



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PATRICIA FARIAS DE SOUSA SILVA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PRIORIZAÇÃO DE TAREFAS NA
INSPEÇÃO PREDIAL:** um estudo de caso em uma residência unifamiliar em São Luís,
Maranhão.

São Luís

2021

PATRICIA FARIAS DE SOUSA SILVA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PRIORIZAÇÃO DE TAREFAS NA
INSPEÇÃO PREDIAL: um estudo de caso em uma residência unifamiliar em São Luís,
Maranhão.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Alberto Barros Aguado

São Luís

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Silva, Patricia Farias de Sousa

Aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial: um estudo de caso em uma residência unifamiliar em São Luís, Maranhão. / Patricia Farias de Sousa Silva. __ São Luís, 2021.
92 f.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Alberto Barros Aguado
Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Manifestações patológicas. 2. Ferramentas de priorização. 3. Inspeção predial. I. Título.

CDU 691.53(812.1)

PATRÍCIA FARIAS DE SOUSA SILVA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PRIORIZAÇÃO DE TAREFAS NA
INSPEÇÃO PREDIAL: um estudo de caso em uma residência unifamiliar em São Luís,
Maranhão**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Alberto Barros Aguado

Aprovada em 21/06/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ricardo Alberto Barros Aguado (Orientador)
Centro Universitário Dom Bosco – UNDB

Prof. Esp. Rogério José Belfort Freire (1º Examinador)
Centro Universitário Dom Bosco – UNDB

Prof. Esp. Yuri Leandro Abbas Frazão (2º Examinador)
Centro Universitário Dom Bosco – UNDB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a oportunidade da realização de um sonho que na verdade é meu e da minha família. E com esse trabalho sendo concluído senti fortemente que Deus sempre esteve presente em todos os momentos de minha graduação, me dando força e me erguendo nos momentos mais difíceis que não foram poucos.

Minha eterna gratidão também é aos meus pais, Eliene Farias, Pedro Alves. Aos meus irmãos: Pablo Farias, Paulo César Farias. Aos meus sobrinhos amados, Clarice Pereira, Maria Elisa Pereira e Samuel Pereira, e ao meu esposo Maurício Matias. Agradeço imensamente a cada um por terem estado presente nessa jornada, me dando força e motivos para continuar firme em busca dos meus sonhos.

Na oportunidade quero agradecer a todos os meus professores que tive durante toda a graduação, pois cada um teve sua significância e importância em toda essa jornada. Agradeço aos meus colegas de sala que não foram poucos e contribuíram tanto, no decorrer da graduação. Agradeço ainda a todo o grupo Dom Bosco, que direta ou indiretamente foi fundamental nesse processo de aprendizado em todo trajeto acadêmico. Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a minha graduação em Engenharia Civil.

RESUMO

Planejar a aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial é uma técnica fundamental para aperfeiçoar a qualidade da edificação pela obtenção de uma ordem de reparo das manifestações patológicas existentes no local. Esse trabalho objetiva em avaliar a aplicabilidade de ferramentas de priorização de ações na inspeção predial. Trata-se de uma pesquisa exploratória, aplicada em pesquisa bibliográfica e estudo de caso, com abordagem qualitativa. Diante da aplicação do método de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e Modos de Falhas e Análise dos Efeitos (FMEA) resultou em oito tipos de manifestações patológicas, sendo que as principais priorizações foram degradação em viga de concreto, manchas de umidade e fissuras. A ordem de priorização de reparo das manifestações patológicas encontradas na edificação com a aplicação dos métodos GUT e FMEA resultou na mesma para as duas metodologias. Mesmo sendo métodos diferentes, a definição de pontuação para cada índice segue o mesmo raciocínio.

Palavras chave: Manifestações patológicas, ferramentas de priorização, inspeção predial.

ABSTRACT

Planning the application of task prioritization tools in building inspection is a fundamental technique to improve the quality of the building by obtaining a repair order for pathological manifestations existing at the site. This work aims to evaluate the applicability of action prioritization tools in building inspection. This is an exploratory research, applied in bibliographic research and case study, with a qualitative approach. The application of the Gravity, Urgency and Trend (GUT) and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method resulted in eight types of pathological manifestations, with the main priorities being degradation in concrete beam, moisture stains and cracks. The order of prioritizing the repair of pathological manifestations found in the building with the application of the GUT and FMEA methods resulted in the same order for both methods. Even though the methods are different, the definition of scores for each index follows the same reasoning.

Keywords: Pathological manifestations, prioritization tools, building inspection

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Correlação da Engenharia com a Medicina.	19
Figura 2 - Pódio da Engenharia Diagnóstica.	20
Figura 3 - Analogia ilustrativa da vistoria a maquina fotográfica.	21
Figura 4 - Inspeção predial e suas origens.	23
Figura 5 - Classificação das anomalias.	27
Figura 6 - Classificação das falhas.	28
Figura 7 - Local da residência.	55
Figura 8 - Fachada da residência.	56
Figura 9 - Manchas e bolor.	60
Figura 10 - Manchas e bolor.	60
Figura 11 - Manchas e bolor.	61
Figura 12 - Mofo no madeiramento do telhado.	61
Figura 13 - Fissuras verticais.	62
Figura 14 - Fissura Horizontal.	63
Figura 15 - Fissura mapeada.	64
Figura 16 - Fissuras em laje de forro.	64
Figura 17 - Fissuras inclinadas em vão de portas e janelas.	65
Figura 18 - Rompimento em viga de concreto.	66
Figura 19 - Manchas de umidade.	67
Figura 20 - Manchas de umidade no topo da parede.	68
Figura 21 - Manchas de umidade e fissuras.	68
Figura 22 - Manchas de umidade e fissuras.	69
Figura 23 - Desplacamento cerâmico.	70
Figura 24 - Manchas escurecidas em rejunte.	70
Figura 25 - Descolamento da pintura.	72
Figura 26 - Descolamento e fissuras.	72
Figura 27 - Descolamento de pintura.	73
Figura 28 -Descolamento de pintura.	74
Figura 29 - Eflorescência em revestimento.	75
Figura 30 - Eflorescência em telha cerâmica.	75
Figura 31 - Interruptores danificados e ponto de tomada com fiação exposta.	76
Figura 32 - Pontos de luz danificados com fiação exposta.	76
Figura 33 - Quadro de distribuição irregular.	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico1	- Distribuição das incidências prediais por tipo de origem.....	25
Gráfico2	- Custo de intervenção.....	34
Gráfico3	- Principais causas de manifestações patológicas.....	37
Gráfico4	- Desempenho ao longo do tempo.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos níveis de inspeção	26
Tabela 2 - Vida útil de projeto (VUP) em anos.....	42
Tabela 3 - Termos relacionados as patologias das construções.....	44
Tabela 4 - Ordem de priorização de reparos pelo método GUT.	79
Tabela 5 - Ordem de priorização de reparo pelo método FMEA.	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Parâmetros para pontuação da matriz GUT.....	47
Quadro 02	Formulário GUT.....	47
Quadro 03	Formulário FMEA.....	50
Quadro 04	Índices de Ocorrência das falhas.....	51
Quadro 05	Índice de Gravidade.....	52
Quadro 06	Índice de Detecção.....	53
Quadro 07	Simulação da aplicação da matriz GUT.....	57
Quadro 08	Aplicação do FMEA.....	58
Quadro 09	Aplicação do método GUT.....	78
Quadro 10	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	80
Quadro 11	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	80
Quadro 12	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	80
Quadro 13	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	81
Quadro 14	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	81
Quadro 15	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	82
Quadro 16	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	82
Quadro 17	Aplicação do FMEA nas priorizações.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT -	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
FMEA -	ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS
GUT -	GRAVIDADE URGÊNCIA E TENDÊNCIA
IBAPE -	INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA
NBR -	NORMA BRASILEIRA REGULAMENTADORA
VUP -	VIDA ÚTIL DE PROJETO
VU -	VIDA UTIL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problema / Hipóteses	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Geral	16
1.2.2 ESPECÍFICOS	16
1.3 Justificativa	17
1.4 Síntese Metodológica.....	17
2 ENGENHARIA DIAGNÓSTICA	19
2.1 Vistoria.....	21
2.2 Inspeção predial.....	22
2.2.1 Inspeção visual	25
2.2.2 Níveis da inspeção predial	26
2.2.3 Anomalias e falhas.....	26
2.2.4 Classificação do grau de risco	28
2.2.5 Laudo de inspeção predial.....	29
2.3 Auditoria.....	29
2.4 Perícias.....	30
2.5 Consultoria.....	30
2.6 ABNT NBR 16747: Inspeção Predial-Diretrizes, conceitos, terminologias e procedimentos.....	31
2.7 Manutenção de Edificações	32
3 PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES	36
3.1 Origem e causa das patologias.....	37
3.1.1 Concepção de projeto	38
3.1.2 Materiais.....	39
3.1.3 Execução	39
3.1.4 Utilização	40
3.2 Desempenho, vida útil e durabilidade.....	40
3.3 Profilaxia, diagnóstico, prognóstico, terapia e anamnese	43
4 FERRAMENTAS DE PRIORIZAÇÃO DE RISCO.....	45
4.1 Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência – GUT	45

4.1.1 Parâmetros de priorização.....	45
4.2 Failure Modes and Effects Analysis – Modos de Falhas e Análise dos Efeitos - FMEA	48
4.2.1 Aplicação do Fmea	49
5 METODOLOGIA.....	54
5.1 Tipo de pesquisa.....	54
5.2 Local de estudo.....	55
5.3 Coleta e análise dos dados.....	56
6 RESULTADOS.....	59.
6.1 Identificação de manifestações patológicas.....	59
6.1.1 Manchas, bolor e mofo.....	59.
6.1.2 Ffissuras.....	62
6.1.3 Degradação de viga de concreto.....	65
6.1.4 manchas de umidade.....	67.
6.1.5 Desplacamento de revestimento cerâmico.....	69
6.1.6 Descolamento da pintura.....	71.
6.1.7 Eflorescência.....	74
6.1.8 Irregularidades nas instalações elétricas.....	76
6.2 Aplicação do método GUT.....	77
6.3 Aplicação do FMEA.....	79.
6.4 Comparação do método GUT com o FMEA.....	84
7 CONCLUSÕES.....	86.
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Diagnóstica é um tema bastante relevante e a cada dia vem se expandindo no espaço relacionado às manifestações patológicas. Diante desse contexto pode-se citar as ferramentas diagnósticas que se diferenciam quanto a sua finalidade e hierarquia.

É importante destacar que, partindo do princípio de inter-relacionar Engenharia Diagnóstica a Medicina Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009) conceituam engenharia diagnóstica como a arte de criar ações proativas, através dos diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas, visando a qualidade total da edificação, por meio das ferramentas diagnósticas.

Ao relatar sobre a aplicação das ferramentas diagnósticas, destaca-se que a inspeção predial pode ser classificada mediante a sua complexidade e elaboração de laudos, levando em consideração as características da edificação, manutenção e as possíveis operações técnicas e necessidade de arranjo de equipe para realização dos trabalhos, de acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020).

Para auxiliar o trabalho de inspeção é viável a aplicação de ferramentas de priorização de tarefas como o método de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e Modos de Falhas e Análise dos Efeitos (FMEA) para classificar a ordem de prioridades das inconformidades nas edificações, como é citado pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), (IBAPE, 2012).

A grande vantagem em se utilizar o método GUT é que ele auxilia o gestor a avaliar de forma qualitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas Periard (2011). Já o FMEA é fundamental para avaliar um projeto, identificando os efeitos de cada modo de falha de cada item sobre os demais e sobre o sistema e contribuindo para evitar ou suavizar os efeitos das falhas, critérios para realização de testes, programas de manutenção e elaboração de rotinas operacionais Silva (2007). Dessa forma os dois métodos são essenciais para priorizar as inconformidades e classificá-las quanto aos riscos.

1.1 Problema / Hipóteses

O trabalho em questão apresenta como problemática a aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial com a finalidade de determinar a ordem de prioridade das anomalias, facilitando de certa forma para os usuários levantar quais atividades devem ser priorizadas para que sejam tomadas as medidas corretivas necessárias através da realização das devidas manutenções, mantendo o bom desempenho da edificação de modo contínuo.

Tendo em vista as evidências de manifestações patológicas presentes na edificação, e a consciência da redução de sua vida útil se não houver manutenções corretivas para sanar o problema, é relevante o seguinte questionamento: É viável a aplicação de ferramentas de priorização na inspeção predial como meio de classificação do grau de risco das manifestações patológicas obtidas?

- É viável a utilização de ferramenta de priorização na inspeção predial.
- A aplicação das ferramentas de priorização na inspeção predial leva como fator preponderante de prioridade o risco ao usuário
- As ferramentas de priorização aliadas à inspeção predial são capazes de desenvolver soluções focadas na manutenção da vida útil das edificações e do bem estar do usuário.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Avaliar a aplicabilidade de ferramentas de priorização de ações na inspeção predial.

1.2.2 Específicos

- Identificar às manifestações patológicas e as condições de manutenção da edificação por meio da inspeção predial;
- Classificar a gravidade dos problemas quanto a urgência de correção com base nas ferramentas de priorização, GUT e FMEA;

- Avaliar os resultados das priorizações por meio do comparativo entre as ferramentas GUT e FMEA.

1.3 Justificativa

A inspeção predial é um procedimento que vem adquirindo grande relevância no decorrer dos anos, através de análises das condições de uso e manutenção das edificações, avaliando os critérios de anomalias e falhas existentes.

Contudo uma forma de priorizar os resultados obtidos na inspeção predial é a aplicação de ferramentas de priorização, com a finalidade de avaliar o grau de risco das manifestações patológicas existentes na edificação, gerando uma lista de prioridades técnicas com instruções necessárias para a sua correção, conforme a classificação das prioridades dos problemas encontrados, identificando a situação de maior e menor risco.

Com a Matriz GUT, torna-se possível priorizar determinados problemas e assim oferecer maior precaução àqueles que oferecem maiores riscos (BRAGA; BRANDÃO; RIBEIRO; DIÓGENES, 2019). Gomide *et al.* (2019) sugerem essas ferramentas, sendo capazes de ordenar prioridades de manutenção, como o método de Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) e a matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), de Kepner e Tregoe (1981).

Nessa perspectiva, a utilização dessas ferramentas de priorização proporciona uma visão mais precisa e detalhada da classificação do grau de risco resultados encontrados, através de hierarquização de níveis de degradação, onde essa classificação se dispõe em ordem decrescente, do estado de maior criticidade para o menos crítico, facilitando o entendimento das priorizações obtidas.

1.4 Síntese Metodológica

Essa pesquisa está estruturada em 7 capítulos, sendo constatados contextualização, justificativa, objetivos, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e conclusão.

O capítulo 1 trata da introdução, com ênfase em um apanhado geral da importância do estudo e os principais aspectos para o seu desenvolvimento, enfatizando de maneira geral sobre aplicação das ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial,

abordando o problema proposto, a justificativa sobre a escolha da temática em estudo, e explanação quanto aos objetivos a serem alcançados com determinada temática.

O capítulo 2 trata da Engenharia Diagnóstica e suas ferramentas, abordando suas aplicações e discorrendo sobre o processo referente a inspeção predial e suas vertentes na manutenção das edificações e sua aplicabilidade.

O capítulo 3 trata das patologias das construções, enfatizando a importância quanto ao seu estudo e suas causas através do diagnóstico e prognóstico dos problemas, visando melhorar o desempenho das edificações, aumentando sua vida útil e durabilidade.

No capítulo 4 é realizada uma abordagem sobre a aplicação das ferramentas de gerenciamento de risco, assim como sua importância para classificação das anomalias e falhas existentes na edificação, ressaltando as vantagens da utilização da matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e a metodologia Modos de Falhas e Análise dos Efeitos, conhecido como FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) fundamentais para classificação do grau de risco existente na edificação.

O capítulo 5 consiste na metodologia utilizada para realização do estudo, assim como as diretrizes a serem adotadas como resolução das manifestações patológicas existentes na residência em estudo, através da aplicação das ferramentas de priorização, detectando o grau de risco existente, através da inspeção predial e aplicabilidade das ferramentas de priorização, conforme os objetivos do item 1.3.

O capítulo 6 apresenta os resultados obtidos por meio de dados colhidos no local de estudo e aplicados às ferramentas de priorização Matriz de Gravidade Urgência e Tendência (GUT) e Modos de Falhas e Análise dos Efeitos (FMEA), realizando um comparativo dos dados obtidos entre as duas ferramentas.

No capítulo 7 apresenta-se as conclusões gerais sobre aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial referentes ao estudo de caso.

