

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
DELMIRO GOUVEIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SILVIA KARLLA LOPES VITOR

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM MONUMENTO
HISTÓRICO NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA-AL UTILIZANDO A
FERRAMENTA GUT E O MAPA DE DANOS**

Delmiro Gouveia - AL

2023

SILVIA KARLLA LOPES VITOR

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM MONUMENTO
HISTÓRICO NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA-AL UTILIZANDO A
FERRAMENTA GUT E O MAPA DE DANOS**

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

Orientador: Prof. MSc. Alexandre Nascimento de Lima.

Co-orientadora: Eng.^a Katarina Beatriz dos Santos Souza.

Delmiro Gouveia - AL

2023

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

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

V845a Vitor, Silvia Karlla Lopes

Análise de manifestações patológicas em um monumento histórico no município de Arapiraca – AL utilizando a ferramenta GUT e o mapa de danos / Silvia Karlla Lopes Vitor. - 2023.

75 f. : il.

Orientação: Alexandre Nascimento de Lima.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Manifestações patológicas. 3. Mapa de danos. 4. Ferramenta GUT. 5. Igreja de São Sebastião. 6. Arapiraca - Alagoas. I. Lima, Alexandre Nascimento de. II. Título.

CDU: 624.012.45

Folha de Aprovação


SILVIA KARLLA LOPES VITOR

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM MONUMENTO HISTÓRICO NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA-AL UTILIZANDO A FERRAMENTA GUT E O MAPA DE DANOS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 19 de maio de 2023.




(Orientador – Msc. Alexandre Nascimento de Lima, UFAL)

Documento assinado digitalmente
 KATARINA BEATRIZ DOS SANTOS SOUZA
Data: 26/05/2023 18:46:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Co-Orientadora – Eng. Esp. Katarina Beatriz dos Santos Souza, UFAL/IPOG)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 LEANDRO MARINHO DAMASCENO
Data: 25/05/2023 11:58:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Examinador Externo – Eng. Leandro Marinho Damasceno)



(Examinador Interno – Msc. Wendell José Soares dos Santos, UFAL)

Com profunda gratidão, dedico este trabalho
a Deus, que me mostrou o caminho mesmo
nos momentos mais sombrios, dando-me a
coragem e a motivação para continuar
lutando por meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Minha maior gratidão é à Deus, pois sem ele nada sou, em sua infinita bondade me fez acreditar que sou capaz, me faz forte, abençoada, iluminada e nunca me deixa desistir dos meus sonhos.

Agradeço aos meus pais, mas em especial à minha mãe Cícera Maria, que fez tudo ao seu alcance, para me dar o melhor. Ela sempre cuidou da sua “tesoura”, como costuma me chamar, ajudando-me a me tornar a mulher que sou hoje.

Sou grata ao meu esposo, Thiago Figueiredo, por todo o apoio e compreensão que sempre me deu. Ele é meu maior incentivador e motivador, me faz seguir firme diariamente, compartilhando e participando de todos os meus planos e sonhos.

Também sou grata a minha família e à família do meu esposo, que estiveram comigo em toda trajetória, apoiando-me e elogiando cada sacrifício que fiz. Mas em especial, sou grata ao meu irmão Danylo, que está comigo sempre, que me faz ser amada e me deixa executar a missão da irmã mais velha.

Quero agradecer ao PET Engenharias, por todo acolhimento e ensinamentos que recebi, tornando a minha graduação uma experiência diferente e por ter somado tanto na minha vida. O PET foi meu exemplo de superação na graduação, me provou que sou capaz de muito mais do que pensava.

Agradeço aos meus amigos de turma, que juntos conseguimos superar e cumprir a missão. Em especial agradeço a minha amiga Vitória Medeiros, que foi minha companheira diária e ao meu amigo Hildegard Jr. que é meu monitor universal e sempre me ensinou muito com toda paciência.

Agradeço também a todos os meus professores, por compartilhar tamanha sabedoria e poder me fazer ser uma profissional melhor. Em especial, quero agradecer ao professor MSc. Alexandre Nascimento, por ter aceitado ser meu orientador de TCC e por ter me ajudado tanto nessa reta final. Agradeço também ao professor Dr. Alverlando Ricardo, que além de seus conhecimentos, foi meu psicólogo nas horas de desespero e um *Coaching* motivacional. Também agradeço ao professor Dr. Antonio Netto, que sempre foi uma fonte de inspiração profissional e acreditou em mim, que eu podia ser Petiana, quando desacreditei.

Gostaria de agradecer à Engenheira Katarina Beatriz, que foi fonte de inspiração para o desenvolvimento do meu TCC e aceitou o convite de ser minha coorientadora.

Por fim, não poderia deixar de agradecer aos meus amigos fora da universidade, em especial aos amigos de bike, de corrida e as minhas amigas do café, que me fizeram ser otimista e diziam que era apenas uma fase e logo eu passaria por ela. E eles estavam certos, eu fui capaz! Hoje sou grata por não ter desistido, por não ter baixado a cabeça e por ter vencido uma jornada que dará início a novos sonhos e objetivos. Obrigada, Deus!

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz,
e seus planos serão bem-sucedidos.”

Provérbios 16:3

RESUMO

O mundo contemporâneo passa por constantes transformações nos meios de transporte, tecnologia e construção civil, incluindo novos empreendimentos e manutenção de edifícios existentes. A falta de manutenção preventiva pode levar a problemas patológicos variados, tornando necessário realizar inspeções detalhadas *in loco* para diagnosticar o estado de conservação das estruturas. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo das manifestações patológicas presentes na Igreja de São Sebastião, localizada na cidade de Arapiraca - AL. Construída em 1904 como agradecimento pelo fim de uma epidemia, a igreja apresentou diversos problemas que foram identificados por meio de metodologias como ensaios de percussão, fissurômetro, variação de temperatura com câmera térmica e uma inspeção visual detalhada, seguindo o boletim de Lichtenstein (1986). A partir dessas metodologias, foi possível aplicar o Mapa de Danos para identificar as áreas afetadas pelas manifestações patológicas, e a ferramenta GUT foi utilizada para determinar a ordem de prioridade de cada problema encontrado. Entre as manifestações patológicas identificadas, destacam-se mofo, problemas de umidade, fissuras, trincas, rachaduras e descascamento de revestimento, possivelmente causados pela falta de impermeabilização e sobrecargas. O resultado da matriz GUT apontou que as rachaduras foram a manifestação patológica com maior índice sendo classificada como grau 1°. Isso evidencia a importância de se dar atenção e cuidados imediatos para evitar problemas futuros na edificação.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; inspeção visual; mapa de danos; ferramenta GUT.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the pathological manifestations present in the Church of São Sebastião, located in the city of Arapiraca - AL. Built in 1904 as a thanksgiving for the end of an epidemic, the church presented several problems that were identified through methodologies such as percussion tests, crack meters, thermal imaging, and a detailed visual inspection, following the Lichtenstein bulletin (1986). Using these methodologies, it was possible to apply the Damage Map to identify the areas affected by the manifestations, and the GUT tool was used to determine the priority order of each problem found. Among the identified pathologies, mold, moisture problems, fissures, cracks, and peeling of the coating were highlighted, possibly caused by lack of waterproofing and overloads. The GUT matrix result indicated that cracks were the pathological manifestation with the highest index and were classified as grade 1°. This highlights the importance of giving immediate attention and care to avoid future problems in the building.

Keywords: Pathological manifestations; visual inspection; damage map; GUT tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Muralha da China	22
Figura 2 - Umidade por capilaridade.....	27
Figura 3 - Umidade acidental	27
Figura 4 - Umidade por intempéries.....	28
Figura 5 - Umidade por condensação.....	28
Figura 6 - Umidade por Infiltração.....	29
Figura 7 - Umidade de construção.....	29
Figura 8 - Exemplo de manchas por umidade	30
Figura 9 - Parede com presença de mofo.	31
Figura 10 - Eflorescência.....	31
Figura 11 - Fissura.....	32
Figura 12 - Trinca.....	33
Figura 13 - Rachadura	33
Figura 14 - Descolamento de uma placa de revestimento cerâmico.	34
Figura 15 - Descascamento da pintura	34
Figura 16 - Desagregação.....	35
Figura 17 - Ciclo PDCA	40
Figura 18 - Exemplo da aspersão de fenolftaleína na face fraturada do corpo de prova	42
Figura 19 - Câmara térmica.....	42
Figura 20 - Fissurômetro	43
Figura 21 - Ensaio de percussão	44
Figura 22 - Etapas metodológicas	45
Figura 23 - Igreja de São Sebastião: a) em 1905 e b) em 2023.....	46
Figura 24 - Mapa do estado de Alagoas com demarcação da cidade de Arapiraca.	46
Figura 25 - Localização da Igreja.....	47

Figura 26 - Planta baixa.....	48
Figura 27 Ensaio de variação térmica	50
Figura 28 - Análise de fissuras com o fissurômetro.....	51
Figura 29 - Análise de percussão.....	51
Figura 30 - Umidade por capilaridade na parte externa da varanda.....	54
Figura 31 - Umidade por condensação no salão sacramental.....	54
Figura 32 - Infiltração: a) no forro de PVC; b) no piso decorrente da pingueira.....	55
Figura 33 - Análise da variação de temperatura: a) Parede inspecionada; b) Imagem captura pela câmera térmica “testo 868”.....	55
Figura 34 - Manchas por umidade: a) na sala; b) fachada posterior.....	56
Figura 35 - Presença de mofo, bolor e bolhas na pintura.....	57
Figura 36 - Inspeção com o fissurômetro: a) fissuras; b) trincas; c) rachaduras.....	58
Figura 37 - Ensaio de percussão em piso cerâmico.....	59
Figura 38 - Revestimento: a) descascamento da pintura e desagregação; b) ensaio de percussão	60
Figura 39 - Esquadria de madeira da edificação	61
Figura 40 - Mapa de danos da fachada principal.....	62
Figura 41 - Mapa de danos do corte longitudinal.....	63
Figura 42 - Mapa de danos do corte transversal.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação quanto a espessura de abertura	32
Tabela 2 Lista de Verificação	50
Tabela 3 Matriz GUT.....	65
Tabela 4 Ordem de prioridade de acordo com a ferramenta GUT	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Distribuição relativa de manifestações patológicas em estruturas de concreto.....	23
Gráfico 2 Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso	24
Gráfico 3 Lei de Sitter, 1984	36
Gráfico 4 Ordem de priorização de acordo com a Tabela 4	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CF – Constituição Federal.

FGV – Fundação Getúlio Vargas.

g – Grama.

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência.

IBAP – Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IP – Inspeção Predial.

ml – mililitro.

mm – Milímetro.

NBR – Normas Brasileiras.

PDCA – Planejar (Plan), Executar (Do), Controlar (Check), Agir (Act).

PIB – Produto Interno Bruto.

