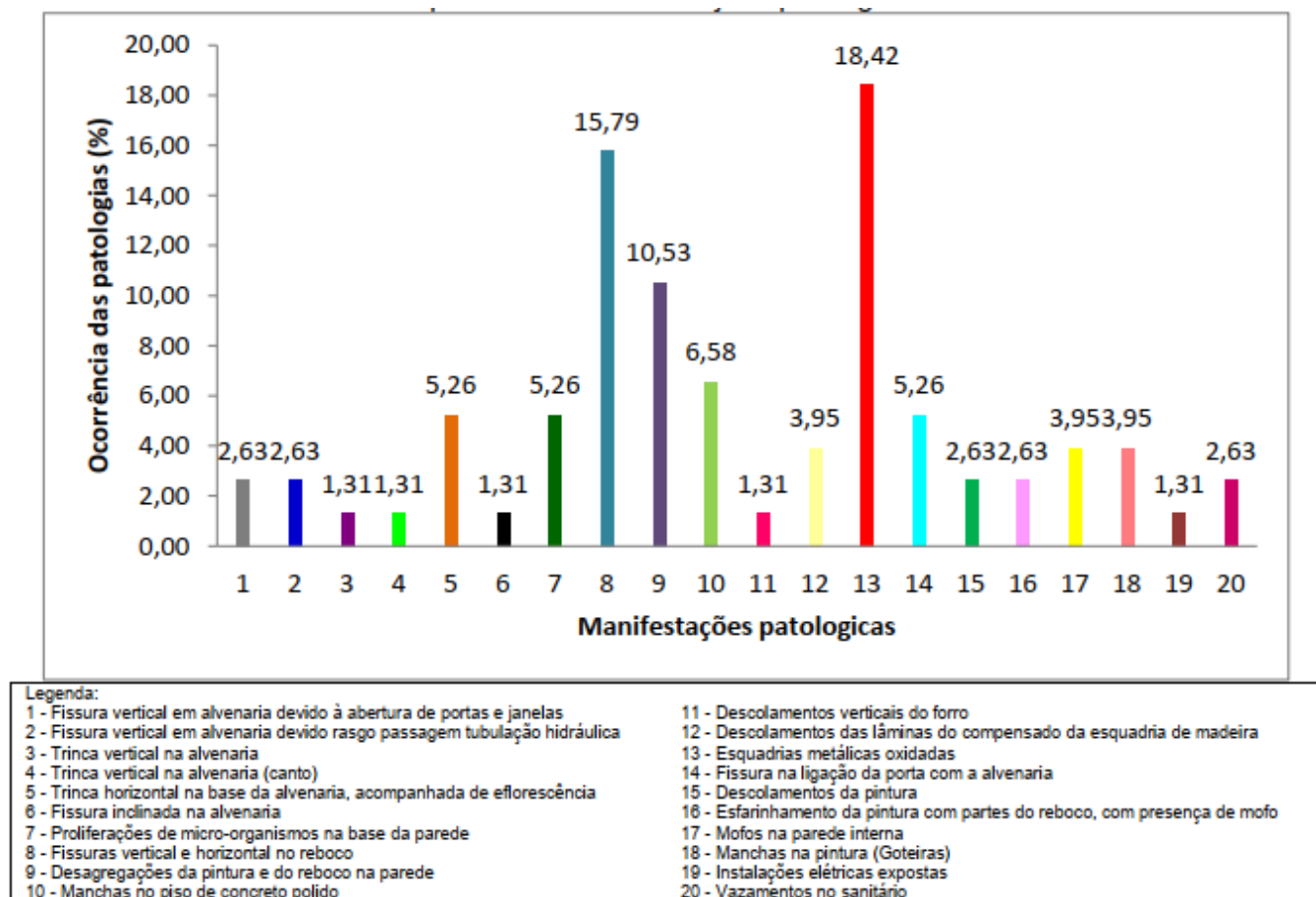


Fonte: Silva, et al (2018).

A porcentagem de aparições de fissuras é muito superior às outras manifestações patológicas, abordando 50% das patologias listadas. Vale ressaltar que na fundamentação teórica Silva et al não distinguiram fissura, rachadura e fenda como no presente trabalho. Podendo justificar essa grande diferença de porcentagem com relação aos outros trabalhos.

O estudo de Marques (2013) realizado em duas creches do Município de Cuiabá – MT, utilizando a metodologia proposta por Lichtenstein (1986) como base para análise, onde foi possível classificar as patologias e suas possíveis causas, assim como analisar a frequência de aparição de cada patologia. Conforme mostra a figura 42.

Figura 41: Frequência dos tipos de patologias.