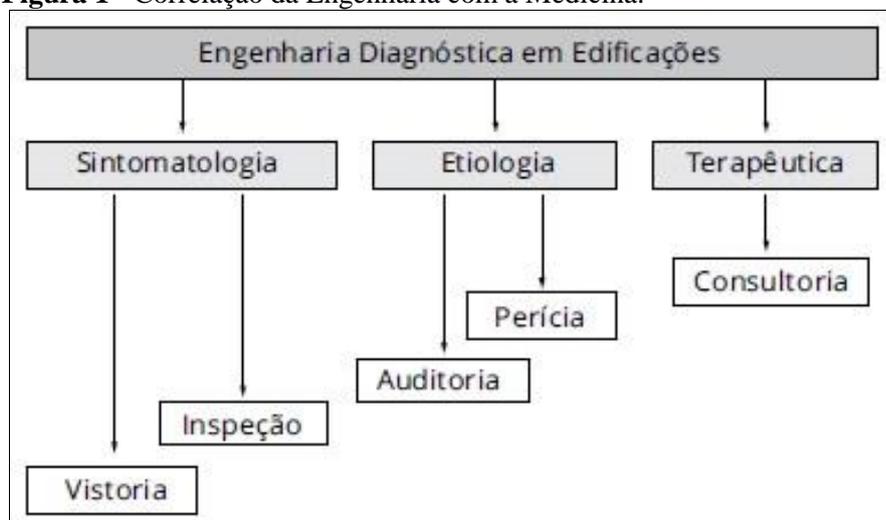
2 ENGENHARIA DIAGNÓSTICA

A garantia de desempenho, vida útil e durabilidade das edificações são fatores cabíveis à engenharia diagnóstica e suas ferramentas, fundamentais para a identificação e resolução de problemas patológicos existentes, sendo abordado em normas como a NBR 15575 (ABNT, 2013) Edificações habitacionais - Desempenho, que tem sido utilizado de maneira progressiva.

Embasada nos conceitos de Gomide Fagundes Neto e Gullo (2009) assim como na medicina, a engenharia diagnóstica tem a finalidade de conhecimento, reparação e prevenção de anomalias construtivas das edificações, fazendo um comparativo com conhecimentos existentes na medicina através da existência da disciplina patologias das construções.

Relacionando Engenharia Diagnóstica com a medicina é possível desenvolver um diagnóstico em que Ferreira (2010) relata que, feito esse diagnóstico em qualquer elemento construído, é possível detectar e determinar uma falha qualquer, que possa se manifestar em um determinado local. Partindo do princípio de inter-relacionar Engenharia Diagnóstica a Medicina a Figura 1 faz essa correlação.

Figura 1 - Correlação da Engenharia com a Medicina.



Fonte: Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009).

Convém a ressalva de que as ferramentas diagnósticas se relacionam com a medicina e se classificam por patamar, iniciando pelo mais básico como a vistoria até o de mais alta complexidade, a consultoria, como se observa na Figura 1 anteriormente.

Relacionando as ferramentas diagnósticas ao seu campo de ação, Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009, grifo do autor) apresentam diretrizes de atuação das ferramentas diagnósticas:

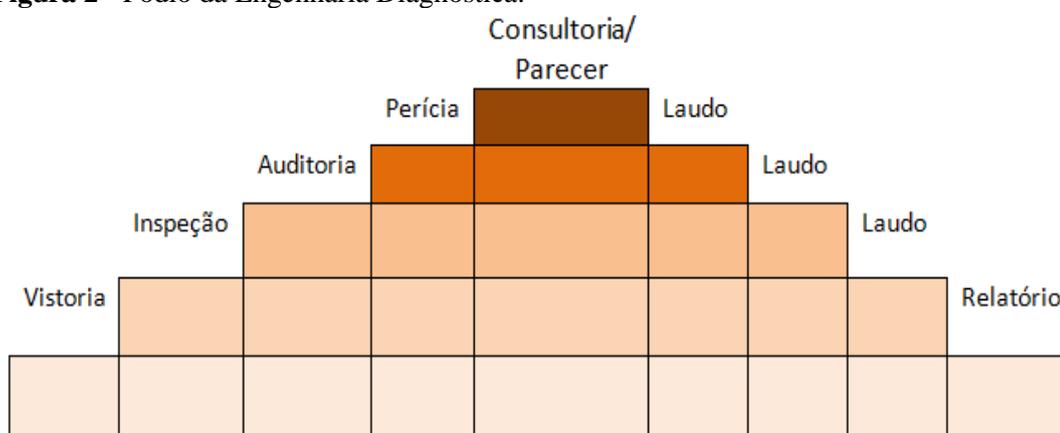
Sintomatologia Técnica da edificação: constatações e análises dos sintomas e condições físicas das anomalias construtivas e falhas de manutenção;

Etiologia técnica da edificação: determinação dos efeitos, origens, causas, mecanismos de ação, agentes e fatores de agravamento das anomalias construtivas e falhas de manutenção;

Terapêutica da edificação: estudos das reparações das anomalias construtivas e falhas de manutenção (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009, p. 15).

Baseado nas diretrizes estipuladas por Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), Apolino, Bertulino e Lins (2017) afirmam que o objetivo da engenharia diagnóstica é a qualidade da edificação, obtida através do diagnóstico, prognóstico e prescrição, com a finalidade de reduzir as manifestações patológicas. Desta forma caracteriza-se as prestações de serviços qualificadas no pódio da Engenharia Diagnóstica, conforme citado por Gullo (2017) na Figura 2 a seguir:

Figura 2 - Pódio da Engenharia Diagnóstica.



Fonte: Adaptado, Gullo (2017).

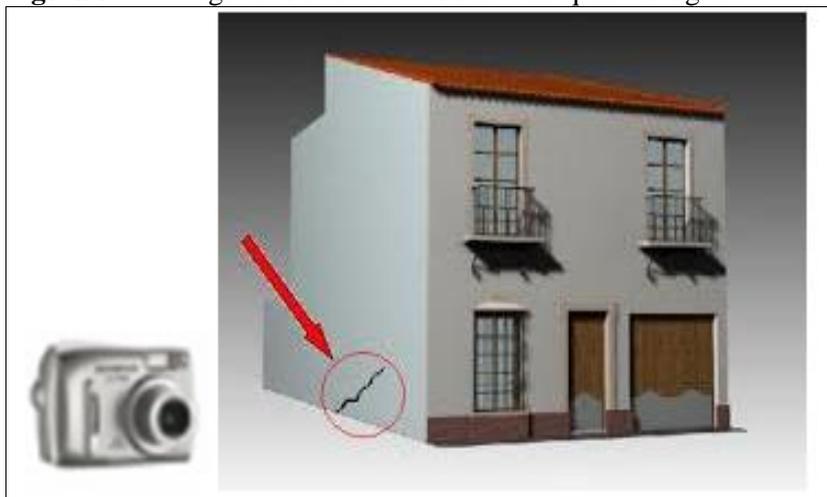
Diante do pódio da Engenharia Diagnóstica, um grande benefício obtido foi a concepção hierárquica lógica, e bem fundamentada, sendo estes serviços prestados por profissionais qualificados, partindo da vistoria que é o nível mais simples, definido com vistoria da edificação, até a consultoria em edificações (GOMIDE *et al.*, 2019).

2.1 Vistoria

A NBR 13752 (ABNT, 1996) referente a perícias de engenharia na construção civil, define vistorias como apuração de fatos, sendo realizado através de exames circunstanciados e descritos de forma detalhada dos elementos constituintes. Em concordância, a norma de inspeção predial NBR 16747 (ABNT, 2020) menciona que, anomalias e falhas ou as manifestações patológicas que possam afetar o desempenho da edificação juntamente a seus sistemas e elementos, devem ser registrado durante a vistoria.

O conceito de vistoria é claramente citado por Gomide e Flora (2018) como uma ferramenta inicial e fundamental para as investigações diagnósticas, e pode ser citado como constatações técnicas de fato, condições ou direitos relacionados a uma construção, baseado em verificações realizadas *in loco*. Gomide e Flora (2018) também fazem menção da maquina fotográfica como instrumento da vistoria, cujo resultado é a foto do que foi constatado.

Figura 3 - Analogia ilustrativa da vistoria a maquina fotográfica.



Fonte: Gomide e Flora (2018).

Já para Ribeiro (2015) a vistoria pode ser realizada com o auxílio de ensaios laboratoriais com a finalidade de dar maior segurança e confiabilidade ao laudo resultante da inspeção, mas não necessariamente estes são considerados indispensáveis para um trabalho sério e confiável.

Levando em consideração a importância da vistoria a NBR 13752 (ABNT, 1996) enfatiza a necessidade de documentá-la com fotografias esclarecedoras, em tamanho adequado, gerais e/ou detalhadas. Burin *et al.* (2009) partilham da mesma informação enfatizando que as vistorias permitem a constatação de fatos relativos a um bem,

caracterizando-se em referência das mais relevantes para as constatações futuras. Desta forma afirma-se que a vistoria é cabível em todas as etapas de existência da edificação, funcionando como um sistema de gestão.

É importante mencionar, de acordo com Gomide e Flora (2018) que o processo de vistoria resulta em um laudo que é realizado seguindo uma sequência lógica de trabalho, seguindo uma metodologia apropriada.

2.2 Inspeção predial

A inspeção predial é um fator de fundamental importância para garantir funcionalidade e habitabilidade das edificações, podendo ser designada como uma ferramenta que ajudará na preparação ou revisão do plano de manutenção ou gestão da edificação, fazendo o acompanhamento e controle com a finalidade de garantia da vida útil.

Para Bigolin, Pacheco e Silva Filho (2014) a inspeção predial surgiu inicialmente na cidade de Porto Alegre, onde em 1988 foi instituída a Lei nº 6323, sendo que inicialmente não abordava a inspeção de toda a edificação, mas sim, das marquises e elementos em balanço. Após esta lei, diversos municípios e estados adotaram essa premissa como uma alternativa de prevenção de acidentes.

Já para Gomide *et al.* (2019) a inspeção predial começou a ser analisada no Brasil primariamente através de explanação de trabalhos que eram apresentados em palestras e congressos do IBAPE, em 1999. Daí em diante houve uma considerável evolução e crescente aplicação. Hoje é uma das atividades de fundamental importância da Engenharia Diagnóstica.

A norma de inspeção predial nacional do Instituto de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), IBAPE (2012) define inspeção predial como procedimentos analíticos de técnicas isoladas ou combinadas, de uso e manutenção viáveis a edificação. Já Gomide *et al.* (2019) definem a inspeção predial como o *check-up* da edificação, com o intuito de proporcionar boa qualidade predial e condições satisfatórias á saúde de seus usuários. Dessa forma a NBR 16747 (ABNT, 2020) também corrobora com a definição de inspeção predial que antes era de forma técnica como citado pelo IBAPE, (2012), agora a nova norma traz que é de forma sensorial:

Processo de avaliação das 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 (ABNT, NBR 16747, 2020, p. 3).

Essa norma tem sido de grande relevância, apresentando conceitos, diretrizes, critérios e procedimentos, que tem contribuído significativamente para os profissionais habilitados que atuam na área de inspeção predial.

Diante de tal relevância Bertolini (2010) expõe que a inspeção é fundamental no processo de diagnóstico do estado em que se encontram as construções, verificando o estado de segurança, previsão de vida residual, e a qualidade dos projetos de operações e de restauração. A NBR 5674 (ABNT, 2012) comenta que a inspeção predial é uma forma de subsídio de informações para o sistema de manutenção e reforma. Reafirma-se esses conceitos da seguinte forma:

A inspeção predial é fundamentalmente importante no sentido de conhecer o real estado de conservação dos edifícios com a finalidade de intervir para evitar acidentes, preservando vidas e patrimônio e evitar futuras patologias que comprometam o uso e o funcionamento das instalações prediais (CARVALHO JUNIOR, 2013, p. 25).

Em sintonia aos conceitos relacionados a inspeção predial, Vervloet (2018) afirma que a inspeção é baseada em constatações sem fundamentos concretos, e na experiência do profissional para analisar as condições físicas da edificação e das anomalias e falhas com seus sintomas. Sendo assim a Figura 4 apresenta os termos abrangentes da inspeção predial.

Figura 4 - Inspeção predial e suas origens



Fonte: Bigolin, Pacheco e Silva Filho (2014).

É notório de acordo com a Figura 4 que a inspeção predial é um nível fundamental de uma vertente que abrange e delega o processo de manutenção e conservação das edificações, prezando pelo desempenho, durabilidade e vida útil das construções.

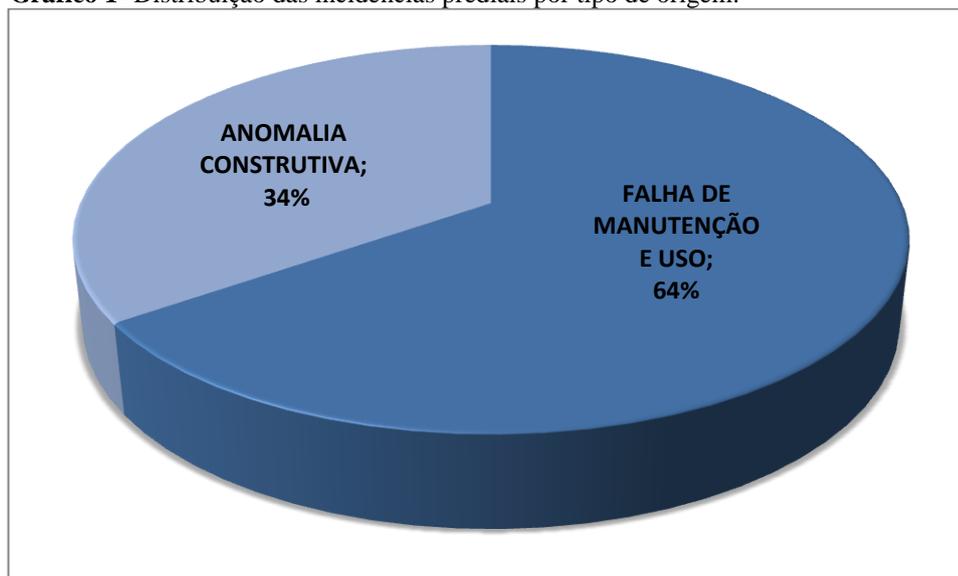
Diante dos benefícios proporcionados, a edificação e aumento da vida útil através de constantes manutenções, a norma do IBAPE (2012) enfatiza que a inspeção predial classifica-se mediante a sua complicação decorrentes na elaboração de laudo, podendo ser consideradas as características da edificação, manutenção e as possíveis operações técnicas e sendo necessária uma equipe para o desenvolvimento dos trabalhos.

Convém ressaltar que a NBR 5674 (2012) Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, menciona que as inspeções resultam em um modelo de relatório, facilitando os registros e recuperações sendo que :

- a) apresentem os efeitos de deterioração de cada sistemas, subsistemas, elementos ou componente e equipamento da edificação ;
- b) analise, e quando possível, avalie a perda de desempenho;
- c) sugira atuações que minimizem as intervenções de manutenção corretiva;
- d) contenha prognóstico de ocorrência.

A inspeção deve ser em regime periódico, com a finalidade de avaliar de forma técnica as circunstância de conservação das edificações, tendo em vista as afirmações, Pujadas *et al.* (2015) mencionam que a câmara de inspeção predial do IBAPE/SP preocupados com as causas e efeitos de acidentes em edificações, realizou um estudo relacionado a edificações com mais de 30 anos, excluindo, portanto, acidentes ocorridos na fase de obra e em edificações com menos de 10 anos, como descrito com mais detalhes no Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1- Distribuição das incidências prediais por tipo de origem.



Fonte: Pujadas *et al.* (2015).

Referindo-se aos dados do Gráfico 1, Pujadas *et al.* (2015) menciona que 66% estão relacionados ao déficit de manutenção, redução de desempenho e degradação acentuada. Com 34% relacionados aos vícios construtivos ou anomalias endógenas.

2.2.1 Inspeção visual

De acordo com Bertolini (2010) a inspeção visual consiste em um tipo de inspeção que avalia as condições em que se encontra a edificação fornecendo informações cabíveis e de grande utilidade para as especificações pré-estabelecidas ao fenômeno pelo menos em suas manifestações externas.

Diante da importância da inspeção visual é parecer de Ferreira (2010) que a observação e a análise dos sintomas patológicos, é fundamental permitindo realizar um primeiro diagnóstico com informações necessárias baseado na experiência, intuição e observação do investigador.

É válido ressaltar o modo de realização da inspeção, para Vervloet (2018) a inspeção é baseada em análises visuais, já na concepção de Souza e Ripper (2009) existe a necessidade de ensaios e análises criteriosos, incluído extração de amostras representativa do material e de sua degradação, com o intuito de evitar a proliferação de danos na estrutura, sem que as inspeções tradicionais, que realçam os registros superficiais das peças estruturais, o possam detectar, provocando trabalho mais demorado no processo de recuperação.

2.2.2 Níveis da inspeção predial

Diante da realização de uma inspeção predial é importante que seja definido seus níveis de acordo com o tipo de edificação inspecionada. Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009) relatam que esses níveis são classificados pelo nível que o inspetor pretende realizar e pela sua finalidade. Quanto aos níveis de inspeção a norma do IBAPE (2012) classifica como a Tabela seguinte:

Tabela 1 - Classificação dos níveis de inspeção

Nível	Características	Observações
1	Detectar as anomalias e falhas em edifícios de baixa complexidade	Profissionais habilitados
2	Realizada em edificações de média complexidade técnica e sistemas convencionais, geralmente em edificações com vários pavimentos em que são identificadas as falhas com auxílio de equipamentos e análise de documentos.	Profissionais habilitado com uma ou mais especialidades.
3	Alta capacidade dos edifícios, vários pavimentos ou sistemas automatizados. É obrigatória a execução de manutenção com base na NBR 5674.	Auditoria técnica, profissionais habilitados, mais de uma especialidade.