VUP – Vida Útil de Projeto.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Classificações das causas dos processos e deterioração do concreto.....	25
Quadro 2 Requisitos mínimos dos usuários	37
Quadro 3 Metodologias de avaliação para a situação da edificação segundo o IBAPE/ SP...37	
Quadro 4 Metodologias de avaliação para a situação da edificação.	38
Quadro 5 Parâmetros da ferramenta GUT.....	39
Quadro 6 Critérios de pontuação.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Objetivo geral.....	19
1.2	Objetivos específicos.....	19
1.3	Estrutura do trabalho.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Evolução da Construção Civil	21
2.2	Patologias das Construções	23
2.2.1	Sintomas.....	23
2.2.2	Mecanismos	24
2.2.3	Origens.....	24
2.2.4	Causas	25
2.3	Manifestações patológicas	25
2.3.1	Umidade.....	26
2.3.2	Manchas por umidade	30
2.3.3	Bolor ou mofo.....	30
2.3.4	Eflorescência.....	31
2.3.5	Fissuras, trincas e rachaduras.....	31
2.3.6	Descolamento do revestimento	33
2.3.7	Descascamento da pintura	34
2.3.8	Desagregação	35
2.4	Manutenção	35
2.5	Inspeção predial	36
2.6	Mapa de danos	38
2.7	Ferramenta GUT	39
2.8	Ensaio para análises das manifestações patológicas	41
2.8.1	Ensaio de carbonatação.....	41
2.8.2	Ensaio de análise térmica.....	42
2.8.3	Ensaio de fissuras, trincas e rachaduras	43
2.8.4	Ensaio de percussão	43
3	METODOLOGIA.....	45
3.1	Caracterização do estudo de caso.....	45
3.1.1	Local	46

3.2	Boletim técnico de Lichtenstein	48
3.3	Ensaio utilizado	49
3.3.1	Materiais utilizados.....	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	Manifestações patológicas	53
4.1.1	Boletim de Lichtenstein.....	53
4.2	Mapa de Danos	61
4.2.1	Fachada Principal.....	62
4.2.2	Corte longitudinal.....	63
4.2.3	Corte transversal.....	64
4.3	Matriz GUT	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	68
6	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo apresenta transformações constantes em seus meios de transporte, tecnológico e de comunicação, assim como na construção civil, a qual vem se desenvolvendo diariamente, tanto na execução de novos empreendimentos, como na manutenção e reparos de edifícios já existentes.

Conforme sabe-se, para manter um bom desempenho e uma boa performance, uma edificação necessita de manutenções preventivas a fim de se reduzir possíveis danos ao imóvel. De acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994) manutenção preventiva é tida pela manutenção efetuada em intervalos pré-definidos, com o intuito de reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item. Sendo assim, a falta dessas manutenções acarreta problemas patológicos, que variam de acordo com o seu nível de gravidade.

Para Bertolini (2010) a inspeção é necessária objetivando diagnosticar o estado de conservação das estruturas, além de verificar a sua estabilidade e segurança. Entretanto, é necessário que sejam feitas vistorias *in loco* para recolhimento de informações suficientes através de equipamentos e coletas de dados com o maior número de detalhamento possível para chegar a um resultado mais preciso.

As manifestações patológicas são recorrentes nas edificações; dependendo do seu grau de inspeção podem apresentar problemas relativamente simples ou drásticos como, por exemplo, o desabamento de um imóvel. É comum o aparecimento dessas anomalias em qualquer fase da construção, principalmente em casas e prédios com materiais de baixa qualidade, em edifícios com execução em desconformidade com as normas, assim como nas construções mais antigas, que necessitam de uma atenção especial, pois muitas delas foram construídas há décadas e nem sempre recebem a devida manutenção.

Visando o que foi supracitado, este trabalho aborda um estudo de caso com análise de manifestações patológicas em um monumento histórico na cidade de Arapiraca/AL, através da inspeção predial e registros fotográficos, contendo a classificação dos graus de prioridades de intervenção por intermédio da matriz de gravidade, urgência e tendência (GUT) em conjunto com o mapa de danos.

O grande diferencial do método GUT é a simplicidade de utilização e a possibilidade de atribuir valores para cada caso real de maneira objetiva, quantificando os problemas encontrados e tornando viável a priorização das ações preventivas ou corretivas para a solução do problema em estudo (PERIARD, 2011). Além disso, um dos documentos de extrema

importância para a avaliação do estado de conservação do patrimônio cultural construído é o mapa de danos, que tem como objetivo apresentar de forma clara e precisa as informações relacionadas às anomalias identificadas nessas construções, bem como as ações corretivas propostas para cada uma delas (SILVIA, 2022).

1.1 Objetivo geral

Realizar uma análise na igreja de São Sebastião, através de registros fotográficos e de inspeção predial, com o intuito de adquirir dados suficientes para aplicação da ferramenta GUT e do mapa de danos contribuindo na realização do estudo das manifestações patológicas presentes em um monumento histórico na cidade de Arapiraca/AL.

1.2 Objetivos específicos

- Utilizar ensaios que facilitam a identificação dos mecanismos de ocorrência das manifestações patológicas.
- Apresentar por meio de um mapa de danos a localização das patologias identificadas no imóvel;
- Identificar e definir a gravidade das manifestações patológicas utilizando a Matriz de Gravidade Urgência e Tendência (GUT);

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é dividido em 5 capítulos, que são resumidamente descritos da seguinte maneira:

- Capítulo 1- Trata-se de uma breve introdução sobre o tema estudado, juntamente com o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.
- Capítulo 2 - Apresentação da fundamentação teórica com enfoque nos tipos de manifestações patológicas e suas características.
- Capítulo 3 - Abordagem das características do objeto de estudo e os tipos de ensaios realizados durante o processo metodológico.
- Capítulo 4 - Apresentação e argumentos dos resultados obtidos a partir dos ensaios realizados.

- Capítulo 5 - Refere-se as conclusões finais do trabalho, juntamente com algumas sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema estudado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordada a evolução da Construção Civil, as patologias das construções, manifestações patológicas, inspeção predial e sobre a teoria dos métodos aplicado no trabalho, dos quais trata-se da Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e o Mapa de Danos.

2.1 Evolução da Construção Civil

A construção civil tem suas origens na pré-história, quando as pessoas buscavam abrigo em cavernas para se proteger dos animais. Com o progresso da civilização, surgiu a necessidade de proteção contra ameaças humanas, levando ao desenvolvimento de muralhas como medida defensiva. Os egípcios, por sua vez, foram uma fonte de inspiração para a arquitetura futura. (JOFEGE, 2021).

Na idade média, a construção se fez presente na criação de castelos e igrejas. O Brasil teve seus primeiros registros de construção em 1684, após o manuscrito “Declarações de Obras”, feito por Frei Bernardo de São Bento (PACHECO JR., 2020).

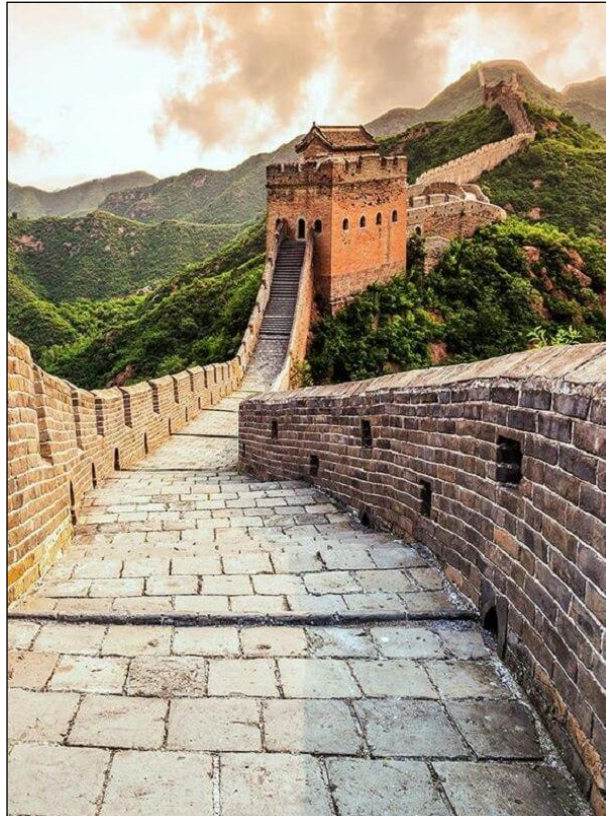
Com o passar dos anos e com a necessidade de melhores condições básicas para a humanidade, ter uma moradia é considerado um direito social segundo a Constituição Federal de 1988 - CF (Brasil, 1988), art. 6º. Contudo, o poder de escolha pelo melhor abrigo está relacionado diretamente com a classe social. Em uma pesquisa da Globo News em outubro de 2022, devido ao enfrentamento da pandemia de Covid-19 cerca de 38.605 pessoas foram morar na rua totalizando aproximadamente 213.371 pessoas sem moradia (LUDER, 2022). A real situação, chega ser contraditório ao que desrespeita a CF 1988. Em contrapartida, o portal FGV apresenta que, em 2022, o Produto Interno Bruto (PIB) teve um aumento de 0,8% durante esse período, destacando a construção civil com cenário de crescimento muito positivo (CASTELO, 2022).

O crescimento da engenharia civil também se dá pela constante evolução dos métodos construtivos. De acordo com Lourenço e Branco (2012), a madeira, por ser um recurso natural amplamente disponível, foi um dos primeiros materiais utilizados pela humanidade. Desde os primórdios, a madeira foi empregada para proteção contra as intempéries e na construção de moradias e embarcações. Os autores também destacam que a madeira era frequentemente usada

isoladamente ou em combinação com outros materiais, como palha e barro, assim como acontece com a alvenaria e do concreto, os quais são utilizados em larga escala atualmente.

Na época colonial, era muito utilizado a taipa de pilão, o pau-a-pique, e o adobe (técnica da terra crua), presentes em monumentos que estão de pé até hoje, como a muralha da China (Figura 1), construída em 220 a.C. um dos monumentos mais antigos do mundo (TAGLIANI 2017).

Figura 1 - Muralha da China



Fonte: Nathalia Inson (2022).

Nas cidades históricas do Brasil existem igrejas e pontes em excelente estado de conservação. Souza (2013) destaca que as argamassas utilizadas para assentar as pedras dessas obras eram aditivadas com óleo de baleia, óleo de oliva e óleo de linhaça, com a finalidade de atuar como plastificante e secante, tornando as estruturas menos permeáveis.

Logo, é notável que o ser humano sempre arranja meios de construir em seu entorno, sempre buscando aperfeiçoamento. Mesmo assim, as edificações têm apresentado muitos problemas e isso implica na necessidade de um estudo das possíveis causas, com o intuito de se evitar gastos com reparos e prolongar a vida útil de uma estrutura, presando pela qualidade da construção a fim de se evitar problemas futuros (SOUZA, 2020).

2.2 Patologias das Construções

França et al. (2011), relatam que patologia é uma palavra de origem grega, onde *Phatos* significa doença/sufrimento e *Logos* significa estudos. Portanto, se refere ao estudo das causas e origens das anomalias que surgem nas edificações durante o período de sua vida útil.