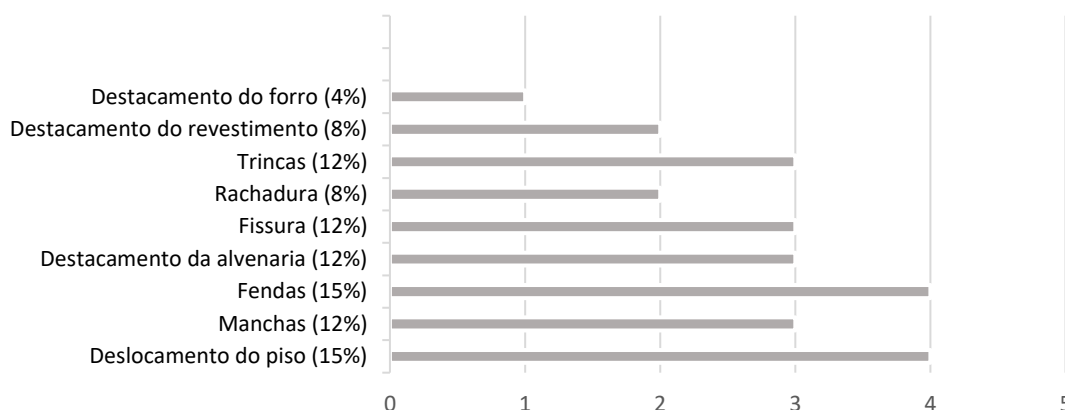


Fonte: Marques (2013).

Percebe-se um destaque para a manifestação de oxidação de esquadrias ocupando 18,42% das aparições, seguido das aparições de fissuras muito presente nos de Silva, et al (2018) e no de Marques (2013).

Conforme mostra a figura 43, o presente estudo chegou a seguinte frequência de aparições de cada patologia listada no item 7.2.

Figura 42: Frequência dos tipos de patologias identificadas na escola.



Fonte: Autor (2021).

Ao analisar os estudos de Silva, et al (2018) e de Marques (2013) com o do presente trabalho, notamos a semelhança na incidência de algumas manifestações. Como por exemplo: fissuras com altas porcentagens nos três estudos; destacamento de revestimento e manchas relacionadas à umidade, bolor ou proliferação de micro-organismos.

O estudo de Brito (2017) realizado na instituição pública de ensino superior, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizada na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba. Utilizou a metodologia GUT para o estabelecimento de uma ordem de priorização. Como mostra o Quadro 4.

Quadro 4: Priorização para resolução das manifestações patológicas.

Grau de priorização	Problema Patológico	Diagnóstico
1º	Manifestação 14	Corrosão de armaduras
	Manifestação 16	Corrosão de armaduras
2º	Manifestação 06	Corrosão de armaduras e infiltração
	Manifestação 15	Corrosão de armaduras
3º	Manifestação 17	Corrosão de armaduras
4º	Manifestação 04	Corrosão de armaduras
	Manifestação 08	Deformação diferencial entre elemento estrutura e alvenaria
	Manifestação 10	Corrosão de armaduras
5º	Manifestação 11	Corrosão de armaduras
6º	Manifestação 01	Corrosão de armaduras
7º	Manifestação 02	Corrosão de armaduras
	Manifestação 18	Corrosão de armaduras
	Manifestação 19	Corrosão de armaduras
8º	Manifestação 03	Corrosão de armaduras
	Manifestação 05	Corrosão de armaduras

	Manifestação 09	Corrosão de armaduras
9º	Manifestação 07	Esmagamento de concreto
10º	Manifestação 12	Fissura de junta de concretagem
	Manifestação 13	Fissura de junta de concretagem
	Manifestação 20	Deformação diferencial entre elemento estrutura e alvenaria

Fonte: Brito (2017)

Conforme mostra o Quadro 4 e o item 7.3 deste trabalho, foi comprovado a aplicabilidade da matriz GUT em análises patológicas na construção civil, visto que se tornou possível realizar a hierarquização de riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas.

Brito (2017), em seu trabalho prioriza manifestações com o diagnóstico de corrosão da armadura, justificando a exposição da armadura e presença de manchas de umidade na laje do local. No presente trabalho as manifestações priorizadas foram o deslocamento das paredes dos boxes dos banheiros e deslocamento do piso no banheiro, manifestações patológicas que estão exposta aos usuários e que impossibilitam a utilização dos ambientes.

8. CONCLUSÃO

A construção civil apresenta-se como uma ferramenta muito importante para a humanidade, proporcionando abrigo e infraestrutura para o cumprimento de suas funções sociais, dessa forma contribuindo para o desenvolvimento do ser humano. A execução de tudo isso passar por um processo com várias etapas desde o projeto até a entrega final e uso da edificação, durante todo esse percurso existem vários fatores que colaboram para as manifestações de patologias nas construções.

As manifestações patológicas são constantes na construção civil podendo trazer desconforto para usuários, comprometer a segurança e impossibilitar a utilidade da edificação. Logo, é importante realizar o diagnóstico das anomalias de forma ágil e correta, pois quanto antes elas forem tratadas, tornar-se-á possível minimizar as perdas de recursos e desempenho da edificação.