Fonte: IBAPE (2012).

Gomide (2014) classifica os níveis de inspeção predial através de uma classificação quanto ao tipo, modelo e complexidade pretendida, indicando-se os seguintes tipos que é o nível normal, sendo realizado por mais de um especialista, sendo voltado mais pra edificação normal (N). Já o nível especial (E) é realizado por uma equipe, podendo ser necessário serviços adicionais.

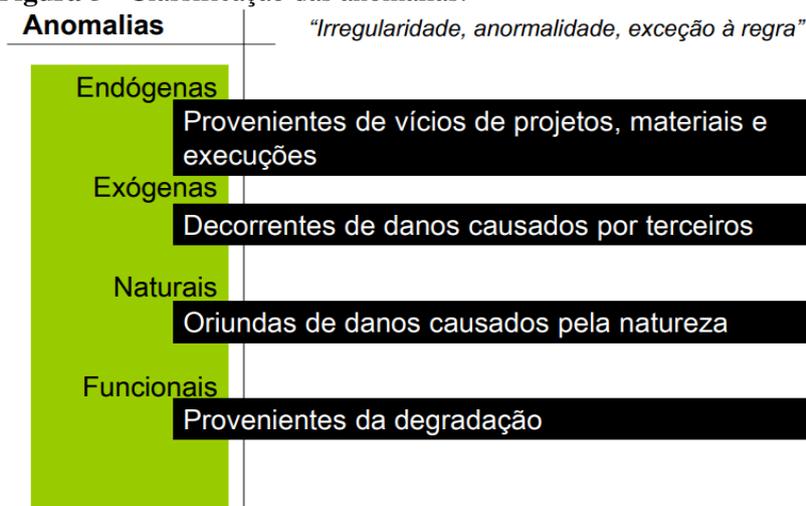
2.2.3 Anomalias e falhas

Vervloet (2018) faz ressalva quanto ao papel da aplicação da inspeção predial, sendo de grande importância os conhecimentos quanto à falhas, anomalias, conservação, manutenção, reparação, operação e desempenho das edificações e a importância quanto a precauções como as possíveis deteriorações.

Corroborando quanto aos aspectos das anomalias, são discorridas pela NBR 16747 (ABNT, 2020) como irregularidades, anormalidades, podendo ocasionar a perda de desempenho da edificação e seus componentes, sendo originárias da fase de projeto, execução ou até mesmo o fim da vida útil, além de fatores externos, podendo ser classificadas como anomalia endógena, anomalia funcional ou anomalia exógena.

Já às falhas de acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020) são classificadas como irregularidades ou anormalidade resultando no fim da capacidade da edificação e suas partes de executarem suas funções como requerido, atingindo um desempenho inferior ao desempenho mínimo demandado, podendo essas falhas serem de uso, operação ou manutenção. Tais anomalias são descritas de forma sucinta como mostra a Figura 5 a seguir:

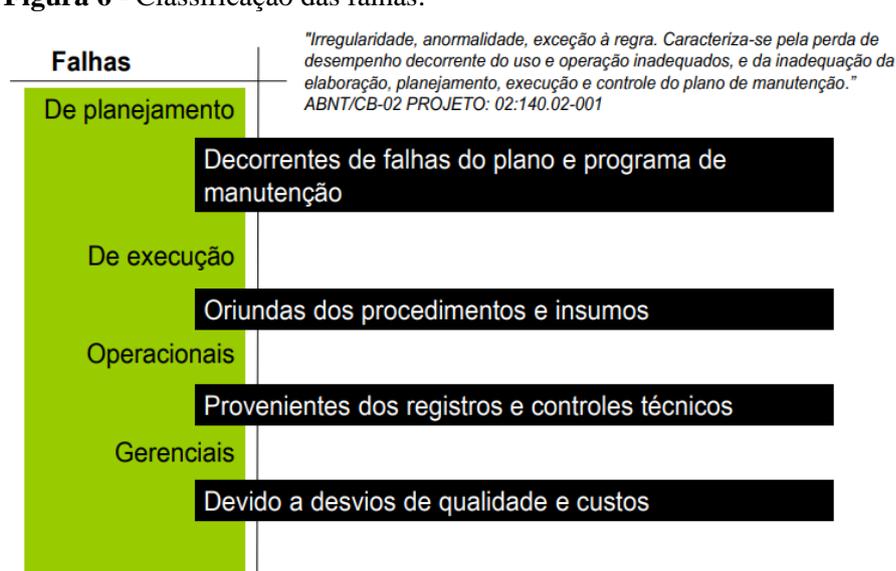
Figura 5 - Classificação das anomalias.



Fonte: Pujadas (2014).

Considerando os aspectos de classificação das anomalias, Caporrino (2018) cita que é necessário prevenir as anomalias e se caso ocorra, deve-se tratá-las de maneira eficiente e com técnicas adequadas.

Diante desses conceitos a NBR 15575(ABNT, 2013) define falha como uma ocorrência prejudicial aos sistemas ou elementos reduzindo o desempenho requerido. A Figura 6 especifica falhas, classificando-as quanto sua ocorrência.

Figura 6 - Classificação das falhas.

Fonte: Pujadas (2014).

A Figura 6 enfatiza sobre a classificação das anomalias referentes às falhas que geralmente provocam a redução do desempenho dos elementos e sistemas construtivos, podendo ser ocasionadas na etapa de planejamento, execução, operacionais e gerenciais. Desta forma a norma do IBAPE (2012) menciona que a ausência de conformidade podem estar relacionadas ao não cumprimento das técnicas e da qualidade da construção e/ou manutenção da edificação.

2.2.4 Classificação do grau de risco

O grau de risco das anomalias ou falhas devem ser classificados de acordo com os limites e níveis determinados para a inspeção predial, diante desse aspecto a norma do IBAPE (2012) faz a classificação em mínimo, médio e crítico, considerando o grau de risco oferecido aos usuários, meio ambiente e ao patrimônio:

- **Crítico:** É o risco que causam danos à saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente, havendo uma excessiva perda de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações, aumento dos custos de manutenções e recuperação, comprometimento da vida útil.
- **Médio:** Pode resultar na perda parcial do desempenho e funcionalidade da edificação sem ocasionar prejuízo à intervenção direta nos sistemas, e deterioração precoce.

- Mínimo: Ocorrência de riscos com prejuízos apenas estéticos ou atividade que podem ser programáveis e planejada, descartando a possibilidade de risco crítico e regular, sem comprometer valores imobiliários.

2.2.5 Laudo de inspeção predial

Existem diversos tipos de laudos, dentre eles podemos citar o de verificação dos sistemas que compõe um edifício, do qual pode ser utilizado para elaboração de um plano de manutenção através de um profissional habilitado que possa verificar os diversos sistemas que compõe a edificação, com enfoque ao real estado de conservação dos mesmos, identificando pontos problemáticos, manifestações patológicas e ações que demandam ações de manutenção.

Ao realizar a inspeção predial e a coleta de informações, inicia-se o tratamento dos dados, consistindo na elaboração do laudo de inspeção predial. Nele será colocado as fotos das manifestações patológicas encontradas, apresentando legenda descritivas em cada foto, local, recomendações e análises de riscos (NASCIMENTO; PIRES; RIBEIRO, 2020).

De acordo com os critérios de elaboração de laudo de inspeção predial, Campos (2013) enfatiza que é de responsabilidade do profissional que irá realizar o laudo técnico que se obtenha conhecimentos práticos e teóricos sobre as tecnologias de matérias de construção, dos componentes estruturais e normas.

2.3 Auditoria

De acordo com Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009) a auditoria em edificação é o atestamento técnico, ou não, de concordância de um fato, condição ou direito referente a uma edificação. Já Gomide e Flora (2018) mencionam que o objetivo da auditoria é a comparação com suas referências técnicas, podendo ser citados normas, projetos, especificações as legislações e outros diplomas técnicos.

Em concordância, Vervloet (2018) afirma que na auditoria a análise dos fatos deve ter embasamento e fazer comparativo à norma, contrato ou outro documento de referência.

2.4 Perícias

Para a NBR 13752 (ABNT, 1996) Perícias de Engenharia na Construção Civil, o objetivo da perícia é determinar qual a finalidade que se pretende com os serviços de perícias, situando o grau de detalhamento das atividades que serão delineadas e do laudo, ou segundo informação de quem o tenha solicitado.

De maneira bem compreensível Burin *et al.* (2009) propões a diferença entre vistoria e perícia, sendo a primeira apenas constatação sem necessidade de investigações sobre a constatação, já a segunda apura os fatos que ocasionou determinado caso ou da asserção de direito.

Embasado no que diz Gomide e Flora (2018, p. 33) é válido afirmar que: “A perícia requer estudos aprofundados e reiterados, muitas vezes requerendo ensaios tecnológicos ou mesmo a construção de um protótipo, possuindo ilustração e fluxograma diferenciados.” Desse modo pode-se afirmar que através da perícia conceitua-se a apuração dos fatos, condições e direitos relativos a uma construção.

2.5 Consultoria

Consultoria é citada por Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009) como uma prescrição técnica a respeito de um fato, qualidade ou direito relacionados a uma edificação. É a atividade do técnico especialista ou do perito com informações específicas para prescrever soluções e recomendações para anomalias construtivas, patologias de sistemas, falhas de manutenção e demais fatos incluídos à edificação.

Pelas definições cabíveis à consultoria Gomide e Flora (2018, p.36) descrevem: “As consultorias de engenharia em edificações visam às correções, reparações, recuperações ou reabilitação das construções por meio de prognóstico e prescrições técnicas em tipologias sumárias ou detalhadas.” Portanto, é essencial o conhecimento dos procedimentos relativos a essa ferramenta diagnóstica.

2.6 ABNT NBR 16747/2020: Inspeção Predial - Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimentos

A norma de Inspeção predial foi publicada pela ABNT no dia 21 do mês 05 do ano de 2020, a norma ABNT NBR 16747:2020 – Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.

De acordo com a norma NBR16747(ABNT, 2020) a atividade de inspeção predial estabelecida nesta norma tem como objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas visando realizar o acompanhamento do comportamento pelo processo de uso no decorrer da vida útil, visando manter as condições mínimas necessárias de segurança, durabilidade e habitabilidade.

Os profissionais que utilizavam as diretrizes do IBAPE, Instituto de Engenharia ou outros, deverão levar em consideração as novas diretrizes da nova norma, que trazem algumas diferenças em relação aos conceitos já existentes.

Dentre algumas mudanças ocorridas em definições já existentes, podemos citar o próprio conceito de inspeção predial, onde a norma agora fala que a avaliação é de forma sensorial e não mais uma análise técnica. “Processo de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e seus sistemas e subsistemas construtivos, de forma sistêmica e predominantemente sensorial (na data da vistoria), considerando os requisitos dos usuários.” (ABNT 16747, 2020, p.3).

Conforme descrito na ABNT NBR 16747 (2020, p. 6), as etapas necessárias para a inspeção predial são as seguintes:

- a) levantamento de dados e documentação;
- b) análise dos dados e documentação solicitados e disponibilizados;
- c) anamnese para a identificação de características construtivas da edificação, como idade, histórico de manutenção, intervenções, reformas e alterações de uso ocorridas;
- d) vistoria da edificação de forma sistêmica, considerando a complexidade das instalações existentes;
- e) classificação das irregularidades constatadas;
- f) recomendação das ações necessárias para restaurar ou preservar o desempenho dos sistemas, subsistemas e elementos construtivos da edificação afetados por falhas de uso operação ou manutenção, anomalias ou manifestações patológicas constatadas e/ou não conformidade com a documentação analisada (considerando, para tanto, o entendimento dos mecanismos de deterioração atuantes e as possíveis causas das falhas, anomalias e manifestações patológicas);
- g) organização das prioridades, em patamares de urgência, tendo em conta as recomendações apresentadas pelo inspetor
- h) avaliação da manutenção, conforme a ABNT NBR 5674
- i) avaliação do uso;
- j) redação e emissão do laudo técnico de inspeção (ABNT, 16747, 2020, p.6).

Com relação à classificação das prioridades em patamares de urgência a NBR 16747 (ABNT, 2020) atribui em categorias, sendo discorridos a seguir:

Prioridade 1- Referindo-se a ações necessárias quanto à perda de desempenho que chega a comprometer a saúde e a segurança dos usuários afetando também o sistema construtivo, a durabilidade e custos da edificação com possíveis paralizações podendo ser inclusos os riscos causados ao meio ambiente devido às ações necessárias quanto à perda de desempenho real ou parcial.

Prioridade 2 – Quando a funcionalidade da edificação é comprometida, ocasionada pela perda real ou potencial do desempenho devido a ações tomadas, sem por em risco a saúde e segurança dos usuários.

Prioridade 3 – Relacionada a pequenos prejuízos ocasionados pela perda de desempenho real ou parcial, causando apenas prejuízos estéticos, com ações corretivas, possíveis de planejamento, baixo custo sem comprometer o valor da edificação com ações realizadas sem urgência, pois a perda parcial não impacta na funcionalidade da edificação, não compromete a saúde e segurança do usuário.

Em relação aos patamares de urgência, antes do lançamento da norma NBR 16747 (ABNT, 2020), utilizava-se os critérios de grau de risco citado pela norma de inspeção predial do IBAPE (2012) por grau de risco crítico, regular e mínimo.

2.7 Manutenção de Edificações

As edificações possuem características que se assemelham ao corpo humano, se não realizadas as manutenções preventivas, vai reduzindo significativamente sua durabilidade. A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) conceitua manutenção como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação atendendo as necessidades de segurança dos usuários e de seus sistemas construtivos.

Consoli (2006) descreve que a manutenção das edificações é o conjunto de todas as intervenções realizadas para prevenir ou corrigir a perda de desempenho provenientes da degradação dos componentes estruturais, ou de reparos às necessidades dos usuários, não incluindo serviços que modifiquem o uso da edificação.

Diante de tais afirmações é válido garantir que a NBR 5674 (ABNT, 2012) de Manutenção de Edificações – Procedimentos é referência para realização de manutenções em edificações, dessa forma a presente norma comenta da omissão a esse critério fundamental, que ao ser omitido ocasiona nos frequentes casos de edificações retiradas de serviço antes de

cumprirem sua vida útil de projeto (VUP) causando transtornos aos usuários e alto custo de recuperação ou construção de novas edificações.

Essa mesma norma, NBR 5674 (ABNT, 2012) estabelece critérios para o gerenciamento do sistema de manutenção predial. Essa norma já passou por inúmeras revisões, sendo que sua primeira versão surgiu em 1977. A última atualização ocorreu em 2012, especificamente no dia 25 de julho, intitulada como: Manutenção de edificações – Procedimentos, para o sistema de gestão de manutenção.

As manutenções podem ser de diversos tipos, podendo ser abordado com o seguinte:

A manutenção pode ser corretiva, para recuperar determinado dano; manutenção preventiva, para manter o desempenho das estruturas; preditiva ou detectiva, que acompanha através de instrumentação o desempenho da estrutura; constituindo então a engenharia de manutenção, que é a forma mais eficiente de garantir o desempenho e vida útil das estruturas, diminuindo a possibilidade de falhas (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 6).

Gomide e Flora (2018) enfatizam que toda construção sofre qualquer tipo de degradação ao passar do tempo, diante disso é viável passar por cuidados técnicos para preservar seu bom desempenho, denominando-se de manutenção.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) Projeto de Estruturas de Concreto, todos os projetos de uma obra devem dispor-se sobre uma estratégia clara facilitando os procedimentos de inspeção e manutenção preventiva de uma dada construção.

A ausência de manutenção faz com que pequenas patologias vão se tornando de grau elevado podendo comprometer a qualidade e funcionalidade da edificação afetando tanto a estética quanto a segurança e tornando-se de alto custo o processo de recuperação da área comprometida.

Entende-se por manutenção de uma estrutura o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador (SOUZA; RIPPER, 2009, p.21).

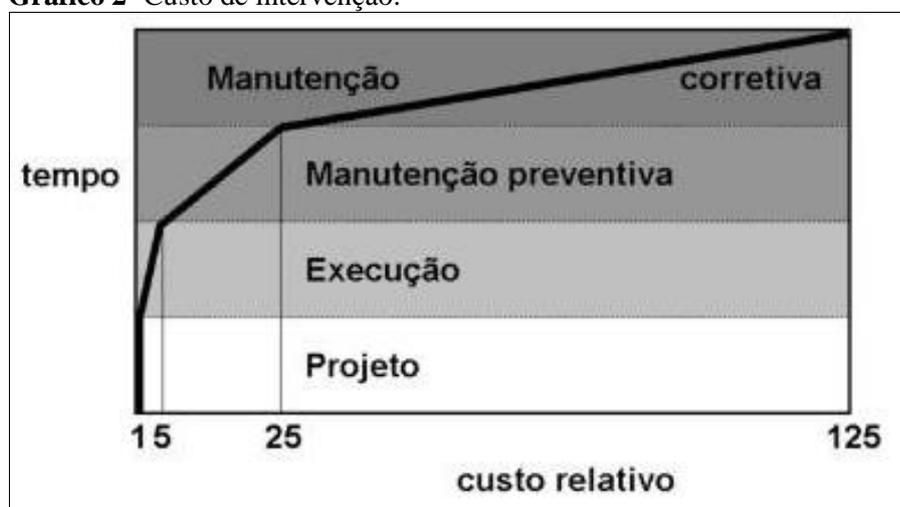
O processo de manutenção das edificações abrange um conjunto de conhecimentos técnicos juntamente às medidas administrativas, tudo isso com a finalidade de assegurar as características predominantes como segurança, funcionalidade, confiabilidade e higiene e as mesmas qualidades e padrões existentes quando o imóvel foi entregue para uso (BEZERRA, 2000).