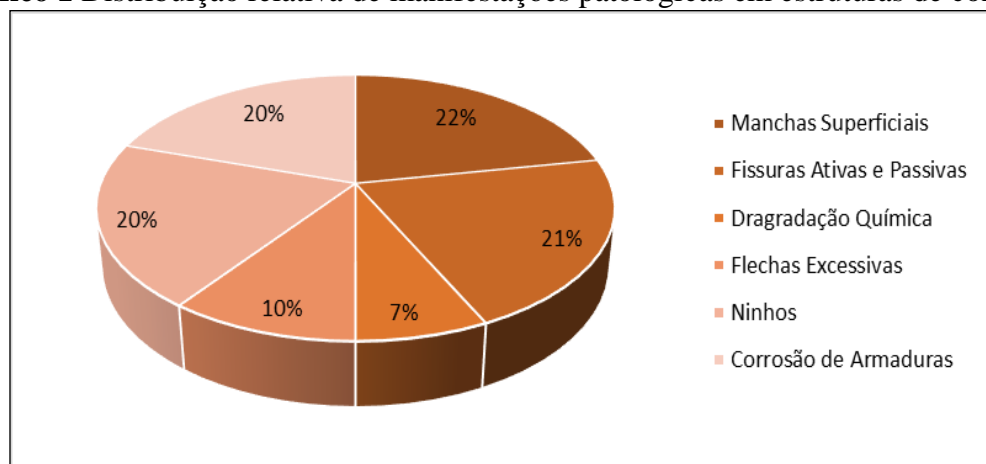
Conforme Tutikian & Pacheco (2013), as manifestações patológicas surgem mediante as falhas ocorridas durante as etapas do processo construtivo. Seu diagnóstico é dado através de inspeção visual, e, quando necessário, são realizados ensaios específicos e análise dos projetos, para auxiliar na conclusão da investigação.

Helene (1992) considera patologia o entendimento de uma fração da engenharia que examina os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens das anomalias da construção civil, tendo como possíveis soluções para esse problema um estudo à terapia, que nada mais é do que o tratamento de uma doença.

2.2.1 Sintomas

Os sintomas, também chamados de lesões, são os aparecimentos iniciais de patologias nas edificações. Os mais comuns e de maior incidência nas estruturas de concreto são as fissuras, as eflorescências, as flechas excessivas, as manchas no concreto aparente, a corrosão de armaduras e a segregação dos materiais constituintes do concreto (ninhos), como apresentado no Gráfico 1 (HELENE, 1992).

Gráfico 1 Distribuição relativa de manifestações patológicas em estruturas de concreto



Fonte: Adaptado de Helene (1992).

2.2.2 Mecanismos

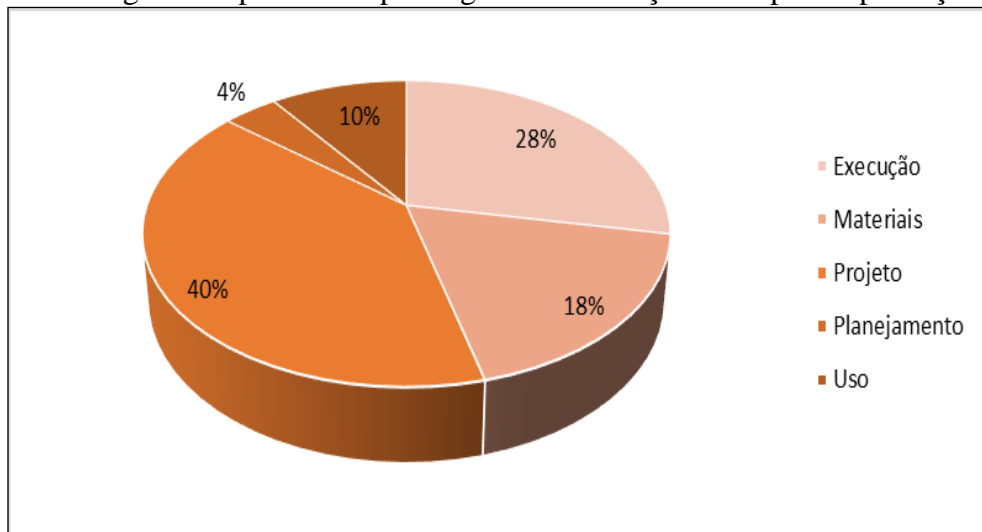
Tutikian (2013) retrata a importância de mecanismos adequados para as soluções que originam os surgimentos de manifestações patológicas na edificação. Helene (1992) também contempla da mesma ideia e ressalta que conhecer o mecanismo do problema é fundamental para uma terapia adequada.

O vício de construção, denominado também de mecanismo, é o processo que leva ao problema, como é o caso das corrosões de armadura no concreto armado, que, devido à natureza eletroquímica e a existência de agentes agressivos no ambiente ou no próprio concreto, faz com que a corrosão ocorra de maneira mais acelerada. Assim, conhecendo esse processo, é possível definir qual a terapia mais indicada a fim de sanar ou minimizar a degradação existente (HELENE, 1992).

2.2.3 Origens

O processo construtivo divide-se em cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais, componentes fora do canteiro e a execução (Gráfico 2). Porém, é somente durante a última etapa que os problemas tendem a surgir, mas, em muitos diagnósticos as principais falhas são originadas na fase de projeto (HELENE, 1992). O autor frisa que identificar a origem do problema em uma obra é de suma importância, e torna-se auxílio para fins judiciais.

Gráfico 2 Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso



Fonte: Adaptado de Grunau (1981) apud Helene (1992).

2.2.4 Causas

A maior parte das causas patológicas nas edificações está relacionada à ação de agressores externos que penetram nos elementos construtivos por meio de poros e fissuras existentes (FUSCO, 2012).

As causas de problemas patológicos podem se dar por inúmeros agentes causadores, como cargas, variações de umidade, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas ao concreto, agentes biológicos e vários outros (HELENE, 1992).

Como um todo, manifestações patológicas surgem devido às causas naturais, falhas na mão de obra ou por falhas na qualidade de serviços ou materiais (SILVA, 2019). Isso pode ser analisado mediante apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 Classificações das causas dos processos e deterioração do concreto

Causa dos processos de deterioração das estruturas	
Causas intrínsecas (Inerentes às estruturas)	Falhas humanas
	Causas naturais próprias ao material concreto
Causas extrínsecas (externas ao corpo estrutural)	Ações externas

Fonte: Adaptado, Souza & Ripper (1998).

2.3 Manifestações patológicas

Em muitos casos, há certa falta de compreensão quando se fala em patologia na construção civil. Na verdade, refere-se frequentemente às manifestações patológicas, que são as formas pelas quais a degradação se manifesta na estrutura, podendo ser identificadas por meio de análises ou evidências visíveis de danos já causados por doenças ou agentes agressores. (SILVA, 2011).

Nesse contexto, Silva (2011) ressalta que, em termos técnicos adequados, uma manifestação patológica é o resultado de um mecanismo de degradação, e a patologia é uma ciência composta por um conjunto de teorias que explicam os mecanismos e causas das ocorrências de determinadas manifestações patológicas na construção civil.

As manifestações patológicas são também conhecidas como lesões e falhas. As mais frequentes são as ocorridas em estruturas de concreto, como, por exemplo: umidade, manchas, bolor ou mofo, eflorescência, fissuras, segregação dos materiais, entre outros (HELENE, 1992).

2.3.1 Umidade

A umidade é uma das maiores causadoras de doenças em uma construção; através de sua presença, é comum o surgimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991). Grossi (2023) compartilha da mesma ideia, e afirmam que a umidade é um problema que pode possuir inúmeras causas. Além disso, ela é bastante recorrente nas edificações, o que dificulta muito para chegar na melhor solução.

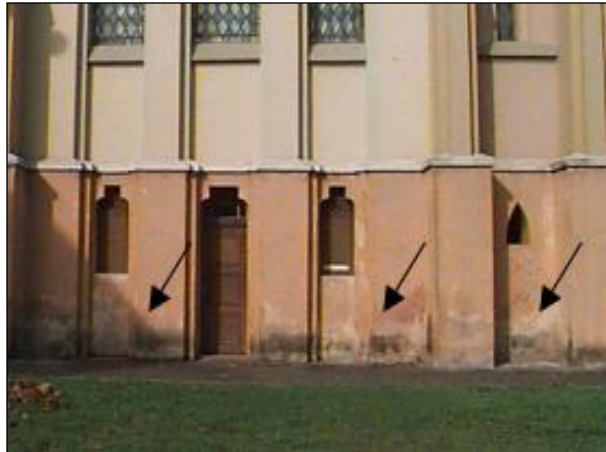
Maia et al (2018) cita que os problemas ocasionados por infiltração podem se manifestar em diversos elementos da edificação, tendo maior frequência nas paredes, nos pisos, nas fachadas, e nas estruturas de concreto. Em consonância com isso, ele complementa que, em uma edificação, os principais tipos de manifestações referentes a umidades são: a umidade ascensional, de obra, acidental, decorrente de intempéries, por condensação e por infiltração. Cechinel et al (2009) ressalta que, além desses, é recorrente também a umidade de construção. Para melhor entendimento, será explicado cada um dos tipos mencionado.

2.3.1.1 Umidade ascensional

A umidade ascensional, também conhecida como capilaridade, ocorre através de uma combinação de forças de adesão e coesão, ocasionando o fenômeno da ascensão da água do solo nas paredes da edificação (MAIA, 2018).

Esse tipo de umidade ocorre quando os materiais entram em contato direto com o solo e são penetrados por capilaridade através das vigas baldrame e fundações. A presença de infiltração pode ser identificada em diferentes alturas, dependendo das condições de umidade do solo, da interconectividade e do tamanho dos poros dos materiais de construção. De acordo com Bonafé, 2021, essas alturas geralmente variam entre 0,75 e 1,00 metro. A Figura 2 ilustra a presença dessa condição.

Figura 2 - Umidade por capilaridade



Fonte: Lersh (2003).

2.3.1.2 Umidade acidental

Nesta situação a umidade é originada por falta de execução correta das tubulações como águas pluviais, esgoto e hidráulica, ou pela negligência de manutenção, ocasionando vazamentos e água parada, gerando as infiltrações (LERSCH, 2003), conforme a Figura 3 .

Figura 3 - Umidade acidental



Fonte: Foganholo Junior (2019).

2.3.1.3 Umidade decorrente de intempéries

O intemperismo refere-se à ação do clima sobre as edificações, com a combinação dos vários agentes climáticos ou ambientais ao longo do tempo causando a degradação de componentes e materiais nas obras (LERSCH, 2003). Pode-se citar como exemplo, a infiltração

decorrente de uma má impermeabilização em um edifício, sendo penetrada por água da chuva diretamente pela fachada e/ou cobertura do imóvel, como mostra a Figura 4 .

Figura 4 - Umidade por intempéries



Fonte: Divizia (2017).