Dessa forma, foi analisado as manifestações patológicas da Unidade de Ensino escola São Francisco no município de Delmiro Gouveia – AL e realizado a priorização das manifestações patológicas, através da matriz GUT que se mostrou eficiente para o caso, direcionando para o agrupamento e a disposição da ordem de priorização das anomalias para um futuro plano de manutenção. O mapa de danos teve a finalidade de representar graficamente de forma integralizada as manifestações patológicas presentes na edificação ofertando uma maior precisão de localização e dimensão do acúmulo de patologias na edificação

Visto isso, as principais manifestações encontradas foram o deslocamento das paredes dos boxes dos banheiros, deslocamento do piso no banheiro e fendas encontradas no pilar da área externa da cozinha sendo classificadas em primeiro e o destacamento do forro nas salas de aula em segundo na hierarquização da matriz GUT. Essas patologias necessitam de atenção pois impossibilitam a utilização de ambientes e podem gerar problemas futuros.

Ainda que com a limitação de ensaios, é possível constatar que a escola se encontra comprometida, visto que ambientes essenciais para o seu funcionamento, como, sala de aulas e banheiros possuem inconformidades graves que acabam impossibilitando os ambientes de serem utilizados. Mesmo com apenas oito anos de sua construção, faz-se necessária a realização de manutenções imediata na escola.

Dessa forma, conclui-se que o objetivo do estudo foi alcançado, visto que foi possível apresentar as manifestações patológicas através de registros fotográficos e mapas de danos, o apontamento das possíveis causas e a hierarquização referente ao grau de prioridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações. Tecnologia de Edificações, São Paulo.** Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div.de Edificações do IPT. 1988.

ANDRADE, A.K. de B. **Análise de manifestações patológicas em residências de um conjunto habitacional Minha Casa Minha Vida na cidade de Paulo Afonso - BA: estudo de caso.** 2019. 72 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Edificações Habitacionais de Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-2:** Edificações Habitacionais de Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674** Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão e manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16747:** Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. **O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico,** Recife: FUNDARPE, s/d. 16

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção.** Rio de Janeiro, Editora LTC, Vooume 1 e 2, 2001.

BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador: CETA/ANTAC, 1997.

BRITO, Thaís Farias de. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017. 77 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

CAMACHO, J.S. **Concreto Armado: Estados limites de utilização**. Ilha Solteira, 2005. Apostila - Departamento de engenharia civil, Universidade Estadual Paulista – UNESP Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – SP.

CARVALHO, E.M; ALMEIDA, L.S. **Check-list para inspeções prediais residenciais de múltiplos pavimentos: desenvolvimento e aplicação**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), XIX, 2017, Foz do Iguaçu.

FARIAS, Damazio Alencar Siqueira de. **Diagnóstico e Propostas de Intervenções Mitigadoras das Manifestações Patológicas da Orla Fluvial Altemar Dutra em Piranhas-AL**. 2019. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas - Campus Sertão, Delmiro Gouveia, 2019.

FERREIRA J, A, A. **Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios**. 2010.126 f. Tese de dissertação de mestrado em Engenharia Civil — Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia Universidade de Porto – FEUP, Porto – Portugal, 2010.

FILHO G, C, H; ACHIAMÉ G, G. **Diretrizes para representação gráfica de mapa de danos**. (2018). In: Conferência Sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 6ª, 2018, Rio de Janeiro.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza, 2002. Apostila – Universidade Estadual do Ceará – UEC.

GOMIDE, J.H. et al. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural/ Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta**. 2005, Brasília.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. p. 22. Pini, São Paulo. 2003.

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

IPEAPE – Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia. Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia. Recife, 2003.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981.

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

MARQUES, A. N. **Análise das patologias em edificações de creches municipais de Cuiabá - MT**. 2013. 98 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

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

Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. **Guia Técnico de Reabilitação Habitacional**. 2006, Lisboa – Portugal.

SHIRAKAWA, M.A. et al. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Goiânia, 1995.

SILVA, M. J. C. et al. **Ocorrência de patologias em escolas públicas: um estudo de caso no município de Afonso Bezerra – RN**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió, 2018.

SOUZA, K. B. S. **Análise de manifestações patológicas em residência unifamiliar no município de Junqueiro – AL utilizando a ferramenta GUT e o mapa de danos: estudo de caso**. 2020. 68 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2020.

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

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos – recomendações básicas / Textos para discussão – série 2: Gestão de Restauro**, Olinda: CECI, 2009.

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H. **Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à lidgerwood manufacturing company de Campinas**. GCOR _Arquitetura/Unicamp. Faculdade de Engenharia Civil,

Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas /Departamento de Arquitetura e Construção. 2011.

SOTILLE, Mauro A. **A ferramenta GUT – gravidade, urgência e tendência.** 2014. Disponível em: <https://www.pmtech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2021.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