Segundo a NBR 5674 (2012) os padrões de operação do sistema de manutenção devem ser definidos de acordo com o nível de manutenção tendo em vista os principais aspectos a serem analisados:

- a) Padrões de desempenho mínimo das edificações aceitável pelos seus usuários e proprietários, no que tange a aspectos como a higiene, segurança e saúde dos usuários;
- b) Prazo cabível entre o período de restrição devido à falha e a conclusão do serviço de manutenção;
- c) Princípios legais, visando à utilização de regulamentos e normas aplicáveis pela legislação em vigor;
- d) Frequência no que tange às atividades de inspeção.

Enfatizando sobre a importância do processo de manutenção e conservação de edificações Burin *et al.*(2009) destaca sobre o fato das edificações de nosso país serem utilizadas até o período de exaustão, como se todos os componentes tivessem durabilidade infinita, sendo caracterizados como cautelosos proprietários ou usuários que fazem algum tipo de camuflagem na edificação.

Gráfico 2- Custo de intervenção.



Fonte: Sitter (1984), *apud* Helene (2014).

A Gráfico 2 é uma representação dos custos referentes ao processo de intervenção e manutenção em relação aos custos e as fases da vida da edificação.

Em referência aos valores de intervenções, Sitter (1984), *apud* Helene (2014), comenta que os custos de intervenções para atingir determinado nível de durabilidade crescem de acordo com cada fase, podendo ser na fase de projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

O Autor comenta do aumento do custo em função da fase de vida da estrutura é citada:

- a) Fase de projeto: outras medidas que conservem as boas condições estruturais durante sua vida útil, podem gerar um custo de 25 vezes mais que medidas tomadas na fase de projeto. Por outro lado pode gerar uma economia de fase de projeto: todas as medidas que objetivam aumentar a proteção e a durabilidade da estrutura como aumentar fck, reduzir o fator água/cimento e aumentar o cobrimento da armadura, são medidas que implicam custo com fator 1(um).
- b) Fase de execução: qualquer medida extra projeto, tomada durante a fase de execução gera um custo 5 vezes superior ao custo de tomar uma medida equivalente na fase de projeto com a finalidade de obter uma mesma durabilidade e vida útil da estrutura.
- c) Fase de manutenção preventiva: medidas protetivas como manutenção como pinturas frequentes, impermeabilização de cobertura e reservatórios mal projetados 5 vezes a mais que aguardar o surgimento de manifestações patológicas, que requeiram manutenção corretiva.
- d) Fase de manutenção corretiva: é a fase de diagnóstico e reparo das estruturas que já ultrapassaram sua vida útil de projeto e apresentam evidências de manifestações patológicas. Pode-se associar um custo de 125 vezes a mais que se tomadas medidas cabíveis de prevenção na fase de projeto, implicando no mesmo nível de durabilidade após as medidas corretivas.

3 PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

A patologia das construções é um termo bastante estudado nos dias atuais, em relação à grande importância dedicada às questões relacionadas à saúde e ao desempenho das edificações nas últimas décadas, afirma-se que esse é um assunto que provoca preocupação desde a antiguidade (SENA, 2020).

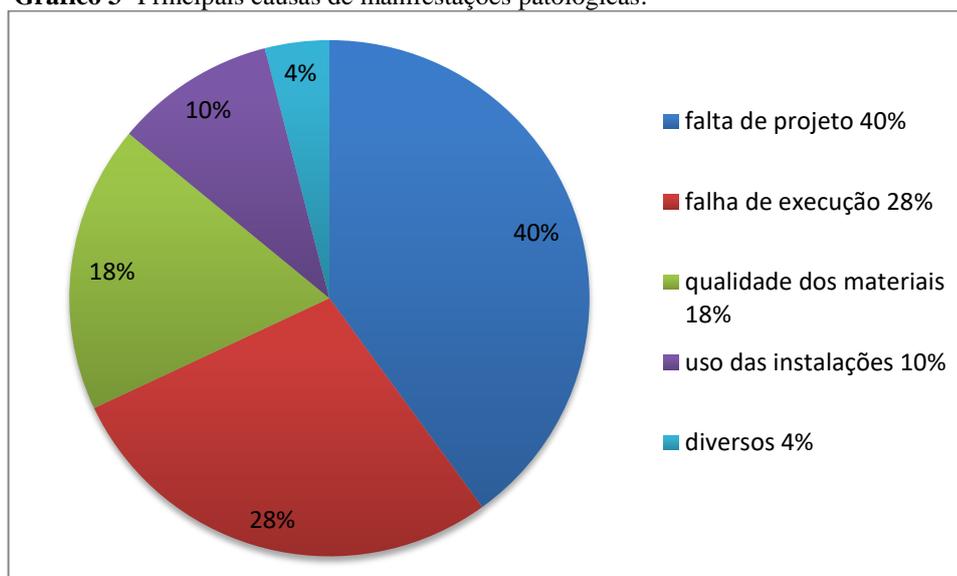
Caporrino (2018) também enfatiza sobre o termo patologia das construções como a área da engenharia que estuda as manifestações patológicas que podem acontecer em uma construção. No entanto origina-se o termo patologia que é a perda ou até mesmo a redução de desempenho, podendo ocorrer na fase de concepção do projeto, execução das etapas da construção e mesmo na fase de utilização da edificação (VIEIRA, 2015).

Para aperfeiçoarmos essa analogia é viável a distinção do termo patologia e manifestação patológica, Sena (2020) apresenta essas relações de forma precisa:

- a) Patologia: é o estudo das doenças de modo generalizado, sendo um estado ou condição anormal, podendo as causas serem conhecidas ou desconhecidas.
- b) Manifestações patológicas: são as degradações ocorridas na edificação e que podem ser geradas em algumas fases da obra, como período de execução, na elaboração de projeto ou adquirida pelo tempo de utilização da edificação.

Além das disposições de comprometimento e redução da vida útil, Bertolini (2010) dispõe que no período de execução da edificação deve-se prever o controle de qualidade que permita a verificação das características dos materiais que chegam ao canteiro de obra quanto sua correta utilização.

É parecer de Carvalho Júnior (2013) que as principais causas de patologias internas são originadas por fatores ligados à própria edificação no período de habitação como: falta de projeto(40%), falha de execução (28%), qualidade dos materiais (18%), uso das instalações (10%), e diversos (4%), sendo melhor visualizado no Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3- Principais causas de manifestações patológicas.

Fonte: Adaptado de Carvalho Júnior (2013).

Seguindo a premissa citada por Carvalho Júnior (2013), das causas das manifestações patológicas, autores como Souza e Ripper (2009) e Ferreira (2010) afirmam que as patologias são resultantes de três fases da construção, que podem ocorrer de maneira simultânea ou acumulação de efeitos com o tempo, onde inicia-se na etapa de concepção ou projeto, execução (construção) e utilização. Visto as três etapas é evidente que se não executadas de maneira correta, desenvolvem ou aceleram o processo de deterioração da edificação, acarretando níveis insatisfatórios de desempenho, podendo nem alcançar a vida útil a qual foi projetada.

Já para Vervloet (2018) as manifestações patológicas se tornam evidentes nas etapas de uso e operação das edificações, mesmo quando desenvolvidas no período relacionada às etapas de projeto e execução.

3.1 Origem e causa das manifestações patológicas

É parecer de Tutikian e Pacheco (2013) que as manifestações patológicas originam-se por falhas que ocorrem durante a realização das atividades pertinentes ao processo de construção civil.

As manifestações patológicas são desenvolvidas devido a problemas recorrentes sendo consideradas como um grande incômodo para a edificação durante toda sua vida útil,

esse processo relaciona-se a fatores como: clima, materiais utilizados, técnicas construtivas e controle tecnológico utilizado na construção.

Essas ocorrências devem ser verificadas, assim como o disposto por Bertolini (2010), que no período da vida útil de uma estrutura é necessária a realização de inspeções com o intuito de verificar se existe a evolução no processo de degradação ou se a mesma permanece dentro dos limites aceitáveis.

Levando em consideração uma boa manutenção, Herani (2012) menciona que as causas de manifestações patológicas são produzidas por manutenção inadequada, ou até mesmo pela ausência de manutenção, relacionando-se pelo despreparo técnico, incompetência e fatores econômicos.

Em concordância com Herani (2012), Souza e Ripper (2009) abordam sobre os problemas patológicos serem originados devido a falhas durante a realização das atividades específicas da construção civil, e que podem ser divididos em três etapas: concepção, execução e utilização.

3.1.1 Concepção de projeto

Na fase de projeto o ideal é que seja feita a escolha de materiais para um bom desenvolvimento dos diversos elementos estruturais ou construtivos, tendo em vista o atendimento às condições que lhes são solicitadas, sendo assim discorrido por Bertolini (2010) que as propriedades mecânicas ou reações do meio ambiente devem ser especificadas pelo projetista para que de fato as propriedades estabelecidas no projeto sejam atendidas.

A ausência de um estudo preliminar adequado é o que leva a falhas ocorridas durante a etapa de concepção do projeto ou anteprojetos com falhas, incompatibilidade entre estrutura e arquitetura, materiais inadequados, não execução de detalhes executivos, erros no dimensionamento, entre outros.

De acordo com a NBR 6118 (2014) a avaliação da concordância de projeto deve ser realizada por profissional habilitado, independente do projetista, requerida e contratada pelo cliente e registrada em documentos específicos que acompanhará a documentação do projeto.

Como o projeto é a imagem criada daquilo que se quer realizar, sendo aperfeiçoada e complementada durante o desenvolvimento, a fim de agregar valor ao empreendimento, torna-se evidente a necessidade de envolvimento de toda a equipe de projetistas desde as primeiras fases do projeto, com o objetivo de agregar-se o

máximo de valor possível, além de evitarem-se problemas de compatibilidade entre projeto executivo e o projeto legal (MITIDIÉRI FILHO, 2010, p. 42).

Tendo em vista a grande importância da sequência lógica do processo de estudo e projetos fundamentais ao desenvolvimento da obra, relacionando com o processo de fornecimento de informações técnica sobre materiais a serem utilizados.

3.1.2 Materiais

Na fase de execução da obra deve ser previsto as condições de cada material devendo estes obedecerem às especificações de projeto e as prescrições mencionadas em normas. “Durante a construção, devem ser previstos controles de qualidade que permitam verificar a adequação tanto dos materiais que chegam ao canteiro de obra como sua correta utilização.” (BERTOLINI, 2010, p.14).

De acordo com Mitidieri Filho (2010) o engenheiro deve escolher entre os inúmeros tipos de materiais para sua utilização e que possua uma viável relação custo/benefício, a solução para determinado problema ou obra. Os materiais devem obedecer ao requisito qualidade e que não torne o produto final tão oneroso.

O mesmo autor afirma que a escolha de materiais adequados para cada caso depende não só de conhecimento técnico-científico, mas também de experiências, pois nem sempre apenas a técnica resulta em uma boa solução.

3.1.3 Execução

Dando continuidade ao processo de construção civil Souza e Ripper (2009) enfatizam que o encadeamento lógico do processo construtivo deve obedecer à sequência da etapa de concepção, finalizando toda a etapa de estudos e projetos que lhes são cabíveis.

A etapa de execução terá melhor êxito quanto melhor for elaborada as especificações de projeto. “A execução da obra, em última instância, é a colocação em prática daquilo que foi representado de forma virtual no projeto.” (MITIDIÉRI FILHO, 2010, p. 48). Após a obtenção dos resultados de estudos realizados, análise inicial, concepção, anteprojeto e projetos inicia a execução.

Parte-se do princípio que a ocorrência de manifestações patológicas está intimamente relacionada ao processo de execução e a utilização de materiais de baixa

qualidade, tendo em vista a inviabilidade de controle de qualidade de materiais recebidos em obra apenas por inspeção visual.

3.1.4 Utilização

Ao atingir com excelência a qualidade perante as etapas anteriores, Mitidieri Filho (2010) menciona sobre a importância da orientação aos usuários, para que utilizem o empreendimento e manuseiem de forma adequada seus equipamentos, realizando as devidas manutenções. Evitando-se de certa forma a proliferação de manifestações patológicas oriundas de erros de utilização.

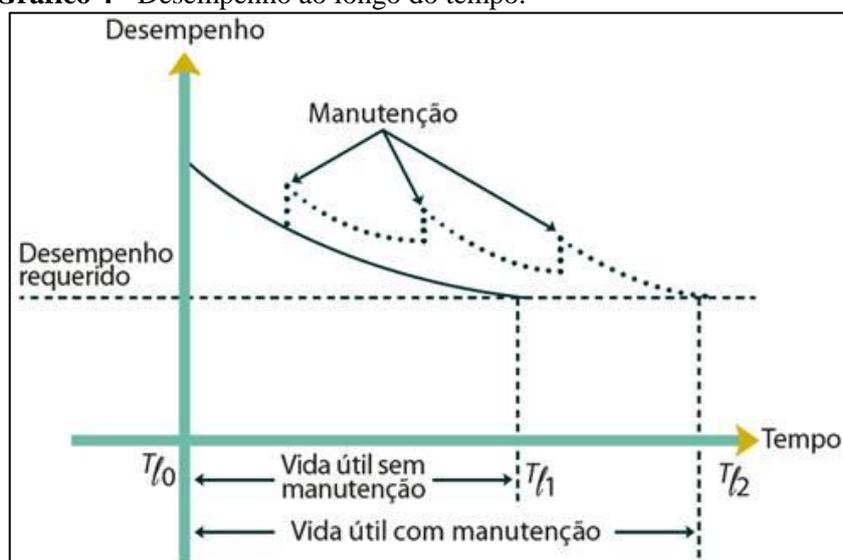
Realizado as etapas de concepção e execução adequada, as estruturas ainda assim podem estar sujeitas a manifestações patológicas ocasionadas pela utilização incorreta ou pela ausência de manutenção adequada ou até mesmo por não haver manutenção.

3.2 Desempenho, vida útil e durabilidade

Sobre o conceito de desempenho a NBR 15575 (ABNT, 2013, p.7) descreve: “Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas.” Em concordância, a NBR 6118 (ABNT, 2014) menciona o conceito de desempenho como a capacidade da estrutura manter as condições de utilização no decorrer de sua vida útil, não apresentando agravos que possam comprometer parcial ou total o uso para o qual foi projetada.

Levando em consideração os requisitos necessários das condições de projeto, Mitidieri Filho (2010) aborda quanto aos critérios de avaliação do desempenho, baseando-se em requisitos e métodos que verificam se a edificação e seus componentes atendem as condições às quais foram submetidas.

Para que ocorra um desempenho satisfatório da edificação é necessário que sejam realizadas manutenções periódicas e preventivas, com ressalva a esse processo a NBR 5674 (ABNT, 2012) estabelece serviço de manutenção, como as operações realizadas na edificação incluso seus sistemas, elementos ou os componentes que a constituem. Pode-se observar no Gráfico 4 o processo de desempenho ao longo do tempo e a vida útil com manutenção e vida útil sem manutenção da edificação.

Gráfico 4 - Desempenho ao longo do tempo.

Fonte: NBR 15575, (2013).

O Gráfico 4 mostra que a vida de um sistema edificado é inutilizável quando não se tem o desempenho mínimo exigido pela norma, ficando evidente que a durabilidade da estrutura está relacionado com seu desempenho ao decorrer do tempo. De acordo com Lourenço Filho (2009) é notório que o passar do tempo influencia na vida útil de uma edificação, assim como em seu desempenho.

Ao longo do tempo os materiais de construção vão sofrendo uma degradação progressiva devido às ações ambientais ou no processo de desempenho da estrutura. É perceptível que o processo de desempenho das edificações ao longo do tempo, onde a vida útil (VU) da edificação sem as devidas manutenções é reduzida, mas se realizada as manutenções conforme estabelecido em projeto ou até mesmo no plano de manutenção da edificação, é atendido a vida útil prevista ou até ultrapassar esse limite, pois através de manutenções periódicas cumpre-se os requisitos ao longo do tempo.

É parecer de Silva (2009), que a vida útil de uma estrutura é composta respectivamente pela estrutura e elementos que os constituem. Sendo os revestimentos os elementos que mais estão suscetíveis as condições adversas, servindo como proteção a própria estrutura.