2.3.1.4 Umidade de condensação

A condensação ocorre quando há superfícies com baixa temperatura, em que o encontro do ar com a alta umidade causa precipitação. Sua anomalia é identificada através do surgimento de manchas com aspectos irregulares que podem ser acompanhadas de bolor (LERSCH, 2003). (Figura 5).

Figura 5 - Umidade por condensação



Fonte: Antihumedades (2022).

2.3.1.5 Umidade por infiltração

Lersch (2003) define que a infiltração é a junção da absorção e penetração da água da chuva com ações do vento na edificação. Souza (2020) frisa que existe a penetração direta de água no interior do imóvel através das paredes, devido uma impermeabilização defeituosa. Isso

pode ocorrer quando a umidade atravessa da parte externa para a interna através de trincas e pela capacidade de absorção do material (Figura 6).

Figura 6 - Umidade por Infiltração

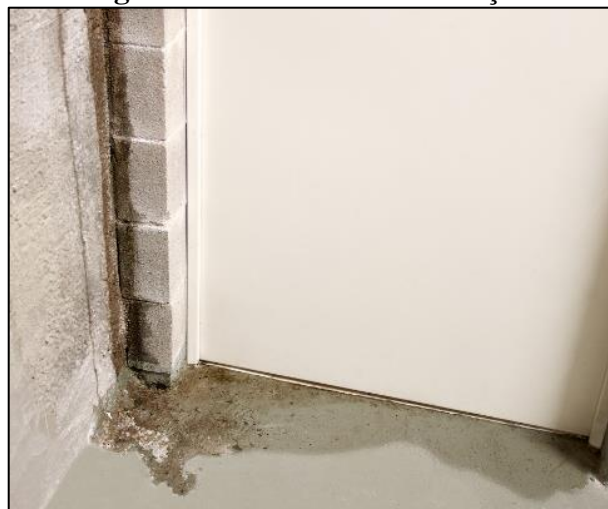


Fonte: Neves (2020).

2.3.1.6 Umidade de construção

A umidade de construção desrespeita a quantidade de umidade presente em uma edificação ao final da execução da obra, no qual, com o tempo, ela vai desaparecendo gradualmente (LERSCH, 2003). Além disso, é a umidade ocasionada devido à higroscopicidade, que é a capacidade de absorver a umidade do ar dos materiais (SOUZA, 2020), conforme visto na Figura 7.

Figura 7 - Umidade de construção.



Fonte: Gazabin (2022).

Nota-se que os diferentes tipos de umidade têm características e reações semelhantes, sendo necessário a análise de um profissional para que consiga solucionar e evitar tais doenças da maneira mais efetiva. Como supracitado, essas patologias desencadeiam outras anomalias no qual será detalhado a seguir.

2.3.2 Manchas por umidade

As manchas são provenientes de águas acumuladas na superfície que não encontram saídas para seu escoamento. Na maior parte dos casos esse tipo de doença é intenso e permanente, levando a edificação a um processo de deterioração mais rápido e impulsionando em sua desvalorização de mercado (VERÇOSA, 1991), conforme visto na Figura 8

Figura 8 - Exemplo de manchas por umidade



Fonte: Impertan (2022).

2.3.3 Bolor ou mofo

Verçosa (1991) define bolor ou mofo como a manifestação de um tipo de micro vegetais, que são os fungos. Os fungos se desenvolvem através de condições climáticas devido a presença de umidade e temperatura.

Granato (2002) diz que o bolor é desencadeado pela absorção ou presença de umidade nas tintas, em função das resinas e aditivos da formulação, como os plastificantes, que são propícios para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, principalmente em ambientes com pouca ventilação e iluminação.

Na Figura 9 é possível observar como o mofo aparece na parede.

Figura 9 - Parede com presença de mofo.



Fonte: Rogado (2023).

2.3.4 Eflorescência

A eflorescência é decorrente de sais minerais, principalmente sais de cálcio, de sódio, de potássio, de magnésio ou de ferro, que estão presentes nas superfícies dos materiais, influenciando para que ocorra lesões através da umidade de intempéries e infiltrações, como descolamento dos revestimentos ou pinturas, desagregação das paredes e, em alguns casos, a queda de elementos construtivos (VERÇOSA, 1991), conforme visto na Figura 10 .

Figura 10 - Eflorescência.



Fonte: Shutterstock (2019).

2.3.5 Fissuras, trincas e rachaduras

Oliveira (2012) define fissuras, trincas e brechas como manifestações patológicas presentes nas edificações, sendo geralmente causadas pela tensão dos materiais presentes em

alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos e outros. A sua diferenciação é dada de acordo com espessura de sua abertura, como mostra o Tabela 1.

Tabela 1 Classificação quanto a espessura de abertura

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 até 1,5
Rachadura	De 1,5 até 5
Fenda	De 5 até 10
Brecha	Acima de 10

Fonte: Adaptada, Oliveira (2012).

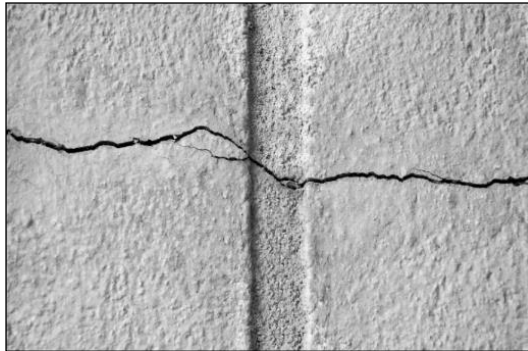
Segundo a NBR 9575 (2010), fissura é uma abertura ocasionada por deformações ou deslocamentos, podendo ser classificada em estática ou dinâmica. Por possuir uma abertura de no máximo 0,5 mm, não apresenta riscos significativos. Porém, pode causar desconfortos psicológicos (estado limite de serviço) para o usuário, conforme pode ser observado na Figura 11 .

Figura 11 - Fissura



Fonte: Soprojetos.com.br (2023).

As trincas possuem profundidade mais acentuadas que as fissuras, variando de 0,5 mm a 1,5 mm. Necessitam de uma atenção maior, pois indicam que algo mais grave está acontecendo (BRAGA 2010). A Figura 12 mostra esse tipo de patologia.

Figura 12 - Trinca

Fonte: Parceiro Da Construção (2022).

Braga (2010) relata que as rachaduras requerem maior atenção e reparo imediato, pois possuem abertura grande, acentuada e profunda, com variação de 1,5 mm a 5,0 mm, apresentando divisão das partes, conforme visto na Figura 13. Se ocorrerem em alvenaria e em elementos estruturais como vigas, colunas e laje, por exemplo, podem comprometer a estabilidade da edificação o que é um risco à segurança dos usuários.

Figura 13 - Rachadura

Fonte: Mabel (2023).

2.3.6 Descolamento do revestimento

O descolamento de revestimento cerâmico é preocupante, pois, em sua maioria, envolve a segurança de uso e operação do empreendimento, devido aos riscos envolvidos. Seus principais agravantes derivam da eflorescência, mau assentamento das placas, infiltração de água, mão de obra desqualificada, produtos inadequados e da falha no rejunte, devido a utilização de uma espessura inferior ao recomendado pelo fabricante do produto (GAIL; BLOG, 2020).

Roscoe (2008) ressalta que o primeiro sinal desta doença é a ocorrência de um som oco nas placas cerâmicas ao receber algum contato sobre sua superfície, como algumas batidas, por exemplo, ou ainda a presença de estufamento das placas cerâmicas e rejuntas em algumas áreas, seguidos do destacamento da região, no qual sua ocorrência é mais intensa em fachadas onde a insolação é mais frequente. A Figura 14 mostra o descolamento de placas de revestimento cerâmico.

Figura 14 - Descolamento de uma placa de revestimento cerâmico.



Fonte: IBDA (2017).

2.3.7 Descascamento da pintura

Verçoza (1991) trata o descascamento da pintura em três tipos: o esfarinhamento (queda da tinta na forma de pó), o gretamento (a quebra da película de tinta) e o descolamento (queda da tinta na forma de escamas ou placas). Ele frisa que, para essas doenças, as causas são sempre as mesmas e são recorrentes da umidade das superfícies, antes ou após a pintura, assim como a preparação inadequada da região, além de outras variantes, que é o caso de dilatação térmica, presença de pó ou sujeira e a má qualidade do produto. Na Figura 15 é possível observar a presença deste sintoma patológico.

Figura 15 - Descascamento da pintura



Fonte: Bema tintas (2018).

2.3.8 Desagregação

A desagregação normalmente é causada pela reação química dos sais lixiviados na ação da água que atacam as tintas, sendo reconhecido pelo esfarelamento da pintura e soltando-se da superfície, podendo destacar com parte do reboco (GRANATO, 2002), conforme mostra a Figura 16 .

Figura 16 - Desagregação



Fonte: Tintas online.pt (2023).

2.4 Manutenção

Na construção civil, diversas etapas são necessárias para execução de uma obra, desde a construção até o uso do imóvel. Nestas podem ocorrer falhas que resultam em manifestações patológicas. Para prevenir tais problemas, é essencial realizar manutenções adequadas em toda a edificação, a fim de identificar e corrigir eventuais lesões que possam surgir. (TUTUKIAN & PACHECO, 2013).

A NBR 5674 (ABNT, 2012) que trata da manutenção de edificações, traz a obrigatoriedade da periodicidade da manutenção preventivas nas edificações. A NBR 15575 (ABNT, 2021) que trata sobre edificações habitacionais (desempenho), diz que a vida útil de uso de um imóvel deve ser de no mínimo 50 anos no Brasil, e que, através das devidas manutenções, esse tempo tende a ser prolongado atingindo a vida útil de projeto (VUP).

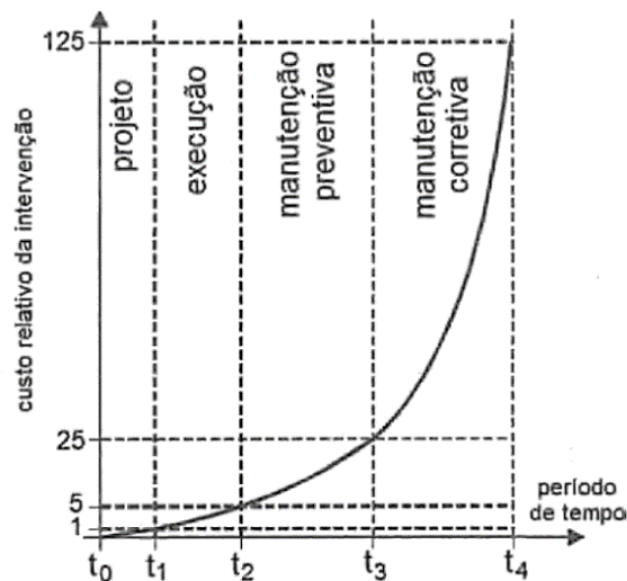
Tutukian e Pacheco (2013) dão ênfase ao aspecto que a manutenção é apenas uma parte e que pode ser de 3 tipos:

- Manutenção corretiva: para recuperar o dano;
- Manutenção preventiva: para manter o desempenho das estruturas;

- Manutenção preditiva ou detectiva: acompanha através de instrumentação o desempenho da estrutura;

A união dos três tipos de manutenção compõe a Engenharia de Manutenção. Tutukian e Pacheco (2013) retratam que a lei de Sitter, conhecida também como a regra dos 5, mostrada no Gráfico 3, diz que, o quanto antes prever determinado problema na estrutura, mais fácil e econômica será a solução.