Em concordância com Silva (2009), Bertolini (2010) conceitua vida útil de uma edificação de duas formas:

- a) Vida útil de uma estrutura como o período necessário em que a estrutura é capaz de se manter estável garantindo todas as funções para as quais foi projetada.

- b) Vida útil de projeto: é um prazo estimado pelo proprietário ou pelo gestor de projetos, onde a estrutura atenda os requisitos de durabilidade requeridos na fase de projeto.

De forma mais clara Gomide *et al.* (2019, p.50) relatam sobre a importância da VU e o processo de manutenção da seguinte forma:

A vida útil do edifício não pode se encerrar quando o edifício ou uma de suas partes alcança o nível mínimo de desempenho. A atividade de manutenção, além de propiciar o bom desempenho dos sistemas, pode garantir, inclusive, o aumento da vida útil e, de certa forma, auxiliar na recuperação de desempenhos ou aspectos funcionais (GOMIDE *et al.*, 2019, p.50).

Os sistemas estruturais podem possuir vida útil distinta ou inferior à vida útil da estrutura, a NBR 15575 (ABNT, 2013) salienta que no projeto deve constar o valor teórico para vida útil de projeto (VUP) para cada sistema que o compõe não inferior ao explícito na Tabela 2, e devem possuir uma durabilidade potencial compatível com a VUP adotada em projeto.

Tabela 2 - Vida útil de projeto (VUP) em anos.

Sistemas	VUP mínima em anos
Estrutura	≥ 50 Conforme ABNT NBR 8681
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575 (ABNT, 2013).

Ainda sobre a Tabela 2, relata-se sobre os sistemas estruturais e sua vida útil de projeto em anos. Podendo afirmar que são diversos os fatores que influenciam para que a edificação tenha longevidade e/ou durabilidade, podendo ser citado um bom projeto, correta execução e boa etapa de uso e manutenção. Lourenço Filho (2009) enfatiza que o estudo da durabilidade das estruturas de concreto é desproporcional ao ritmo da evolução de cálculos estruturais.

Em relação a durabilidade a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 13) conceitua: “Capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do

projeto.” Já a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) em concordância com a NBR 6118 (ABNT, 2014), faz menção ao processo de manutenção e especifica sobre durabilidade enfatizando a capacidade dos componentes se manterem ao passar do tempo desempenhando suas funções e atendendo às condições a que foram submetidas no período de uso e manutenção, atendendo ao período de vida útil.

3.3 Profilaxia, diagnóstico, prognóstico, terapia e anamnese

Para Vieira (2015) os processos de manutenção de edifícios estão fortemente atrelados à definição de métodos de resolução de anomalias, que devem ser estabelecidos através de um diagnóstico caracterizador de cada caso, determinando as causas e efeitos, com base na avaliação do elemento e das condições a que está sujeito.

A realização do diagnóstico é de fundamental importância para que haja uma correta intervenção sobre determinada edificação já construída, detectando e determinando qualquer falha que possa existir no local. “Diagnosticar um elemento construído, não é mais do que detectar e determinar uma falha, que ocorra num determinado local.” (FERREIRA, 2010, p. 33).

Após o diagnóstico é viável a busca por soluções quanto aos problemas encontrados, diante disso Sena (2020) relata sobre o prognóstico, associando as avaliações médicas após a etapa de diagnóstico considerando as possibilidades terapêuticas com o objetivo de definir qual seria a evolução do problema com o passar do tempo.

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013) no processo de elaboração do prognóstico, o técnico deverá analisar e estudar o problema, tomando como base alguns parâmetros cabíveis ao caso, ao longo do tempo, como fonte de alternativas de desenvolvimento da falha.

França *et al.* (2011) faz um apanhado geral dos termos e suas inter-relações através da Tabela 3 :

Tabela 3 - Termos relacionados as patologias das construções.

Profilaxia: Cautelas a serem tomadas com o intuito de prevenir doenças. Adaptando o conceito a Engenharia, seria as precauções para evitar as anomalias e falhas nas edificações. (do grego *prophylaxis*.”cautela”).

Diagnóstico: conhecimento obtido ou em confirmação sobre algo, através de exames. Na Engenharia é a identificação e descrição do mecanismo, origem e causas que resultou tal problema patológico.

Prognóstico: A partir do diagnóstico surge o julgamento do médico, que definirá a possibilidade terapêutica, estipulando a evolução e duração do problema ao longo do tempo.

Terapia: É o tratamento da doença, ou a tomada das medidas necessárias ao caso que possam saná-las de maneira imediata ou não.

Anamnese: (do grego *Ana*, “trazer de novo” e *mnesis*, “memória”); é uma entrevista realizada pelo profissional da saúde ao seu paciente com o intuito de colher informações sobre a origem do problema, correlacionando os fatos que estejam relacionados a doenças e ao paciente.

Fonte: França *et al.* (2011).

É possível mencionar a partir da Tabela 3, a importância dos termos com significados voltados para a medicina, podendo ser aplicados na Engenharia civil, onde cada um possui sua finalidade e ligação ao associar-se ao campo das manifestações patológicas.

4 FERRAMENTAS DE PRIORIZAÇÃO DE RISCO

Existem inúmeras ferramentas que contribuem para o bom funcionamento, identificação e compreensão de problemas relacionados à qualidade, estas ferramentas de priorização são utilizadas com a finalidade de determinar, mensurar, analisar e propor soluções para a ocorrência de problemas na edificação, pois uma única ferramenta pode não ser capaz de mapear todo o problema e contribuir para que a decisão tomada seja a mais adequada.

É importante destacar o papel da gestão de qualidade em se tratando de tomada de decisão, desta forma Klein e Correio (2019) afirmam que essas abordagens sobre a gestão da qualidade cogitam a importância de se conseguir os padrões de qualidade para uma organização, podendo ser com implantação de programas e ferramentas de priorização de tarefas, ou ações voltadas para combater as perdas dos processos produtivos.

Em se tratando de priorização de tarefas, a norma do IBAPE (2012) define que a ordem de prioridades devem ser dispostas em ordem decrescente quanto ao grau de risco e intensidade das anomalias e falhas, podendo ser apurada com a aplicação de ferramentas apropriadas como Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), e a metodologia de Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA), ou ainda, pela listagem de criticidade decorrente da Inspeção Predial.

4.1 Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência – GUT

A metodologia Gravidade Urgência e Tendência (GUT) é uma ferramenta que foi desenvolvida por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, em 1981 consistindo em uma análise qualitativa a gravidade ou impacto do problema (SOTILLE, 2014).

Baseado nos conceitos de Verzola *et al.* (2014) o método GUT é utilizado como uma metodologia que gerencia os riscos levando em consideração a Gravidade, a Urgência e a Tendência dos problemas a serem analisados. Esse processo ocorre baseado nos pesos referente a cada item inspecionado, com a finalidade de obter o grau de comprometimento dos problemas existentes. A norma do IBAPE faz menção à utilização da Matriz GUT como critério de prioridade, pois mensura-se o grau de risco de cada anomalia ou falha, podendo ser utilizado como ferramenta de priorização de ações na inspeção predial.

Para Periard (2011) a grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que ela auxilia o gestor a avaliar de forma qualitativa determinados problemas, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas. É necessário que sejam listados todos os problemas relacionados às atividades a serem realizadas em qualquer departamento ou localidade (PERIARD, 2011).

4.1.1 Parâmetros de priorização

A aplicação destes parâmetros de priorização podem ser listados de quatro formas: listar os problemas ou pontos de análise a serem reparados, pontuar cada problema de acordo com os parâmetros situados, classificar os problemas quanto a sua ordem de priorização, e tomar as decisões estratégicas cabíveis (SOTILLE, 2014).

De acordo com Andrade (2017) para realizar a Matriz GUT de início é necessário listar organizadamente as dificuldades que envolvam as atividades realizadas no local de estudo, considerando as três etapas principais: Gravidade, Urgência e Tendência. Em se tratando de inspeção predial relaciona-se os riscos aos níveis, classificando-os de forma eficiente.

Quanto as principais etapas, Periard (2011) classifica da seguinte forma:

- a) Gravidade: Descreve em relação ao peso da dificuldade em análise caso ela venha a ocorrer, a partir de certas características, tais como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. Os resultados podem ser avaliados a médio ou longo prazo, se a solução não for imediata;
- b) Urgência: Caracteriza a quantidade de tempo necessário para resolução da tarefa. Se grande a urgência, menor é o tempo disponível para sanar tal problema.
- c) Tendência: Cita a probabilidade que o problema tem de aumentar ou crescer ao decorrer do tempo.

Em análise do caso Martins *et al.* (2017) mencionam a necessidade de atribuir uma nota de 1 a 5 para cada problema listado, sendo que os aspectos principais a serem analisados são a Gravidade, Urgência e Tendência. Para montar a matriz GUT é necessário que seja realizada a quantificação das manifestações patológicas existentes e os problemas relacionados a elas, assim como é apresentado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Parâmetros para pontuação da matriz GUT.

NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA ("se nada for feito...")
5	extremamente grave	precisa de ação imediata	...irá piorar rapidamente
4	muito grave	é urgente	...irá piorar em pouco tempo
3	grave	o mais rápido possível	...irá piorar
2	pouco grave	pouco urgente	...irá piorar a longo prazo
1	sem gravidade	pode esperar	...não irá mudar

Fonte: Periard (2011).

A ordem de priorização é obtida através da multiplicação dos parâmetros de pontuação (PERIARD, 2011).

Para obter o valor dos resultados obtidos através desta ferramenta, realiza-se o produto das notas referentes às seguintes variáveis (G) x (U) x (T). Pode ser observado no Quadro 2 o formulário de aplicação do método GUT.

Quadro 2 - Formulário GUT.

Problema	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	

Fonte: Adaptado Sotille (2014).

É válido afirmar junto a Vervloet (2018) que ao realizar uma avaliação de inspeção predial sob os três diferentes critérios cabíveis ao método GUT, culmina com resultados melhor ordenados, se comparado com o método dos Níveis de Criticidade, onde existirá apenas três grupos de possíveis resultados.

Em abordagem a afirmação anterior, Vervloet (2018) defende que o método GUT pode prover maior evolução de resultados e maior imparcialidade de atribuição, devido aos parâmetros avaliados separadamente. Vale, no entanto, avaliar sua praticidade de aplicação.

4.2 Failure Modes and Effects Analysis – Modos de Falhas e Análise dos Efeitos - FMEA

A norma NBR 5462 (ABNT 1994) refere-se ao FMEA como um método qualitativo para se examinar a confiabilidade onde são estudados os modos de falhas existentes em cada item e determinar os efeitos de cada modo de falha em relação aos demais itens, bem como para a função específica.

Diante do que se afirma sobre modo de falha, Sakurada (2001) cita que modo de falha é a expressão utilizada para caracterizar o processo e o mecanismo de falha que ocorre. O efeito é maneira como o modo de falha se manifesta. Dessa forma a NBR 5462 (ABNT 1994), e Toledo e Amaral (2006, grifo do autor) classificam as análises pela metodologia FMEA de dois tipos:

FMEA de produto: referente a falhas decorrentes ao produto dentro das especificações de projeto. Com o intuito de evitar falhas no produto ou processo referente ao projeto.

FMEA de processo: referente a falhas decorrentes do planejamento e execução do processo, onde essa análise tem como objetivo evitar falhas no processo, baseando-se na não conformidade do produto juntamente as especificações do projeto.

É válida a ressalva de Moura (2000) ao afirmar que o desenvolvimento do FMEA seja de processo ou projeto, possuem um enfoque corriqueiro para tratar de:

- a) Consequências potenciais;
- b) Causas potenciais do modo de falha;
- c) Aplicação dos controles atuais;
- d) Nível de risco;
- e) Redução de risco.

Ainda sobre Moura (2000) é válido afirmar que de acordo com o formato de FMEA utilizado para organizar a coleta e a exibição de informações, deve-se abordar o seguinte:

- a) Funções, requisitos e resultados do produto ou processo sob análise;
- b) Modo de falha, quando os requisitos funcionais não são atendidos;
- c) Efeitos e consequências do modo de falha;
- d) Ações e controles para tratar as causas do modo de falha, e
- e) Ações para prevenir a recorrência do modo de falha.

Os procedimentos de análise do FMEA tem como objetivo identificar as falhas potenciais e sua severidade de modo que determine a probabilidade de ocorrência, indicando a efetivação de ações que possam reduzir ou eliminar os fatores e/ou riscos que possam promover a ocorrência das falhas. Desse modo Sakurada (2001) enfatiza a importância de saber o significado de modo de falha, definindo-a como a forma do defeito, a forma como é apresentado o defeito, modo como o item falha deixa de apresentar os resultados desejados ou esperados, anormalidade do estado de trabalho, a forma como o material em estudo deixa de exercer sua função ou desobedecer as especificações.

De acordo com Silva (2007) a FMEA é uma técnica indutiva que avalia ordenadamente todos os modos de falhas de um sistema e identificando as consequências resultantes destas falhas sobre outros itens e sobre o sistema de maneira geral. Cada modo de falha é avaliado individualmente como um caso independente, sem nenhuma relação com as diferentes falhas do sistema, salvo os efeitos imediatos que possa produzir.

4.2.1 Aplicação do FMEA

De acordo com Carboni (2019) a metodologia FMEA pode ser empregada para desenvolvimento de produtos ou processos, sendo aplicada na redução da ocorrência de falhas que venham a acontecer, aumentando a confiabilidade e qualidade.

Diante das considerações de Carboni (2019) e em concordância com o mesmo, Sakurada (2001) afirma que o FMEA é empregado na realização de análise local, onde se procura determinar os modos de falha dos componentes, e o modo que afetam os níveis superiores do sistema (efeitos).

Para Silva (2007) a metodologia FMEA é fundamental para avaliar um projeto, identificando os efeitos de cada modo de falha de cada item sobre os demais e sobre o sistema e contribuindo para evitar ou suavizar os efeitos das falhas, critérios para realização de testes, programas de manutenção e elaboração de rotinas operacionais. Sakurada (2001) afirma que uma das condições para a utilização dessa ferramenta é que se tenha total conhecimento do que é modo de falha e efeitos.

Em concordância com Sakurada (2001), Toledo e Amaral (2006) afirmam que a metodologia FMEA possui determinadas formas de aplicação, tanto no desenvolvimento do projeto quanto do processo.

Partindo desse princípio a análise FMEA pode ser aplicada nas seguintes situações:

Para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos; para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (ou seja, que ainda não tenham ocorrido) em produtos/processos já em operação; para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram; para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos (TOLEDO; AMARAL, 2006, p. 2).

Diante das afirmações de Toledo e Amaral (2006), é válido o que diz Moura (2000), que é necessário definir o escopo, definir o cliente, identificar requisitos e especificações, modo de falha potencial, efeito potencial e causa potencial, identificar controle e avaliar riscos.

Sobre as etapas de execução do FMEA é válido enfatizar que é necessário seguir todo esse processo para se chegar ao resultado desejado e preenchimento da tabela, resultando a ordem de priorização para a resolução dos problemas patológicos em estudo.

Diante desses índices Leite (2019) enfatiza que a partir da definição de índice de risco pode-se classificar as falhas e hierarquizar a análise do modo de falhas priorizando-as como maiores riscos de ocorrência e maiores danos aos usuários.

Quadro 3 - Formulário FMEA.

Item	Manifestações patológicas							Ações preventivas	
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R	Priorização	Recomendações

Fonte: Adaptado Toledo e Amaral, (2006).

O Quadro 3 é preenchido de acordo com as características de cada item. Helman e Andery (1995) enfatizam que cada campo situado no quadro FMEA exerce uma função no formulário, descrevendo-os da seguinte forma:

Modo/Tipo de Falha, entende-se como os fatos que ocasionam a ele uma diminuição parcial ou total da função do produto ou de seu desempenho. Ou seja, trata-se da patologia identificada propriamente dita.

Efeito de Falha, é a forma como o modo de falha afeta o desempenho do sistema, do ponto de vista do cliente. Diz respeito ao comprometimento parcial ou total do uso.

A Causa da Falha é determinada como os eventos que promovem o aparecimento do modo de falha.

O Índice de Risco (R) é o produto dos índices de Ocorrência (O), Gravidade (G) e Detecção (D).

Leite (2019) cita a utilização do cálculo do índice de risco para preenchimento da tabela pela equação a seguir:

$$R = O . G . D$$

Moura (2000) define esses índices da seguinte forma:

Gravidade: é a avaliação do impacto da falha ao cliente.

Ocorrência: é a constância com que uma causa de falha pode ocorrer;

Detecção: é a avaliação da qualidade do controle de produto e processo de detectar uma falha ou modo de falha.

Logo após são calculados os coeficientes de prioridade de risco (R) através da multiplicação do valor dos três índices.

Nas Tabelas 4,5 e 6 Toledo e Amaral (2006) caracterizam os critérios de aplicação dos índices de Ocorrência, Gravidade e Detecção.

Quadro 4 - Índice de ocorrência das falhas.

Índice	Probabilidade de ocorrência	Ocorrência
1	Muito remota	Excepcional
2	Muito pequena	Pouquíssimas vezes
3	Pequena	poucas vezes
4	Moderada	Algumas vezes
5		
6		
7	Alta	Frequente
8		
9	Muito alta	Inevitável, certamente ocorrerá
10		

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006).

O Quadro 5, apresentam-se os critérios para pontuar o índice de ocorrência, variando de 1 a 10, de acordo com as chances de ocorrência ou a probabilidade de ocorrência do próprio problema.

No Quadro 5 apresentam-se os critérios de pontuação do índice de Gravidade variando de 1 a 10, com gravidade variando de mínima a muito alta, baseando-se no efeito da falha.

Quadro 5 - Índice de gravidade.

GRAVIDADE		
Índice	Gravidade	Critério
1	mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorreu
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	moderado	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior porém afeta a segurança

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral, (2006).

O terceiro índice é o de detecção e seus critérios de avaliação, com pontuação também variando de 1 a 10, partindo de muito grave a muito pequena a detecção de acordo com cada critério e os sintomas do modo de falha.

Quadro 6- Índice de detecção.

DETECÇÃO		
Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito Grande	Certamente será detectado
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
5 6	Moderado	Provavelmente será detectado
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral, (2006).

Com os dados apontados nos Quadros 4, 5 e 6, Toledo e Amaral (2006) enfatizam os critérios necessários para avaliação de cada falha, de acordo com fatores previamente estabelecidos.

Para Toledo e Amaral (2006) a aplicação do FMEA em um determinado produto/processo definirão as funções ou características daquele produto/processo, incluindo as possibilidades de falhas que possam ocorrer, apresentando para cada tipo de falha suas prováveis causas e efeitos, pautando medidas de detecção e prevenção de falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para avaliar os riscos e, discutindo medidas de melhoria.

5 METODOLOGIA

Utilizou-se neste trabalho a metodologia de pesquisa baseada em estudos de casos, observando os procedimentos necessários para realização da aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial.

Além disso foram realizadas pesquisas utilizando bibliografias como livros, artigos, monografias, dissertações, teses e normas que disponibilizavam de informações relacionadas ao estudo de caso, com a finalidade de obter embasamentos que fundamentassem a pesquisa.

5.1 Tipo de pesquisa

De acordo com Gil (2002) é sabido que a classificação da pesquisa é embasada em critérios relacionados a seus objetivos, abrangendo três grupos como: exploratórias, descritivas e explicativas. Ao tratar dos procedimentos caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, documental, estudo de caso, etc.

No que tange ao estudo, faz-se uma abordagem quanto aos objetivos como uma análise exploratória visando um comparativo entre dados obtidos em campo e análise bibliográfica relacionando esses dados e discorrendo sobre aplicação de ferramentas de priorização na inspeção predial, com ênfase na matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e o Modos de Falhas e Análise dos Efeitos (FMEA) através de um comparativo, onde o estudo venha a ser feito com a utilização de bibliografias (livros, teses, dissertações, artigos e dados normativos) que forneçam embasamento para o desenvolvimento do estudo realizado em campo, visando o grau de prioridade das manifestações patológicas existentes na residência.

Quanto à abordagem metodológica, este estudo foi definido como qualitativo, com a finalidade de abranger maior conhecimento através da análise de dados obtidos no local de estudo por registros fotográficos e inspeção visual onde esses dados serão avaliados através de matrizes de priorização e organizados em tabelas.

Quanto à natureza pode classifica-se como pesquisa aplicada, propondo soluções a problemas existentes relacionando com a prática através de uma correlação a conhecimentos teóricos. Em se tratando de procedimentos a pesquisa enquadra-se como bibliográfica e posteriormente estudo de caso. De forma sucinta trata-se de uma pesquisa exploratória, aplicada em pesquisa bibliográfica e estudo de caso, com abordagem qualitativa.

5.2 Local de estudo

Para o estudo de caso, com a aplicação de ferramentas de priorização de tarefas na inspeção predial, optou-se por uma residência unifamiliar, situada na rua do desenho, número 124, bairro Cohafuma, no município de São Luís, Maranhão.

Figura 7 - Local da residência.



Fonte: Google Earth, (2020).

A Figura 7 foi obtida através do Google Earth, (2020), demonstrando a localização da residência com vista superior, onde é possível observar a posição do local escolhido para realização do estudo de caso, juntamente às suas adjacências.

A escolha por essa residência teve como foco principal as condições em que a mesma se encontra, sendo que as manifestações patológicas estão evidentemente expostas. Optou-se por esse local pela necessidade que a edificação apresenta de ações corretivas e manutenções que serão estabelecidas através de uma inspeção predial que identificará as prioridades técnicas, orientando para possíveis correções.

É importante ressaltar o tipo de edificação, suas características técnicas do qual se encontram presentes e suas tipologias permitindo a preparação do roteiro, sendo que a norma de Inspeção Predial 16747 (ABNT, 2020) serviu como base para elaboração do estudo, onde relata que a inspeção varia conforme o tipo a complexidade e os riscos apresentados pelos sistemas construtivos.

A Figura 8 mostra a fachada do muro da residência que se encontra visivelmente comprometido por manifestações patológicas, mostrando a real condição que ainda se encontra a edificação.

Figura 8 - Fachada da residência



Fonte: Acervo do Autor (2020).

Diante da Figura 8, constata-se o grande desconforto estético para a edificação provocado pela incidência de manifestações patológicas, passíveis de manutenção e correção.

5.3 Coleta e análise dos dados

Primeiramente realizou-se um estudo bibliográfico onde foi feito um estudo a partir de bases teóricas como livros, artigos, teses, dissertações e informações contidas em normas vigentes, especificamente a NBR 5674 (ABNT 2012) referente a manutenção de edificações procedimentos, norma de inspeção predial NBR 16747 (ABNT 2020), NBR 15575 (ABNT 2013) de Edificações Habitacionais – Desempenho. Posteriormente foi realizada a pesquisa de campo, por meio de coleta de dados através do levantamento das manifestações patológicas existentes na residência.

Os dados dessa pesquisa foram obtidos através de visitas *in loco* com a realização de registros fotográficos, efetivando-se uma inspeção visual e avaliação das condições técnicas de cada sistema da edificação.

A análise foi realizada a partir da coleta dos dados e realização do comparativo das inconformidades encontradas, com especificações normativas. Em seguida os resultados da coleta foram aplicadas às ferramentas de priorização especificamente a matriz de Gravidade , Urgência e Tendência (GUT) e o preenchimento do formulário de Modos de Falhas e Análise dos Efeitos (FMEA), obtendo uma lista de prioridade das manifestações patológicas existentes na edificação, específica para cada método, realizando-se uma classificação quanto a gravidade dos problemas, identificando a necessidade de urgência de correção, e o por que dessas inconformidades terem sido prioridades.

O Quadro 7 a seguir apresenta uma simulação quanto a aplicação do método GUT tendo como intuito melhor compreensão quanto aos procedimentos de aplicação desse método.

Quadro 7 - Simulação da aplicação da matriz GUT.

Manifestações patológicas	G	U	T	G U T	Prioridade
Fissuras	5	4	3	60	1º
manchamentos	2	1	1	2	3º
eflorescência	3	2	2	12	2º
vesícula	2	1	1	1	4º
desagregação e pulverulência	3	2	2	12	2º

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na simulação do Quadro 7 resultou com o maior valor obtido pela multiplicação dos parâmetros indicando que o problema patológico a ser tratado com mais urgência foi as fissuras, em seguida às eflorescências e desagregação e pulverulência, manchamentos e vesícula.

Também foi aplicado o método FMEA de processo. A aplicação do método é realizado através do preenchimento do formulário com os dados obtidos no local de estudo, onde posteriormente foi realizado uma análise das falhas, dos modos de falhas e os efeitos dessas falhas sobre o processo. O Quadro 8 apresenta os itens de pontuação do método FMEA.

Quadro 8 - Aplicação do FMEA

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações

Fonte: Adaptado Toledo e Amaral (2006).

Na aplicação do FMEA, o processo de atribuição da pontuação consiste na falha encontrada, nos sintomas ou modos de falha e no efeito da falha.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Identificação das manifestações patológicas

A partir das visitas realizadas à residência para levantamento de dados, através de registros fotográficos obtidos com a utilização de câmara fotográfica e inspeção visual, para realização do estudo, foram identificadas varias manifestações patológicas que foram utilizadas como base de dados da edificação em estudo.

Após a inspeção realizada na edificação apresentou-se os principais resultados obtidos, dentre os problemas patológicos encontrados evidencia-se fissuras, descascamento de pintura, eflorescências, perda de aderência dos revestimentos, manchas, fungos, bolor, deslocamento de revestimento cerâmicos, infiltrações, manchas de umidade, irregularidades nas instalações elétricas e degradação de viga de concreto. Todos os registros e análises foram efetuados pelo autor. A seguir, serão explicados sobre cada manifestação encontrada na edificação em estudo.

6.1.1 Manchas, bolor e mofo

Durante a vistoria constatou-se a presença de bolor nas paredes, já em estado avançado, com manchas bem escurecidas. A existência de umidade, infiltrações e fungos está ligada diretamente ao surgimento do bolor, geralmente as paredes que apresentam essas manifestações patológicas estão submetidas a algum tipo de infiltração.

Nascimento (2020) cita que o surgimento de bolor ocorrer devido á umidade, deposição de sujidades provenientes de partículas atmosféricas, agentes físico-químicos, colonizações biológicas, entre outros. “O bolor ou mofo é a manifestação de um tipo de microvegetais, os fungos.” (VERÇOSA, 1991, p. 32).

O mofo é uma alteração de fácil percepção na superfície de vários materiais, resultante do desenvolvimento de micro-organismos pertencentes ao grupo dos fungos. Já o desenvolvimento de bolor nas edificações está relacionado à presença de água decorrente de infiltrações, condensação do vapor de água, umidade de obra, umidade proveniente do solo e umidade proveniente de vazamentos (YAZIGI, 2009). Na Figura 9 a seguir mostra esse tipo de manifestação patológica.

Figura 9 - Manchas e bolor

Fonte: Acervo do Autor (2021)

Observa-se de acordo com a Figura 9 que em muros e fachadas essa manifestação patológica já tomou grandes proporções dos revestimentos externos e já se estende para a parte coberta, caso não seja tratado a tendência é se espalhar comprometendo toda a parede.

Nos ambientes internos da residência também foi observada a presença de manchas esverdeadas e escurecidas, aparecendo com predominância no pé da parede progredindo para a parte superior. Na Figura 10 é possível observar com mais clareza.

Figura 10 - Manchas e bolor

Fonte: Acervo do Autor (2021)

Na figura 10 é possível ver que esse tipo de manifestação patológica também já se encontra bem avançada na parte interna da residência, como é visto na Figura 11 a seguir.

Figura 11 - Manchas e bolor



Fonte- Acervo do Autor (2021)

. Esse tipo de manifestação patológica se não tratada prejudica tanto a saúde dos usuários quanto a estética da residência e consequentemente sua desvalorização.

Foi constatada a presença de mofo no madeiramento do telhado, como é mostrado na figura 12 que o mofo encontra-se em todos os componentes da trama de madeira. A cor do mofo depende da espécie da madeira atacada por fungos, podendo ser da cor da substância química resultante (VERÇOSA, 1991).

Figura 12 - Mofo no madeiramento do telhado



Fonte: Acervo do Autor (2021)

O mofo pode ser combatido com diversas composições. Verçosa (1991) comenta que a melhor forma de combate aos fungos e mofo é removendo as condições para sua sobrevivência, que são umidade acima de 75% e temperatura entre 10 e 35°C. Para isso uma boa ventilação e impermeabilização do local.

6.1.2 Fissuras

Outro tipo de manifestação patológica encontrada foram as fissuras, que são classificadas por Sahade (2005) quanto a sua forma como geométricas (isoladas) ou mapeada e quanto a sua atividade classificam-se como ativas ou passiva.

No geral a alvenaria acaba fissurando devido a esforços de tração e cisalhamento que ela é induzida, tendo em vista que as alvenarias tem uma certa resistência aos esforços de compressão recebidos. Caporrino (2018) afirma que as alvenarias correspondem bem aos esforços de compressão, porém o inverso para cisalhamento e flexão.

Quando a resistência à tração do bloco que compõe a alvenaria é inferior ou igual à resistência à tração da argamassa de assentamento, as fissuras desenvolvem-se através da argamassa e bloco verticalmente (CAPORRINO, 2018). Na Figura 13 é configurada a presença de fissuras verticais em trecho contínuo de alvenaria de muro externo, que pode ser causada pela ausência de juntas de movimentação ou por movimentação térmica.

Figura 13- Fissuras verticais



Fonte: Acervo do Autor (2021)

Com relação a incidência de aberturas nas edificações Thomaz (1989) destaca que as principais causas de fissuras são por movimentações térmicas provocadas por variações

térmicas e de umidade (higrotérmica), atuação de sobrecarga ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva das estruturas, recalque diferenciais das fundações, retração dos produtos á base de ligantes hidráulicos e alterações químicas nos materiais constituintes.

As fissuras geométricas acompanham o formato dos componentes da base. As verticais ou horizontais podem ocorrer devido à retração higrotérmica dos componentes ou na interface da base constituída por diferentes elementos (NASCIMENTO, 2020).

As fissuras geométricas podem ser evitadas com a correta execução de encunhamento entre alvenaria e estrutura, execução de juntas de movimentação, telas nas fachadas, entre outros procedimentos. Observa-se esse tipo de fissuras na Figura 14.

Figura 14 - Fissura Horizontal



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Para Caporrino (2018) a configuração das fissurações podem variar de acordo com o esquema estrutural e a disposição das alvenarias, sendo que as fissuras horizontais nas alvenarias podem ser provenientes de dilatação e retração diferenciadas entre os diferentes componentes.

Outro tipo de fissura que foram observadas durante a vistoria foram as que se configuram como mapeadas observando-se na Figura 15, onde esse tipo de fissura distribuem-se pela superfície do revestimento podendo ocorrer o descolamento em placas e uma fácil desagregação, tendo como possível causa a retração da argamassa de base.

Figura 15 - Fissura mapeada.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

As fissuras apresentam-se em forma mapeada, sendo característico da retração das argamassas por excesso de finos no traço, sejam estes finos de aglomerantes, agregados ou excesso de desempenamento (SAHADE, 2005).

Na laje de forro também foi observado à existência de fissuras longitudinais e a presença de infiltrações. Thomaz (1989) menciona sobre as fissuras longitudinais provocadas por movimentações térmicas em lajes de forro mistas de vigotas pré-moldadas, onde essas fissuras ocorrem nas regiões de encontro entre os elementos citados. Mesmo a laje tendo a proteção do telhado, sofre ações causadas pela radiação solar.

Figura 16 - Fissuras em laje de forro.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Pela ocorrência de dilatação e contração térmica na laje, propicia-se para o aparecimento de fissuras como é mostrado na Figura 16.

Nas esquadrias notou-se a presença de fissuras nos cantos das esquadrias, que podem ocorrer pela ausência de vergas e contra vergas como é visto na Figura 17 a seguir. As fissuras podem ocorrer devido à sobrecarga, como paredes de alvenarias descontinuas com a presença de vãos, que são submetidos a carregamentos excessivos.

Figura 17 - Fissuras inclinadas em vão de portas e janelas.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Lima *et al.* (2020), explicam que as vergas e contra vergas devem sempre existir nas edificações, esse elemento tem como função combater a tensão concentrada que existe na base, isso evita que caso ocorra trincas, elas não afetem o revestimento.

O mesmo autor recomenda executar um traspasse de 1/5 para vergas e contravergas com relação ao vão da janela, para janelas de grande largura recomenda-se que esses elementos sejam contínuos (verga e contraverga) e para portas e janelas com grandes dimensões recomenda-se dimensionar como viga.

6.1.3 Degradação de viga de concreto

Outra manifestação patológica encontrada foi rachadura e rompimento da viga de fundação. Lima *et al.* (2020) comentam sobre as fundações superficiais sendo aquelas onde as cargas são transmitidas ao solo pelas tensões sob a base da fundação.

Lima *et al.* (2020) fazem ressalva sobre o desempenho das fundações que também dependem dos possíveis problemas patológicos que essa estrutura possa sofrer. A essas

manifestações patológicas que a fundação pode sofrer, podem ser citados os recalques causados pelo solo e sofrido pela estrutura.

Outro fator causador de manifestações patológicas em fundações é citado Milititsky (2008) que comenta da influência das raízes de vegetação com a degradação de fundações, sendo que essas raízes extraem a umidade do solo, modificando seu teor de umidade, em solos argilosos essas variações de umidade provocam mudanças volumétricas causando movimentos de fundações.

O mesmo autor menciona que esses movimentos das fundações podem ser cíclicos, sendo que em base sazonal causam recalques progressivos, provocando um déficit de umidade ou causa sua expansão quando a árvore é removida. Esse processo pode resultar em um movimento vertical no sentido de levantar a fundação (SANTOS, 2014). Essa manifestação patológica evidencia-se na Figura 18.

Figura 18 - Rompimento em viga de concreto.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Em conversa com o proprietário da residência, o mesmo comunicou que uma árvore se desenvolveu nesse local e que suas raízes possam ter influenciado no desenvolvimento dessa manifestação patológica.