Gráfico 3 Lei de Sitter, 1984



Fonte: Victor, 2019.

2.5 Inspeção predial

A NBR 16747 (ABNT, 2020) define Inspeção Predial (IP) como um processo de avaliação das condições técnicas referente aos aspectos de desempenho, vida útil, segurança, operação, estado de conservação e manutenção, observando sempre às expectativas dos usuários com o intuito de auxiliar a gestão da edificação e diminuir riscos técnicos e econômicos ligado a perda de desempenho da edificação.

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP, 2020) é um dos primeiros em elaborar e disseminar estudos sobre IP no Brasil, que é um procedimento técnico de grande valia e imprescindível para diminuir a ocorrência de acidentes nas edificações.

A NBR 16747 (ABNT, 2020) tem por objetivo verificar o estado de conservação e permitir o acompanhamento sistêmico ao longo da vida útil da edificação, a fim de manter as condições mínimas necessárias quanto a segurança, habitabilidade e durabilidade. Contudo,

prevê-se que seja feita uma avaliação da situação da edificação, das manifestações patológicas e falhas de manutenção, registros das anomalias, uso e operações, considerando a existência dos requisitos mínimos dos usuários apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 Requisitos mínimos dos usuários

Segurança	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança estrutural; • Segurança contra incêndio; • Segurança no uso e na operação.
Habitabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Estanqueidade; • Saúde, higiene e qualidade do ar; • Funcionalidade e acessibilidade.
Sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidade; • Manutenibilidade.

Fonte: Adaptado da NBR 16747 (ABNT, 2020)

Tanto o IBAPE/SP (2021), conforme o Quadro 3, como a NBR 16747 (ABNT, 2020), conforme o Quadro 4, definem algumas etapas de metodologias de avaliação da situação da edificação e salientam que o segmento dessas etapas deve ser planejado, levando em consideração o tipo da edificação, observando suas características construtivas, idade, instalações e equipamentos, além da qualidade da documentação ao alcance do profissional.

Quadro 3 Metodologias de avaliação para a situação da edificação segundo o IBAPE/ SP

IBAPE/ SP
<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento de dados e documentos da edificação; 2. Análise dos dados e documentos; 3. Realização de vistorias; 4. Classificação das deficiências constatadas nas vistorias, conforme sua origem; 5. Elaboração de recomendações ou orientações técnicas para a solução dos problemas constatados; 6. Classificação dos problemas (anomalias e falhas), de acordo com grau de prioridade; 7. Avaliação da manutenção dos sistemas construtivos; 8. Avaliação do uso dos sistemas construtivos; 9. Redação e emissão do laudo de Inspeção Predial.

Fonte: Adaptado, IBAPE/ SP (2021).

Quadro 4 Metodologias de avaliação para a situação da edificação.

ABNT - NBR 16747 (2020)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento de dados e documentação; 2. Análise dos dados e documentação; 3. Anamnese para identificar idade, e demais históricos de alterações; 4. Vistoria de forma sistêmica; 5. Classificação das irregularidades constatadas; 6. Recomendação de ações necessárias para restaurar ou preservar o desempenho de modo geral da edificação; 7. Organização das prioridades, em patamares de urgência; 8. Avaliação da manutenção, conforme a ABNT NBR 5674; 9. Avaliação do uso; 10. Redação e emissão do laudo técnico de inspeção.

Fonte: Adaptado, NBR 16747 (ABNT, 2020).

Ao analisar os quadros se percebe que as duas normas apresentam semelhanças. Elas visam a classificação do grau de risco da edificação, além de direcionar os serviços que devem ser realizados para possíveis reparos, garantindo uma manutenção mais eficiente e mais econômica.

2.6 Mapa de danos

O mapa de danos é um documento gráfico-fotográfico que apresenta os resultados das investigações sobre as alterações estruturais e funcionais nos materiais e nos componentes construtivos, onde são ilustradas e discriminadas todas as manifestações patológicas presentes na edificação (TINOCO, 2009).

Mapa de danos é diferente de mapeamento de danos. Para Tinoco (2009), o mapa de danos é o documento final com o resultado do levantamento ou mapeamento, já o mapeamento é o levantamento juntamente com a análise dos danos durante a inspeção predial.

Não existe um padrão determinado de representação para o mapa de danos; para Barthel et al. (2009), o profissional deve levar em consideração o bom senso ao retratar a patologia de acordo com a referência real durante a inspeção. Ele pontua que o referido documento deve conter os seguintes conteúdos:

1. **Situação física, histórica e social do edifício:** contendo a localização do imóvel, situação legal, data de construção e os dados de toda sua história, imagens antigas e atuais do imóvel e entorno;

2. **Declaração de significância:** englobando uma avaliação sobre os valores de integridade;

3. Representação gráfica de seu estado de conservação: incluindo a interpretação das patologias, causas, agentes e ações corretivas.

Para Tinoco (2009) as investigações dos danos do estado de conservação de uma edificação podem ser utilizadas através de três métodos: 1) direto, que são feitos esboços, tendo o contato direto do examinador com o objeto, além de ter uma destruição em parte dos elementos, já que deste modo é possível ter conhecimento imediato das causas e problemas; 2) indireto, feito de maneira analítica e ações não-construtivas, através de documentos que auxiliem na fundamentação das hipóteses e conclusões; e 3) o misto, que busca um equilíbrio entre as investigações necessárias e as capacidades de investimentos em altas tecnologias.

O mapa de danos é de fundamental importância; ele proporciona o entendimento necessário para fundamentar a postura de intervenção a ser adotada. Trata-se de um instrumento que facilita no conhecimento das degradações construtivas das edificações, integrando informações referentes à quantidade, qualidade e intensidade das manifestações patológicas encontradas durante a inspeção predial (SOUZA, 2020).

2.7 Ferramenta GUT

A Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) foi desenvolvida por Kepner e Tregoe, em 1981, como uma das ferramentas utilizadas no auxílio de priorização de soluções de problemas complexos nas indústrias japonesas e americanas. O método GUT investiga as patologias a partir da observação, quantificação, qualificação e identificação das anomalias.

A ferramenta GUT responde de maneira racional a separação e priorização de problemas, a fim de solucioná-los. Bezerra et al. (2012) dá algumas definições sucintas de gravidade, urgência e tendência, mostradas na 0.

Quadro 5 Parâmetros da ferramenta GUT.

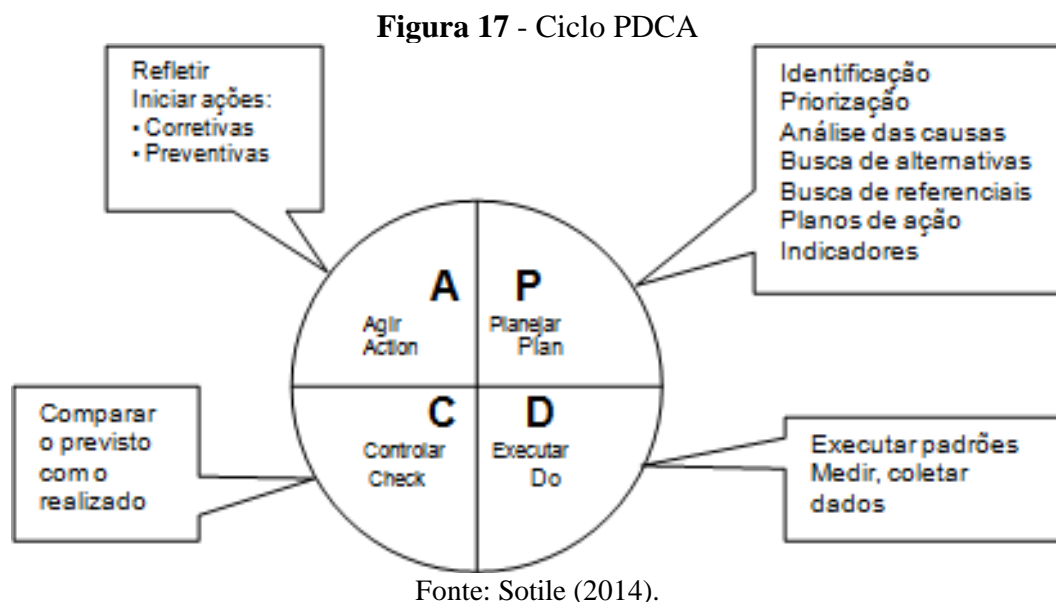
Variável	Definição
Gravidade	É a intensidade dos danos que o problema pode causar se não for corrigido.
Urgência	É o tempo para a solução dos problemas ou resultados existentes para se evitar a eclosão dos danos.
Tendência	É a evolução que o problema terá na ausência de soluções.

Fonte: Adaptado de Bezerra et al. (2012).

Sotille (2014) divide a aplicação deste método em 4 etapas simples:

1. Listar os problemas ou pontos de análise;
2. Pontuar cada problema de acordo com os parâmetros estabelecidos;
3. Classificá-los quanto sua priorização;
4. Tomar as decisões estratégicas cabíveis.

O autor supracitado descreve que esta ferramenta é um complemento na Gestão da Qualidade e relaciona-se com o ciclo PDCA, que é uma sigla inglesa referente às ações: planejar (Plan), executar (Do), controlar (Check) e agir (Act), ilustrada na Figura 17 .



No entanto, Sotille (2014), frisa que o método é simples e de fácil implementação, considera os tópicos mais importantes e é capaz de se adequar a análise e classificação de qualquer matéria em diversas áreas.

Para se obter um resultado satisfatório da ferramenta GUT é necessário atribuir uma nota para cada problema listado, seguindo uma escala de 1 a 5 (nota 1 é para problemas de menor valor e nota 5 para os problemas de maior valor), dentro dos três parâmetros principais que serão analisados (Quadro 6). Ao final, é feito o cálculo da matriz $G \times U \times T$, chegando a um número que definirá o grau de prioridade para aquele problema (PERIARD, 2011).

Periard (2011) sugere alguns fatores para a atribuição das notas (0), já que, para alguns, esses valores podem parecer um pouco subjetivo.

Quadro 6 Critérios de pontuação.

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

Fonte: Adaptado de Periard (2011).

A atribuição correta dessas notas depende principalmente do conhecimento técnico do profissional acerca de cada problema. Após o cálculo, com os critérios estabelecidos, elaborase outra tabela, conforme ordem de priorização encontrada, criando-se um ranking com os resultados obtidos pela matriz GUT, atentando-se para a devida ordem de solução dos problemas apresentados (BRITO, 2017).