6.1.4 Manchas de umidade

No processo de vistoria foi observada a presença de infiltração na laje do corredor de acesso aos quartos e suíte, essas manchas são decorrentes de infiltrações.

Verçosa (1991) cita que as infiltrações em lajes de cobertura ocorrem na maioria das vezes quando não é feita a impermeabilização ou quando ocorrem falhas no processo. Dessa forma havendo falhas no telhado e ocorrendo o acesso da água na laje não impermeabilizada ou com impermeabilização deficiente podem provocar problemas no revestimento, nas armaduras principalmente se houver fissuras no concreto. Na figura 19 seguir apresenta-se a presença de manchas de umidade no revestimento da laje de cobertura.

Figura 19 - Manchas de umidade.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

As infiltrações podem ocorrer de diversas formas em uma edificação, podendo ser oriundas de intempéries, condensação, percolação e umidade ascendente.

Já na Figura 20, observa-se a ocorrência de infiltração pelo topo da parede danificando o revestimento e contribuindo para o desenvolvimento das manifestações patológicas oriundas da umidade.

Figura 20 - Manchas de umidade no topo da parede.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

É necessário que seja feita a vedação entre o telhado e a parede a colocação de rufos, beirais e platibandas. Em panos de cobertura que terminem junto às paredes verticais ou ponto de emendas executado de forma incorreta, pode provocar a ocorrência de infiltração pelo topo da parede, a chuva também pode infiltrar pelo telhado caso apresente algum problema ou descontinuidade das telhas.

Na Figura 21 observou-se grande incidência de umidade e infiltração no pé da parede interna, provocando o descolamento, fissuras e empolamento da pintura.

Figura 21 - Manchas de umidade e fissuras.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Devido à presença de infiltrações nesses pontos ocorre o descolamento, fissuração e manchas de umidade aparente nos revestimentos como mostram as figuras 21 e 22.

Figura 22 - Manchas de umidade e fissuras.



Fonte:- Acervo do Autor (2021).

As manchas de umidade, fissuras e o descolamento da pintura próximo à janela encontram-se bem evidente causando um aspecto desagradável a o revestimento.

6.1.5 Deslocamento de revestimento cerâmico

Na vistoria também foi constatado manifestações patológicas em alguns pontos nos revestimentos do piso, como deslocamento e quebra dos revestimentos cerâmicos em vários pontos da residência. Observou-se que o revestimento cerâmico não são do mesmo tipo, variando de tamanho e cor em cada ambiente da residência.

O deslocamento cerâmico é caracterizado por irregularidades nas camadas que compõe o substrato, causando pouca aderência da base. As principais causas desse tipo de manifestação patológica são resultantes de problemas executivos, projeto inadequado omitindo às variáveis e materiais ideais a serem utilizados, às variações climáticas às quais o revestimento está submetido causando oscilações de temperatura (NASCIMENTO, 2020). O problema citado pode ser observado na Figura 23 a seguir.

Figura 23 - Deslocamento cerâmico.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Conforme esclarecido por Lima *et al.* (2020), o descolamento é quando a peça cerâmica fica descolada do revestimento, mas não chega a cair, estando ainda no local. Quando o revestimento cerâmico já caiu, a manifestação patológica recebe o nome de deslocamento do piso. Podem ser causadas pela perda de aderência entre as camadas, quando feito assentamento do revestimento em base inadequada. Essa não aderência pode ser gerada pelo não rompimento dos cordões de argamassa.

Além do deslocamento no revestimento, observou-se também a presença de irregularidade no rejunte, tendo em vista que rejuntas deteriorados facilitam as infiltrações, contribuindo com a proliferação de fungos no rejunte. O processo de umidificação e secagem dos revestimentos assim como a ação do clima e movimentações durante sua vida útil geram desgaste, causando a falha nos rejuntas (NASCIMENTO, 2020).

Quando o rejunte não é aplicado corretamente, especificado ou usado de forma incorreta, vários problemas podem ocorrer, como infiltrações, baixa resistência mecânica, descolamento ou deslocamento por conta de camada de rejunte muito espessa, entre outros fatores. A presença de manchas escurecidas em rejunte é evidenciada na Figura 24.

Figura 24 - Manchas escurecidas em rejunte.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

No rejuntamento de revestimentos cerâmicos pode ocorrer a presença de fungos que podem se proliferar na argamassa de rejunte, isso pode ocorrer devido à utilização de argamassas porosas resistentes a micro-organismos.

Fiorito (2009) fala sobre a necessidade das juntas de assentamento para uma boa penetração do material de rejuntamento, tendo em vista as frestas entre as peças dos revestimentos cerâmicos que permitem a penetração de águas sujas de lavagem dos pisos, anulando a característica de higiene cabível aos revestimentos cerâmicos.

A NBR 14992 (ABNT, 2005) classifica os rejuntas em dois tipos, o tipo 1 e o tipo 2, onde o tipo 1 não é adequado para placas cerâmicas a base de cimento portland, que exceda 3% de absorção de água e áreas com maior fluxo de pessoa, sendo restrita para ambientes externos. A tipo 2 atende aos requisitos da tipo 1 e possui capacidade de suportar mais a umidade.

6.1.6 Descolamento da pintura

Em alguns ambientes da residência foi observado descolamento ou pulverulência da pintura com perda da aderência e excamação da película, essas manifestações patológicas apresentam efeitos que na sua maioria causam um desconforto visual e comprometimento da estética da edificação.

Para prevenir a edificação da ocorrência de problemas na pintura deve-se realizar procedimentos necessários precocemente, antes de realizar a pintura. Yazigi (2009) comenta que toda a superfície a ser pintada deva estar limpa, isenta de poeira, gordura ou qualquer impureza, e completamente seca para receber a pintura.

A principal causa da curta durabilidade da película de tinta é a má qualidade da primeira demão, de fundo, ou a negligência em providenciar uma boa base para a tinta (YAZIGI, 2009). Dessa forma a Figura 25 a seguir apresenta o descolamento e fissuras na pintura da parede, onde as películas já se soltam com facilidade.

Figura 25 - Descolamento da pintura.



Fonte:- Acervo do Autor (2021).

A pintura das paredes da Figura 25 encontram-se descolando, essa manifestação, geralmente acontece quando durante a execução do serviço são utilizadas tintas de baixa qualidade ou quando não se atende ao seu processo de preparação, ou pela falha nas condições adequadas do substrato que vai receber a tinta.

As tintas são classificadas basicamente em duas categorias quanto a sua composição, sendo à base de óleo ou solvente e à base de água. De acordo com Verçosa (1991) é justamente pelo erro na escolha de tintas e materiais da pintura a principal causa de manifestações patológicas em pinturas. A ocorrência de umidade na superfície a ser pintada também pode causar problema na pintura, provocando o isolamento da tinta impedindo sua aderência à parede no caso de tintas insolúvel em água, se solúvel pode ocorrer manchas. Se a película da tinta for impermeável a água fica retida pressionando a pintura formando bolhas e sucessivamente descolamento.

Figura 26 - Descolamento e fissuras.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Algumas manifestações nas pinturas podem aparecer devido à presença de extrema umidade no ambiente. Foram verificadas infiltrações nas paredes externas ao banheiro, apresentando uma considerável incidência de empolamento, fissuras e descascamento da pintura. Yazigi (2009) comenta sobre infiltrações, como a penetração de forma indesejável de águas nas construções.

Outra causa comum desses defeitos em pintura é o preparo inadequado da base, pois cada tipo de tinta possui uma composição particular, e devido a isso requer um cuidado apropriado do substrato, uma boa preparação resultará em uma boa aderência da tinta ao substrato (VERÇOSA, 1991). A Figura 27 a seguir mostra o descolamento em placa da pintura que em alguns pontos essas placas de tinta carregam parte do reboco.

Figura 27 - Descolamento de pintura.



Fonte; Acervo do Autor (2021).

De acordo com a Figura 27, pela umidade está concentrada mais na base da parede Righi (2009) informa que, mesmo a parede sendo de divisa com o banheiro, se não houver tubulação na mesma, a umidade existente pode ser decorrente de ausência ou falha na impermeabilização das vigas baldrame, acarretando na degradação do revestimento.

Na Figura 28 a seguir, constatou-se o descolamento da pintura na laje de forro, e uma considerável incidência de infiltrações.

Figura 28 -Descolamento de pintura.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

De acordo com Caporrino (2018) pode ocorrer empolamento da pintura e as partes internas dessas bolhas sendo branca com incidência de umidade no seu interior, podendo ser causada por aplicação prematura de tintas impermeável.

6.1.7 Eflorescência

Durante a vistoria foi constatado a presença de manchas brancas em alguns pontos como em revestimentos e telha cerâmicas configurando a presença de eflorescência. Lima *et al.* (2020) citam que a eflorescência é formada pela lixiviação que é o processo de dissolução e remoção dos componentes hidratados do cimento (íons cálcio), causadas pelo contato da estrutura de concreto ou materiais que contenham base cimentícias com a água que pode conter partículas de cloretos e sulfatos.

Caporrino (2018) discorre que para sua ocorrência é necessário à existência de dois fatores simultâneos como umidade e sais, e como providência a sua prevenção é fundamental evitar a saturação dos materiais empregados e utilização de materiais adequados que irão compor os elementos da alvenaria, com teor mínimo de sais solúveis. Na Figura 29 é possível observar a presença de eflorescência nos revestimentos das paredes.

Figura 29 - Eflorescência em revestimento.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

Na maioria dos casos de eflorescência não ocorrem problemas maiores do que o mau aspecto resultante da superfície do material, mas há casos em que o sal formado pode levar a problemas como decolamento dos revestimentos ou pintura, desagregação das paredes e até queda de elementos construtivos (VERÇOSA, 1991).

Além de revestimentos outro local onde apresentou a presença de eflorescência foi nas telhas cerâmicas, sendo que as telhas apresentam-se com aspecto esbranquiçado com o acúmulo de pó branco em sua superfície, essas características podem ser observadas na Figura 30 a seguir.

Figura 30 - Eflorescência em telha cerâmica.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

6.1.8 Irregularidades nas instalações elétricas

Outra desconformidade encontrada durante a vistoria foi a presença de interruptores quebrados e com aspecto de desgaste, também foi observado pontos de tomadas com fiação exposta, sem proteção, causando um desconforto estético e funcional.

Figura 31 - Interruptores danificados e ponto de tomada com fiação exposta.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

A Figura 31 mostra as placas de espelho de interruptores que encontram-se danificadas e soltas. É importante realizar manutenções na parte elétrica, evitando problemas mais graves, entre os principais perigos estão os incêndios, curto-circuito e choques elétricos.

No teto foram identificados pontos de luz com fiação aparente, onde foi feita a remoção da luminária ficando apenas os fios e a caixa de luz sem nenhuma proteção.

Figura 32 - Pontos de luz danificados com fiação exposta.



Fonte: Acervo do Autor (2021)

No quadro de distribuição também apresentou irregularidades, sendo que o mesmo aparenta ser bem antigo, não possuindo identificação dos circuitos, dificultando caso tenha a necessidade de desligar algum circuito específico. A figura 33 mostra o estado de conservação do quadro de distribuição da residência.

Figura 33 - Quadro de distribuição irregular.



Fonte: Acervo do Autor (2021).

É necessário a identificação de cada circuito e seus respectivos disjuntores colocar etiquetas adesivas para facilitar o processo de intervenção.

6.2 Aplicação do método GUT

Foram classificadas as manifestações patológicas identificadas na edificação de acordo com as variáveis do método GUT. A ordem de priorização obtida pela aplicação desse método expressa a análise de cada manifestação patológica e seu grau de risco.

O Quadro 9 apresenta a aplicação do método GUT para as manifestações patológicas encontradas, além dos valores adotados a cada parâmetro, bem como a pontuação final para cada priorização.

Quadro 9 - de aplicação do método GUT.

Manifestação	Descrição	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT	Criticidade
Manchas, mofo e bolor	Manchas escuras no revestimento	3	3	3	27	Regular
Fissuras	Fissuras em lajes, alvenaria e pintura	4	3	3	36	Regular
Degradação de viga de concreto	Rachaduras e quebra da viga de concreto	5	5	3	75	Crítico
Descolamento de pintura	Descascamento da pintura em forma de cascas	3	2	3	18	Regular
Eflorescência	Manchas brancas no revestimento de parede em telhas cerâmicas	3	2	2	12	Mínimo
Deslocamento de revestimento cerâmico	Deslocamento do revestimento do piso	2	1	2	4	Mínimo
Irregularidades nas instalações elétricas	Problemas em pontos de luz, toadas e quadro de distribuição	3	2	3	18	Regular
Infiltração e manchas de umidade	Infiltração e manchas de umidade em lajes, alvenaria e revestimentos	5	5	3	75	Crítico

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Para realização da matriz GUT foram utilizados valores de 1 a 5, variando individualmente para cada manifestação patológica analisada, sendo que o produto dos pesos de sua Gravidade, Urgência e Tendência resultarão em seu grau de risco, definindo a priorização de manutenção para cada manifestação patológica.

A tabela traz a lista de priorizações obtida através da aplicação do método GUT. De acordo com a tabela, a aplicação de correção às manifestações patológicas encontradas na edificação em estudo deve ser priorizadas as que obtiveram maiores índices de risco.

Tabela 4 - Ordem de priorização de reparos pelo método GUT.

Categoria	Priorização
Degradação de viga de concreto	1°
Infiltrações, manchas de umidade	2°
Fissuras	3°
Mofa e bolor	4°
Irregularidade nas instalações elétricas	5°
Descolamento de pintura	6°
Eflorescência	7°
Descolamento de revestimento cerâmico	8°

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

6.3 Aplicação do método FMEA

Para aplicação da numeração a cada variável do FMEA foi utilizado valores variando de 1 a 10 para Ocorrência, Gravidade e detecção, sendo que dependerá das características de cada manifestação patológica, avaliando suas chances de ocorrência baseada nas causas da falha, a gravidade foi avaliada com base no efeito da falha, quanto mais grave maior a nota, já a detecção foi baseada no modo de falha, quanto mais difícil à detecção do modo de falha maior é a nota.

Quadro 10 – Aplicação do FMEA nas priorizações.

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
1	Degradação de viga de concreto	Rachaduras e quebra da viga de concreto.	Expansão progressiva de raiz de vegetação (MILITITSKY, 2008)	10	10	2	200	1º	Reforçar a viga recolocando novas armaduras e reconcretagem (LIMA <i>et al.</i> , 2020).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 11 - Aplicação do FMEA nas priorizações.

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
2	Manchas de umidade	Lajes e revestimentos com manchas de umidade	Infiltrações Ausência ou falha na impermeabilização de áreas molhadas, cobertura e revestimentos. Infiltração por umidade na cobertura	10	9	2	180	2º	Corrigir possíveis locais de infiltrações.

Fonte; Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 12 - Aplicação do FMEA nas priorizações.

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
3	Fissuras	Fissuras na alvenaria, nos revestimentos e laje de forro.	Ausência de juntas de dilatação no muro; ausência de verga e contraverga em esquadrias; retração da argamassa em revestimentos;	8	6	3	144	3º	Remoção e reparo de revestimento. Refazer verga e contraverga (CAPORRINO, 2018). Em laje com pouca solicitação colmatar fissuras com nata de cimento e aditivo. Alta solicitação

			retração térmica da laje.							aplicar novo revestimento adesivo base epóxi (LIMA <i>et al.</i> , 2020).
--	--	--	---------------------------	--	--	--	--	--	--	---

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 13 - Aplicação do FMEA nas priorizações

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
4	Manchas, mofo e bolor	Pintura do revestimento de muros e paredes com manchas escuras	Infiltrações e agentes causadores de biodegradação, porosidade elevada (GOMIDE; FLORA, 2018).	5	8	3	120	4º	É recomendável refazer o reboco em toda a área atingida. Reparos na causa da infiltração.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 14 - Aplicação do FMEA nas priorizações

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
5	Irregularidade nas instalações elétricas	Componentes elétricos danificados e com fiação exposta	Ausência de manutenção nos equipamentos elétricos.	5	6	3	90	5º	Solicitar a visita de um profissional habilitado para resolver o problema

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 15- Aplicação do FMEA nas priorizações.

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
6	Descolamento de pintura	Desprendimento de pedaços de tinta em formato de cascas.	Aplicação de pintura sobre base mal preparada. em superfície com sujidade, muito lisas, porosas, ou base úmida (GOMIDE; FLORA, 2018).	7	3	3	63	6º	Remoção de todo revestimento afetado e refazê-lo (CAPORRINO, 2018).

Fonte; Elaborado pelo Autor (2021)

Quadro 16 - Aplicação do FMEA nas priorizações.

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
7	Eflorescência	Formação de manchas brancas na superfície de revestimentos e telhas cerâmicas	Infiltrações Presença de umidade e sais. Porosidade dos materiais. Ausência de impermeabilização (LIMA <i>et al.</i> , 2020).	5	2	4	40	7º	Remoção de umidade e renovação do revestimento (CAPORRINO, 2018).

Fonte; Elaborado pelo Autor (2021).

Quadro 17 - Aplicação do FMEA nas priorizações

Item	Manifestações patológicas							Priorização	Ações preventivas
	Modos	Efeitos	Possíveis causas	O	G	D	R		Recomendações
8	Descolamento de revestimento cerâmico	Desprendimento dos revestimentos cerâmicos do piso	Não rompimento dos cordões de argamassa. Umidade ascensional do terreno.	4	2	4	32	8º	Sanar os problemas Causadores dessa manifestação patológica, como umidade e vazamentos. Remover revestimento cerâmico comprometido, limpar bem a superfície e reasentá-lo.

Fonte; Elaborado pelo Autor (2021)

Na tabela 5 contém a ordem de priorização de reparos obtida pela aplicação do método FMEA, na Tabela 5 possui uma ordem de oito priorizações.

Tabela 5 - Ordem de priorização de reparo pelo método FMEA.

Categoria	OGD	Priorização
Degradação de viga de concreto	200	1º
Infiltrações e manchas de umidade	180	2º
Fissuras	144	3º
Mofo e bolor	120	4º
Irregularidade nas instalações elétricas	90	5º
Descolamento de pintura	63	6º
Eflorescência	40	7º
Descolamento de revestimento cerâmico	32	8º

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A partir da aplicação dos dois métodos, GUT e FMEA realizou-se a comparação dos resultados das prioridades obtidas pela aplicação de ambos os métodos, como descrito no item seguinte.

6.4 Comparação dos resultados alcançados pelo método GUT e FMEA

A ordem de priorização das manifestações patológicas foi a mesma tanto para o método GUT quanto para o FMEA. Mesmo sendo métodos diferentes a análise vai depender muito de quem está realizando. O item Gravidade no método GUT considera a intensidade que as manifestações patológicas podem causar se não atuar sobre elas, para os casos prioritários foi utilizada pontuação (3, 4 e 5) sendo 3 grave, 4 muito grave e 5 extremamente grave. Outro item foi o de Urgência, considerando o tempo de eclosão dos danos indesejáveis caso não haja uma intervenção. Numa escala de 1 a 5 adotou-se pontuação de 3 a 5, onde 3 é grave, 4 é muito grave e 5 extremamente grave. Adotou-se para o item Urgência 5 para degradação em viga de concreto, 5 para manchas e 3 para fissuras. O último item é a Tendência e está relacionado ao desenvolvimento da manifestação patológica caso não ocorra uma ação de reparo, adotou-se pontuação 3 para os três casos mais prioritários, sendo que essa pontuação significa que as prioridades permanecerão ou vão piorar em médio prazo.

No método do FMEA o fator que mais contribuiu para a ordem de priorização foi a Ocorrência e Gravidade, sendo que a degradação da viga de concreto obteve pontuação de 10 para Ocorrência e 10 para Gravidade, para manchas de umidades tiveram pontuação 10 para Ocorrência e 9 para Gravidade, já as fissuras tiveram pontuação 8 para Ocorrência e 6 para Gravidade. Sendo os índices do FMEA Ocorrência, Gravidade e Detecção, com pontuação de 1 a 10.

No índice Ocorrência adotou-se pontuação 10 para degradação da viga de concreto e manchas de umidade, e 8 para fissuras, o índice Gravidade com pontuação 10 para degradação de viga de concreto, 9 para infiltração e manchas e 6 para fissuras, de 9 a 10 significa colapso do processo e de 4 a 6 significa degradação progressiva. Já para o índice Detecção foi adotado pontuação de 2 a 3, significando alta probabilidade de detecção, onde ações corretivas devem ser tomadas.

A residência teve como principais prioridades degradação da viga de concreto, manchas de umidade e fissuras. Essas três manifestações patológicas foram prioritárias pela maior incidência e maiores agravos nos componentes da edificação.

Tendo como priorização esses três tipos de manifestações patológicas, vale ressaltar sobre a degradação da viga de concreto que rompeu em vários pontos da mesma, por ter sido realizado apenas uma inspeção visual, não é possível afirmar o que causou ao certo o rompimento da viga tornando-a um ponto crítico na edificação, mas é provável que não tenha sido calculada para receber uma sobrecarga não prevista, armadura insuficiente ou ter sofrido recalque devido a presença de vegetação como relatado pelo proprietário da residência.

A residência apresenta grande incidência de pontos com infiltrações, sendo esses pontos lajes, alvenaria e revestimentos, sendo que esse é um dos principais problemas de comprometimento de uma edificação. Os efeitos da ação da água pode comprometer a estabilidade e habitabilidade de uma edificação, podendo ser destacado a variação dimensional de elementos construtivos e materiais, resultante da variação de umidade, causando fissuras, proliferação de micro-organismos, manchas e eflorescências, deterioração dos revestimentos, oxidação de metais e desencadeamento de processos químicos (CAPORRINO, 2018).

Em relação às fissuras, a residência também apresenta uma grande incidência de pontos fissurados, podendo citar lajes, vigas, alvenarias, revestimentos e piso. Dessa forma é importante comentar de acordo com Lima *et al.* (2020) que em termos de aceitação pelos critérios da norma NBR 6118 (ABNT, 2014), que não há problemas se as aberturas sejam mais espessas do que o permitido para a classe de agressividade II e III (0,3 mm) e IV (0,2), no entanto é importante ressaltar que as aberturas são porta de entrada para agentes agressivos do concreto armado, comprometendo sua durabilidade.

7 CONCLUSÕES

No desenvolvimento do estudo foi possível identificar as principais manifestações patológicas presentes na edificação do estudo de caso em questão, foi determinada a ordem de prioridade para a resolução das manifestações patológicas, a partir da aplicação do método GUT e FMEA.

Na edificação foram constatadas oito tipos de manifestações patológicas sendo elas: Degradação de viga de concreto, infiltrações e manchas de umidade, fissuras, mofo e bolor, irregularidade nas instalações elétricas, descolamento de pintura, eflorescências e descolamento de revestimento cerâmico.

Após o estudo concluiu-se que a edificação necessita de manutenção para manter sua durabilidade, a partir das visitas que serviram de estudo de caso e análise dos resultados. Foi observado que os sistemas construtivos não recebiam as devidas manutenções preventivas e corretivas. As ferramentas de priorizações GUT e FMEA puderam ser aplicadas como medidas facilitadoras do planejamento das atividades de manutenções, com base nos resultados das priorizações.

Concluiu-se como visto na comparação dos resultados entre o método GUT e FMEA que a ordem de priorização para a resolução das manifestações patológicas encontradas foram as mesmas para os dois métodos aplicado. Mesmo sendo métodos diferentes, a definição de pontuação para cada índice segue o mesmo raciocínio.

Sendo o propósito apenas identificar as manifestações patológicas e dar a ordem de priorização para solucioná-las é recomendável o método GUT por ser um método de simples aplicação, já o FMEA é um método que precisa de maiores análises do histórico da edificação, apresentando suas possíveis causas e recomendações como medidas terapêuticas.

REFERÊNCIAS

- APOLINO, P. BERTULINO, T.; LINS, A. Inspeção predial: estudo de caso em uma habitação unifamiliar. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 1. 2017. **Anais eletrônicos** [...] Recife: 2017. p. 1 - 11. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/CONPAR/article/view/618>. Acesso em: 23 agosto. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14992**: Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR: 16747**: Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologias e procedimentos. Rio de Janeiro, 2020.
- ANDRADE, D.F. **Gestão de serviços**. Belo Horizonte: Poisson, 2017. 251 p.
- BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: patologia, reabilitação, prevenção. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 414 p.
- BEZERRA, J. E. A. **Um estudo da manutenção predial na gestão terceirizada dos condomínios com base na TPM**. 2000, 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- BIGOLIN, M.; PACHECO, L. S.; SILVA FILHO, L. C. P. Inspeção Predial e Norma de Desempenho: Agentes Intervenientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 56., 2014. **Anais eletrônicos** [...] Rio Grande do Norte: IBRACON, 2014. P. 1-12. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284029813> Inspecao predial e norma de desempenho agentes intervenientes. Acesso em 10 mar 2020.
- BRAGA, I. C.; BRANDÃO, F. S.; RIBEIRO, F.R.C.; DIÓGENES, A. G. Aplicação da matriz GUT na Análise de Manifestações patológicas em construções históricas. **Revista**

ALCONPAT, v. 9, n. 3, p. 320-335, jun. 2020. Disponível em: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/400>. Acesso em 16 out. 2020.

BURIN, E. M. *et al.* **Vistorias na Construção Civil: conceitos e métodos**. São Paulo: Pini, 2009. 167 p.

CAMPOS, P.E.F. Norma de desempenho de edificações: uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil. **Revista IBRACON**, 3, p. 48-52, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/RevistaConcretoIBRACON70-NormalizacaoTcnica1.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CAPORRINO, C. F. **Patologia em Alvenaria**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2018. 96 p.

CARBONI, I. F. **Avaliação de qualidade e controle de defeitos de um software para registro eletrônico de dados clínicos da Universidade de Genética do Instituto da Criança da Faculdade de Medicina na Universidade de São Paulo**. 2019. 174 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Hidráulicas e Projeto de Arquitetura**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 89 p.

CONSOLI, O. J. **Análise da Durabilidade dos Componentes de Fachadas de Edifícios, sob a Ótica do Projeto Arquitetônico**. 2006, 208 p. Dissertação (Mestrado em Desempenho de Sistemas Construtivos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88380/239904.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=OSMAR%20JO%C3%83O%20CONSOLI,AN%C3%81LISE%20DA%20DURABILIDADE%20DOS%20COMPONENTES%20DAS%20FACHADAS%20DE%20EDIF%C3%84CIOS%2C%20SOB,Universidade%20Federal%20de%20Santa%20Catarina>. Acesso em 10 ago. 2020.

FERREIRA, J. A.A. **Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios**. 2010. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf>. Acesso em: 13 maio 2020.

FIORITO, A. J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos. Estudos e procedimentos de execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2010. 232 p.

FRANÇA, A. A.V.; *et al.* Patologia das Construções: uma especialidade na engenharia civil. **Revista Técnica**, São Paulo, v. 19, n.174, p.72-77, 2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set-2>. Acesso em: 16 nov. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOMIDE, T.L.F.; FAGUNDES NETO, J.C.P.; GULLO, M. A. **Normas Técnicas para Engenharia Diagnóstica em Edificações**. São Paulo: Pini, 2009. 248 p.

GOMIDE, T. L. F. **Diretrizes Técnicas do Instituto de Engenharia**. São Paulo. 2014. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2014/10/27/diretrizes-tecnicas-do-instituto-de-engenharia/>. Acesso em: 9 mar. 2020.

GOMIDE, T. L.F.; FLORA, S.M.D. **Manual de Engenharia Diagnóstica: desempenho, manifestações patológicas e perícias na construção civil**. São Paulo: Leud, 2018. 217 p.

GOMIDE, T. L. F. *et al.* **Inspeção predial total**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 166 p.

GULLO, M. A. A. **Difusão da Engenharia Diagnóstica Pelo Mundo e a Importância em Nosso País**. 2017. 3 p. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot7714.pdf>. Acesso em: 11 de agosto de 2020.

HELENE, P. **A nova NB 1/2003 (NBR 6118) e a Vida Útil das Estruturas de Concreto**. São Paulo: IBRACON. 2014. 43p. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/185.pdf>. Acesso em 13 mar. 2020.

HELMAN, H. ANDERY, P. R. P. **Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA – FTA): TQC - gestão pela qualidade total**. Belo Horizonte: Qfco, 1995. 156 p.

HERANI, T. S. A. G. **Patologias e tratamentos estruturais no metrô de São Paulo**. 2012. 59 p. Pós- graduação (Especialização em Construção Civil) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/221/THAIS%20DA%20SILVA%20AMBROSIO%20GARCIA%20HERANI1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 14 mar. 2020.

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE). **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2012.

KLEIN, L. K.; CORREIO, M. S. T. Avaliação da Gestão da Qualidade de Obras Prediais: contribuições práticas a partir de um estudo de caso. **Revista Gestão da produção, operações e sistemas**. v. 14, n. 4, p. 238 - 258, abr. 2019.

LEITE, J. H. C. **Análise de Manifestações Patológicas em Edifícios Históricos no Município de Governador DIX- SEPT Rosado - RN**. 2019. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2997/2/JOS%c3%89HCL_MONO.pdf. Acesso em 15 out. 2020.

LIMA, N. M. *et al.* Patologia das Estruturas de Concreto Armado. *In*: SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. N. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020. p. 77- 115

LOURENÇO FILHO, H. **Análise e Proposições de Prazos de Garantia e Planos de Manutenção para Elementos Convencionais de Edificações Residenciais no Distrito Federal**. 2009. 110 p. Dissertação (Mestrado em estrutura e construção civil) - Universidade de Brasília, Distrito Federal. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4017/1/2009_HamiltonLourencoFilho.pdf. Acesso em set. 2020.

MARTINS, N. *et al.* Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: método GUT. **Revista de engenharia e pesquisa aplicada**. v. 2, n. 3, p. 139-148, 2017.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**: 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 256 p.

MITIDIARI FILHO, C. V. Qualidade e Desempenho na Construção Civil. In: ISIAS, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciências e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. V1. p. 37-74.

MOURA, C. **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): manual de referência**. 2000. p. 40. Disponível em: <http://www.estgv.ipv.pt/paginaspessoais/amario/Unidades%20Curriculares/Inova%C3%A7%C3%A3o/Textos%20apoio/FMEA.pdf>. Acesso em 5 março de 2021.

NASCIMENTO, M. L. M.; PIRES, A. S.; RIBEIRO, A. P. A. Inspeção Diagnóstica. In: SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020. p. 233 - 255.

NASCIMENTO, M. L. M. Patologia em Alvenaria. In: SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020. p. 119 - 146.

NASCIMENTO, M. L. M. P. Patologia em Revestimentos Argamassados e Cerâmicos. In: SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020. p. 147 - 181.

PERIARD, Gustavo. **Matriz GUT**: guia completo. 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em 8 mar. 2020.

PUJADAS, F. Z. A. *et al.* **Inspeção Predial**: a saúde dos edifícios. 2. ed. São Paulo. 2015. p. 28. Disponível em: <http://ibape-sp.org.br/estudos-cartilhas.php>. Acesso em: 12 de fev. de 2020.

PUJADAS, F. Z. A. **Inspeção Predial**. Foz do Iguaçu, 2014, 33 p. Disponível em: <http://www.ibape-nacional.com.br/email-marketing/boletim72/inspecaopredial-flaviapujadas.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

RIBEIRO, G. G. S. **Inspeção Predial Dentro dos Prazos de Garantia Legal**: edificações verticais de múltiplos pavimentos. 2015. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/68>. Acesso em: 27 maio 2020.

SAHADE, R.F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. 2005, 169 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: planejamento e tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: https://www.ipt.br/pos_graduacao_ipt/solucoes/dissertacoes/294-

[avaliacao de sistemas de recuperacao de fissuras em alvenaria de vedacao.htm](#). Acesso em: 8 nov. 2020.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Arvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. 2001. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80128>. Acesso em: 16 mar. 2021.

SANTOS, G.V. S. **Patologia Devido ao Recalque Diferencial em Fundação**. 2014. 111 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Tecnologias e Ciências Sociais Aplicada do Centro Universitário de Brasília, Distrito Federal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6389/1/21113271.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

SENA, G. O. Conceitos Iniciais. *In*: SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. **Patologias das construções**. Salvador: 2B, 2020. p.15-37

SILVA, A. B. **Aplicação de método integrado de ferramentas de gestão da qualidade FMEA e FTA na detecção e controle de patologias prediais**. 2015. 122 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012996.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021

SILVA, A. F. F. **Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes**. 2009. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/28857113-Previsao-da-vida-util-de-revestimentos-de-pedra-natural-de-paredes.html>. Acesso em 13 ago. 2020

SILVA, A. H.C. **Aplicação da metodologia FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) para realização de análise de falhas em um sistema de pontes de embarque de um aeroporto**. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27. 2007. **Anais eletrônicos** [...] Foz do Iguaçu: 2007. p.1-10. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_TR570432_0566.pdf. Acesso em 18 mar. 2021.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de concreto**. São Paulo: Pini, 2009. 257 p.

SOTILLE, M. 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: 6 de Abril de 2021.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifício: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989. 194 p.

TOLEDO, J C; AMARAL, D. C. **FMEA- Análise do Tipo e Efeito de Falha**. 2006. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/wp-content/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

TUTIKIAN, B.; PACHECO.; M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**, 2013. Disponível em: http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf. Acesso em: 12 de março de 2020.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Sagra,1991. 173 p.

VERZOLA, S. *et al.* **Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE AMBIENTE CONSTRUÍDO. 15. 2014. Anais eletrônicos [...] Maceió. 2014. p.1226-1235. Disponível em: <http://periciasflorianopolis.blogspot.com/2017/08/artigo-cientifico-publicado-no-xv-entac.html>. Acesso em 27 abr. 2021.

VERVLOET, S. **Análise de indicadores para execução de inspeção predial regular obrigatória e diretrizes para o corpo técnico**. 2016. 156 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/9511>. Acesso em: 7 abr. 2020.

VIEIRA, F.N. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das Cidades**. 2015. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli1450.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini: Sinduscon, 2009. 769 p.