2.8 Ensaios para análises das manifestações patológicas

Existem ensaios que podem auxiliar no controle de qualidade e manutenção de estruturas, visando identificar a presença de problemas na edificação. Dentre eles, destacam-se o ensaio de carbonatação de estruturas, o ensaio com câmara térmica, o ensaio com auxílio de fissurômetro e o ensaio de percussão.

2.8.1 Ensaio de carbonatação

O comprometimento do desempenho de estruturas de concreto ao longo do tempo, se dá principalmente pela carbonatação nas armaduras. Seu estudo pode ser feito pelo ensaio de diluição de fenolftaleína, no qual se trata de um produto de baixo custo e com um bom indicador de corrosão (FERREIRA, 2020).

Com o uso da solução de fenolftaleína adequado para investigar a corrosão, é possível detectar a região carbonatada do concreto. A região que obtiver a presença de alteração da coloração rosa e vermelho-carmim, com pH entre 8,3 e 9,5 significa que não há carbonatação, já a ausência da coloração apresenta uma região carbonada (DAUFREÉ et al., 2019). Este tipo de reação pode ser visto na Figura 18

Figura 18 - Exemplo da aspersão de fenolftaleína na face fraturada do corpo de prova



Fonte: Ferreira (2019).

Para o ensaio supracitado recomenda-se utilizar uma solução composta por 1 g de fenolftaleína, 50 ml de álcool etílico e 100 ml de água destilada, sendo aplicado diretamente na camada de cobrimento após a limpeza do concreto fraturado (DIN EN 14630, 2007).

2.8.2 Ensaio de análise térmica

A maioria das manifestações patológicas dos materiais presentes nas edificações estão relacionadas à temperatura. Barreira (2004) afirma que a termografia é uma técnica não destrutiva que tem como objetivo verificar a detecção de objetos não visíveis. Para Bernadino (2018), a termografia de infravermelhos refere-se a uma técnica de captação de imagens térmicas, permitindo verificar a existência de alguma irregularidade na superfície analisada. A Figura 19 mostra um modelo de câmera térmica.

Figura 19 - Câmera térmica



Fonte: Autora (2023)

Na construção civil, a utilização da técnica de termografia infravermelha é capaz de avaliar o desempenho e conforto térmico da edificação e a detecção de manifestações

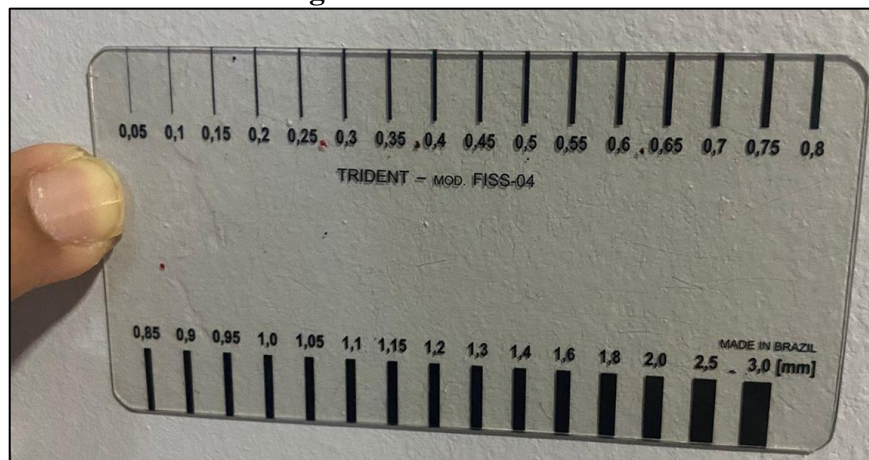
patológicas. Isso ocorre a partir de um diferencial de temperatura entre um determinado corpo e um meio, pois, dessa maneira, o gerador de imagem irá conseguir distinguir a diferenciação entre ambos.

2.8.3 Ensaios de fissuras, trincas e rachaduras

Existem alguns ensaios que podem ser utilizados para avaliar a dimensão de uma abertura, a fim de identificar se trata-se de uma trinca, fissura ou rachadura, mediante a sua espessura. Para o estudo destas patologias, através desses ensaios, é possível indicar a causa e o tratamento adequado para cada uma (LOURENÇO, 2022).

A dimensão desses espaçamentos pode ser feita através de uma comparação visual através de uma régua feita de material transparente que possui medidas a partir de 0,05 mm, denominada fissurômetro (MEDEIROS, 2019), conforme visto na.

Figura 20 - Fissurômetro

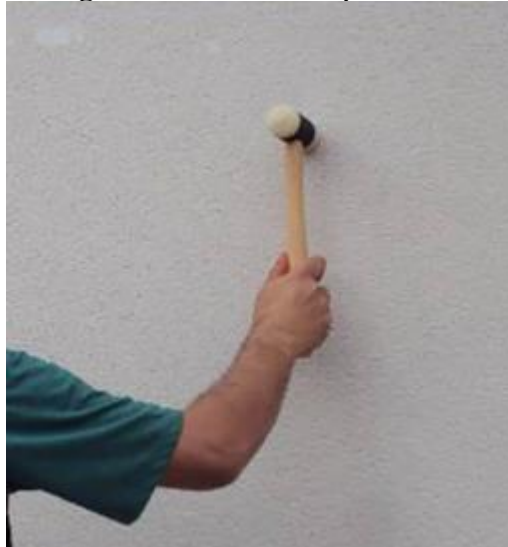


Fonte: Autora (2023)

2.8.4 Ensaio de percussão

O ensaio de percussão tem como objetivo identificar as patologias presentes nos revestimentos. Para realizá-lo, é necessário contar com a expertise de um profissional capacitado. O método consiste em dar batidas leves sobre o revestimento com um martelo de borracha ou nylon e verificar o som emitido (Figura 21). Caso seja percebido um som cavo, é um sinal de que há problemas naquela região (LIMA, 2022).

Figura 21 - Ensaio de percussão



Fonte: adaptado, MMC LAB (2023).

Realizar testes periódicos de percussão oferece diversos benefícios para os edifícios, seus proprietários e moradores. Dentre eles, é possível destacar: prevenção de acidentes relacionados ao desprendimento de placas, preservação da vida útil e aparência das fachadas, prevenção de problemas com infiltração, trincas e rachaduras, além de redução de custos com reparos das fachadas (MARFAN, 2021).

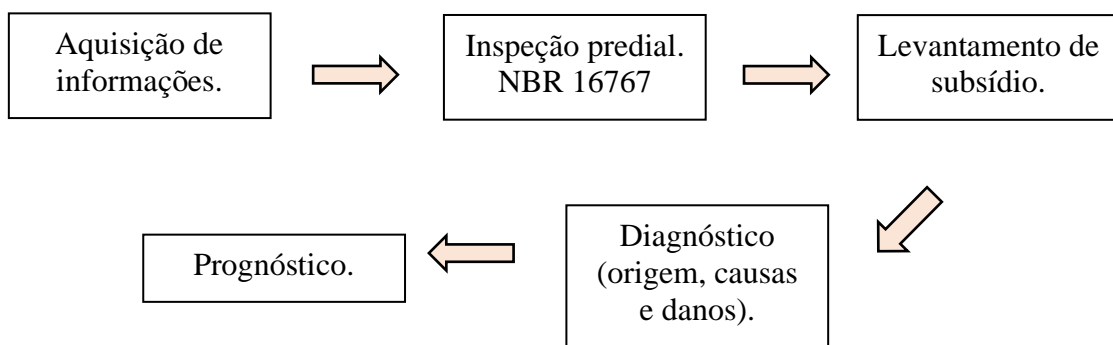
3 METODOLOGIA

O trabalho atual foi desenvolvido a partir de pesquisas bibliográficas de normas, artigos, dissertações e teses, visando identificar e diagnosticar as manifestações patológicas. Trata-se de uma pesquisa aplicada, que tem como objetivo gerar conhecimentos e práticas para solucionar os problemas encontrados.

O estudo em questão utilizou o boletim de Liechtenstein (1986), que consiste em três etapas: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição da conduta. O objetivo foi realizar uma análise aprofundada para entender como e por que as manifestações patológicas surgem nesse ambiente. Além disso, foi realizada uma inspeção predial utilizando a ferramenta GUT e o mapa de danos para identificar o que é essencial e característico nesse contexto.

As etapas de desenvolvimento da metodologia estão representadas de acordo com a Figura 22

Figura 22 - Etapas metodológicas



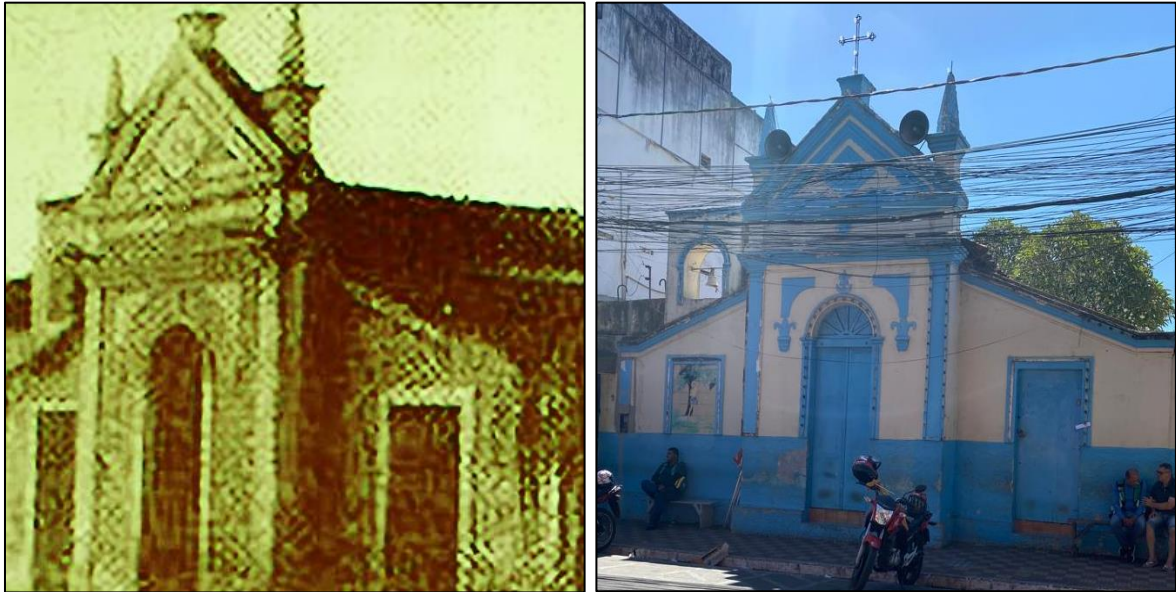
Fonte: Autora (2023).

3.1 Caracterização do estudo de caso

O objeto de estudo foi definido de acordo com as condições de preservação e condições de uso. A igreja de São Sebastião, conhecida popularmente como “Igrejinha de São Sebastião”, é um monumento histórico que foi construído em 1904 e inaugurado em 1905, pela iniciativa de José Magalhães em ação de graças pelo fim de uma epidemia de febre tifoide na cidade de Arapiraca/AL (PREFEITURA DE ARAPIRACA, 2017).

Na Figura 23 é possível ver a igreja em seu ano de inauguração e compará-la com a sua aparência atual, mantendo sua arquitetura conservada por mais de um século.

Figura 23 - Igreja de São Sebastião: a) em 1905 e b) em 2023



a)

Fonte: Prefeitura de Arapiraca (2017).

b)

Fonte: Autora (2023).

3.1.1 Local

A Igreja de São Sebastião está situada na avenida Rio Branco, no centro da cidade de Arapiraca, localizada no Agreste Alagoano, a cerca de 129 km de distância da capital do estado, Maceió. A cidade é considerada a segunda maior cidade de Alagoas e é vista como um polo para as cidades vizinhas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021), a população de Arapiraca é de aproximadamente 234 mil habitantes e a área total do município é de 345 km².

É possível observar, na Figura 24, que a cidade de Arapiraca está situada no centro do estado.

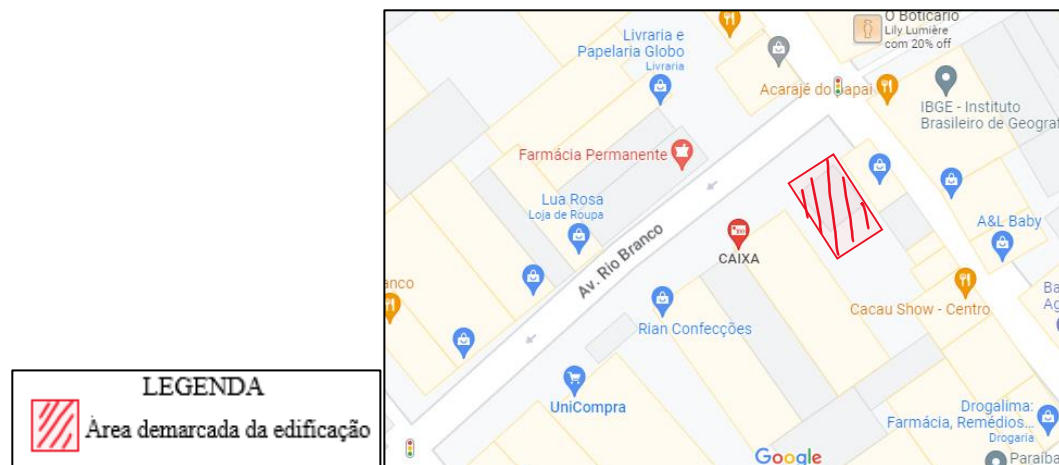
Figura 24 - Mapa do estado de Alagoas com demarcação da cidade de Arapiraca.



Fonte: Campos (2006).

A Figura 25 mostra a localização geográfica da edificação na cidade de Arapiraca/Al.

Figura 25 - Localização da Igreja



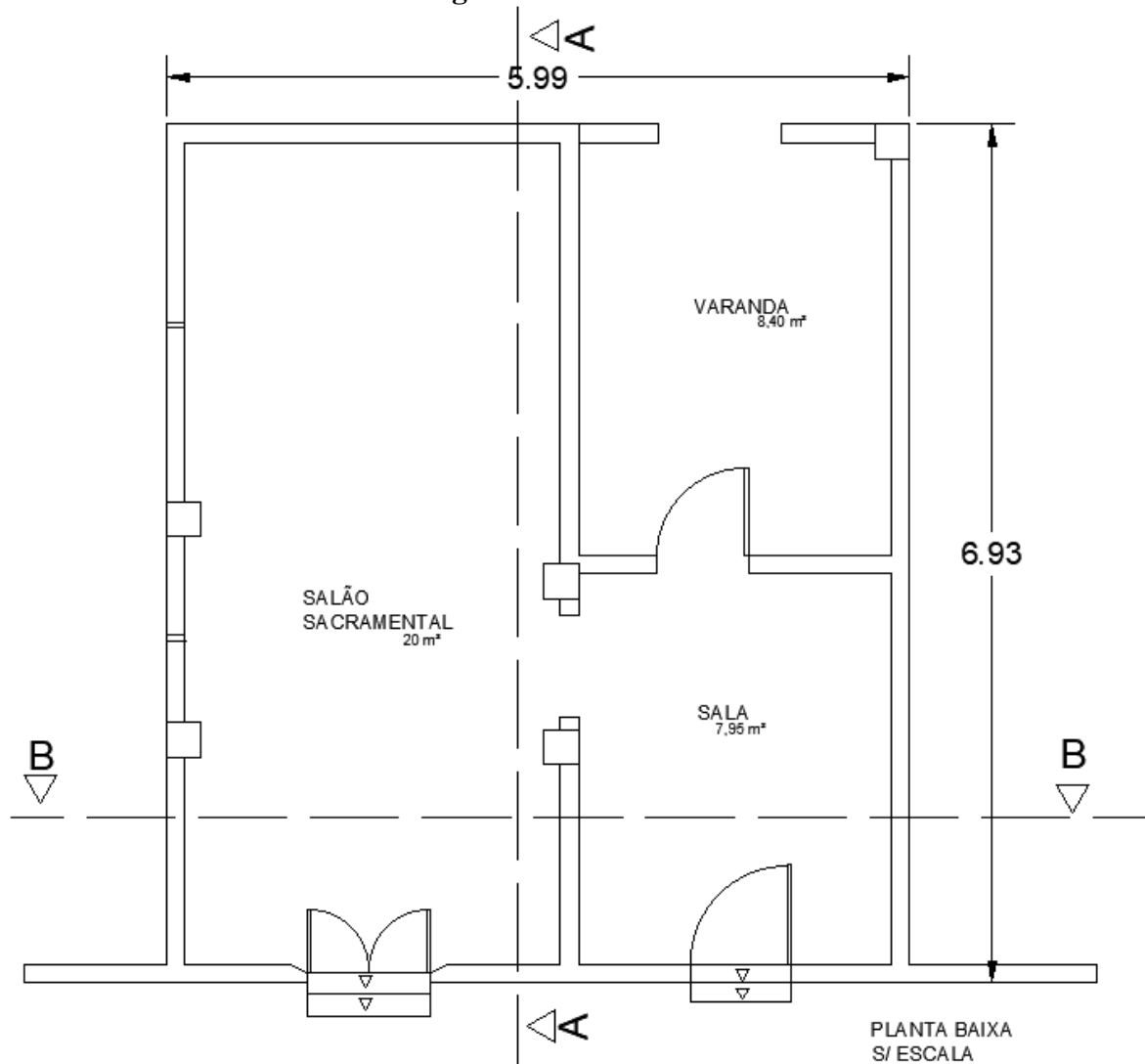
Fonte: Adaptado de Google Maps (2023).

A edificação abrange uma área construída de 41,51 m² e é constituída por 3 cômodos, sendo: um salão sacramental, uma sala e uma varanda. Seu sistema estrutural é composto por uma fundação rasa, vigas e pilares. No entanto, a fundação é bem antiga, tendo sido executada há quase 120 anos, e não se tem informações precisas sobre quando ocorreu a última manutenção preventiva.

Por meio da vistoria local, foram obtidas as medidas da edificação, as quais serviram como base para elaboração do croqui da planta baixa desenhada com a ferramenta AUTOCAD 2021, bem como para a criação dos cortes e fachadas do imóvel. Essas informações foram utilizadas para a construção do mapa de danos e para auxílio na aplicação da matriz GUT.

A Figura 26 mostra a planta baixa da edificação desenhada com software AUTOCAD 2021.

Figura 26 - Planta baixa



Fonte: Autora (2023).

Para a análise das manifestações patológicas presentes na edificação, foram inspecionadas áreas como a fachada, o salão sacramental, a sala e a varanda. Os resultados foram organizados de forma a atender aos objetivos propostos neste trabalho. Em seguida, aplicou-se o método do boletim técnico de Lichtenstein.

3.2 Boletim técnico de Lichtenstein

Como supracitado, a metodologia apresentada no boletim de Lichtenstein (1986) é dividido em três fases que estão descritas a seguir:

- **Levantamento de subsídios:** é o ponto inicial do estudo, no qual são coletados dados e informações sobre a edificação em questão, como o período da última reforma, projetos existentes, área construída e histórico da igreja. Além disso, deve ser feita vistoria nas manifestações patológicas presentes na edificação, por meio de observações, anotações, fotografias e medições, visando a organização desses dados para um entendimento completo da situação.
- **Diagnóstico da situação:** consiste na identificação das relações de causa e efeito que caracterizam a manifestação patológica em questão. Nessa etapa, são apresentadas informações sobre a origem, a causa e o mecanismo da patologia, a fim de se obter um entendimento completo e preciso sobre o problema identificado.
- **Definição de conduta:** é a definição do método aplicado para a resolução do problema, iniciando-se pelo prognóstico da situação e se estendendo até as terapias.

3.3 Ensaaios utilizados

Para a análise das questões patológicas e o desenvolvimento da ferramenta GUT, em conjunto com o mapa de danos na edificação em questão, foram realizadas inspeções visuais e ensaios de análise térmica, de fissuras e de percussões. Essas análises foram baseadas no referencial teórico do presente trabalho.

3.3.1 Materiais utilizados

- Equipamento fotográfico;
- Fissurômetro;
- Trena;
- Lápis;
- Prancheta
- Martelo de borracha;

- Câmera térmica “testo 868”;

Através da inspeção predial, foi possível conduzir os ensaios mencionados e avaliar a presença de manifestações patológicas. Registros fotográficos foram feitos para auxiliar no preenchimento da lista de verificação das manifestações patológicas, conforme Tabela 2. Ademais, com o auxílio da trena, foram feitas medições da edificação e um croqui com as medidas para ajudar na elaboração da planta baixa e do mapa de danos através do AUTOCAD 2021.

Tabela 2 Lista de Verificação

Local	Item Verificado				Manifestações Patológicas
	Piso	Alvenaria	Esquadrias	Coberta	
Fachada Principal					
Fachada Posterior					
Fachadas Laterais					
Salão Sacramental					
Sala					
Varanda					

Fonte: Autora (2023).

Para analisar as variações de temperatura na região, utilizou-se o ensaio de variação térmica com a câmera térmica de modelo “testo 868”, conforme pode ser vista na Figura 27 .

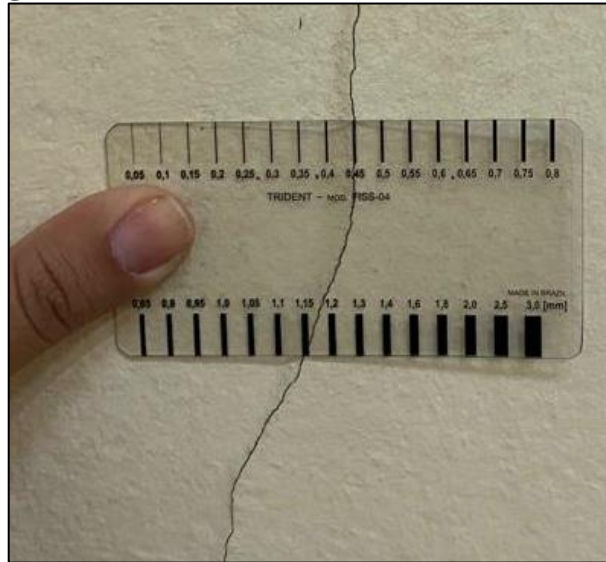
Figura 27 Ensaio de variação térmica



Fonte: Autora (2023).

Além disso, foi verificada a espessura das fissuras utilizando o fissurômetro, a fim de caracterizá-las como fissuras, trincas ou rachaduras e, conseqüentemente, identificar seu grau de prioridade, como mostra a Figura 28

Figura 28 - Análise de fissuras com o fissurômetro.



Fonte: Autora (2023).

Também foi realizada a análise de percussão com o martelo de borracha, onde pequenas batidas foram aplicadas no piso e nas paredes para identificar a presença de sons ocos na região examinada, apresentado na Figura 29 .

Figura 29 - Análise de percussão.



Fonte: Autora (2023).

Após a realização dos ensaios e identificação das manifestações patológicas, utilizou-se a ferramenta AUTOCAD 2021 para elaborar o mapa de danos. Por meio dessa ferramenta, foram definidas as causas, origens e mecanismos das patologias identificadas. Com base nessa análise, foi criada a matriz GUT para estabelecer a ordem de prioridade dos reparos necessários, orientando as ações a serem tomadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, os resultados da análise da vistoria local são apresentados, com base na lista de verificação mencionada anteriormente na Tabela 2, além de contar com o auxílio de um acervo fotográfico dos ensaios realizados para qualificar as manifestações patológicas encontradas no objeto de estudo. A análise também foi embasada na literatura previamente estudada e citada, com o intuito de investigar as possíveis causas, origens e mecanismos de ocorrência das anomalias identificadas.

4.1 Manifestações patológicas

Após o preenchimento da lista de verificação presente na Tabela 2, foram identificadas as seguintes manifestações patológicas na edificação: manchas de umidade (por capilaridade, condensação e infiltração), bolor ou mofo, fissuras, trincas, rachaduras, descolamento e descoloração do piso cerâmico, descascamento da pintura, desagregação do reboco e deterioração das esquadrias. Essas anomalias podem ser observadas a seguir.

4.1.1 Boletim de Lichtenstein

4.1.1.1 Manifestação: Umidade (por capilaridade, condensação e infiltração).

Conforme mencionado no referencial, a umidade pode se manifestar de diversas formas. No caso desta edificação, de acordo com Maia et al (2018), foi identificada a presença de umidade por capilaridade, condensação e infiltração nos cômodos do salão sacramental, na sala, na varanda e nas fachadas lateral.

A Figura 30 demonstra claramente a umidade por capilaridade presente na parte externa da varanda.

Figura 30 - Umidade por capilaridade na parte externa da varanda.



Fonte: Autora (2023).

Além disso, nota-se também na Figura 31 a presença da umidade por condensação no salão sacramental, além da presença de mofo.

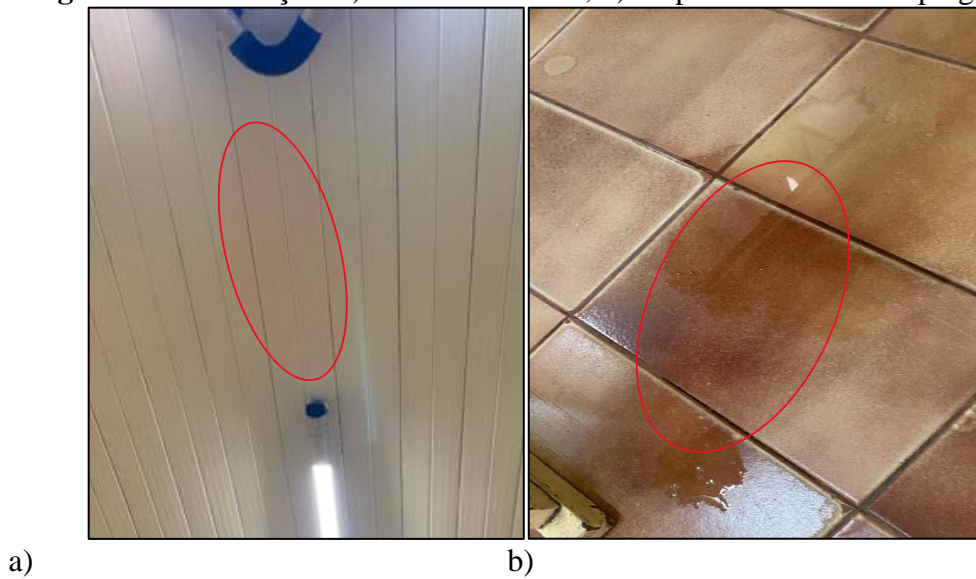
Figura 31 - Umidade por condensação no salão sacramental



Fonte: Autora (2023)

Além disso, foi observado durante a vistoria *in loco* a ocorrência de infiltrações provenientes da chuva registrada na noite anterior, concentradas principalmente no forro de PVC do salão sacramental. Essas infiltrações também foram visualmente identificadas na região do piso, causadas pelo gotejamento. (Veja Figura 32).

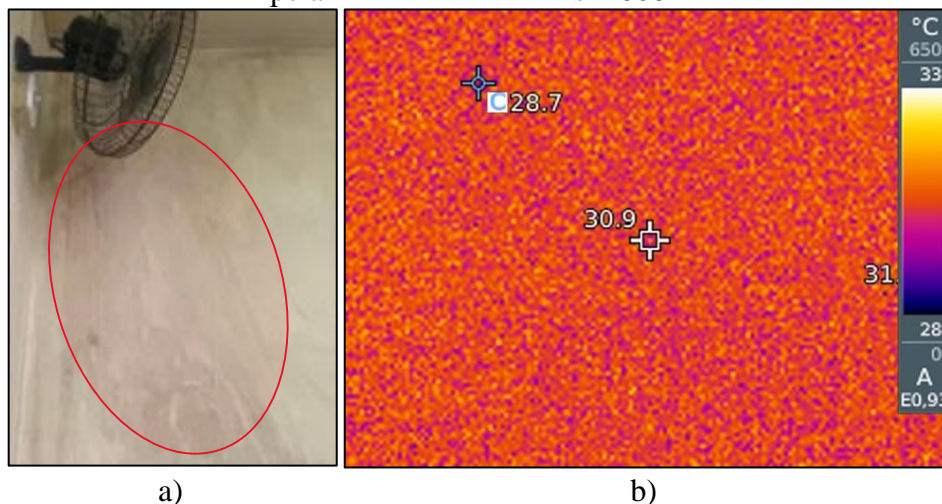
Figura 32 - Infiltração: a) no forro de PVC; b) no piso decorrente da pingueira.



Fonte: Autora (2023).

Embora seja evidente a presença de umidade, as paredes e pisos inspecionados com a câmera térmica, conforme ilustrado na Figura 33 apresentaram poucas alterações térmicas em suas regiões.

Figura 33 - Análise da variação de temperatura: a) Parede inspecionada; b) Imagem captura pela câmera térmica “testo 868”.



Fonte: Autora (2023).

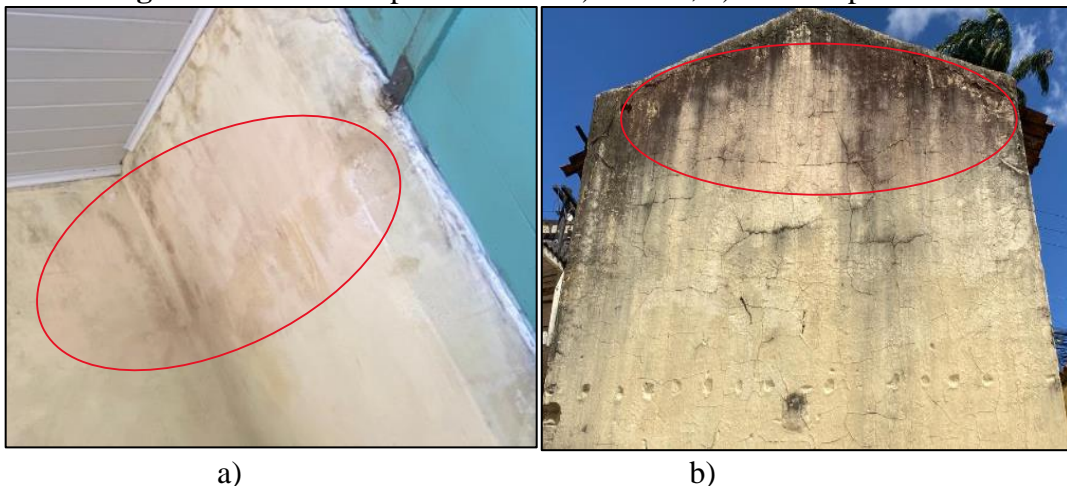
A manifestação patológica encontrada na edificação em questão pode ser diagnosticada através da identificação de suas possíveis causas, que são extrínsecas e decorrentes de ações externas adquiridas ao longo da vida útil do prédio, através do meio mais úmido que estão inseridas. Esta patologia está diretamente relacionada à infiltração de água e fatores climáticos.

Para solucionar os danos observados, recomenda-se como conduta adequada realizar os devidos reparos e uma correta impermeabilização, conforme a norma NBR 9575 (ABNT, 2010), a fim de solucionar os problemas.

4.1.1.2 Manifestação: Manchas por umidade

Como trata Verçosa (1991), as manchas são derivadas do acúmulo de água na superfície que não encontram saídas para seu escoamento. Dito isto, de acordo com a vistoria realizada, foi observada a presença de manchas de umidade por toda a parte da edificação, principalmente na sala e na fachada posterior, como mostra a Figura 34

Figura 34 - Manchas por umidade: a) na sala; b) fachada posterior.



Fonte: Autora (2023).

Durante o diagnóstico, foi constatada a presença de umidade nos ambientes internos, o que pode estar relacionado a uma impermeabilização inadequada. Além disso, foi observada a ausência das pingadeiras nas fachadas, uma vez que as fachadas estão expostas a agentes agressivos como as chuvas.

Sendo assim, sugere-se a instalação das pingadeiras e a realização de uma correta impermeabilização, a fim de solucionar os problemas identificados. É importante salientar que essas medidas corretivas podem evitar a ocorrência de danos maiores à edificação no futuro.

4.1.1.3 Manifestação: Bolor ou mofo

Trata-se de uma doença proveniente da proliferação de fungos, conforme descrito anteriormente, e foi identificada em todo o interior da igreja. A varanda, em específico, apresentou um ponto mais crítico desse problema, caracterizado pelo surgimento de bolhas na pintura, conforme a Figura 35 . Ademais, quando realizado o teste de percussão, foi constatado que o reboco possui som cavo.

Figura 35 - Presença de mofo, bolor e bolhas na pintura



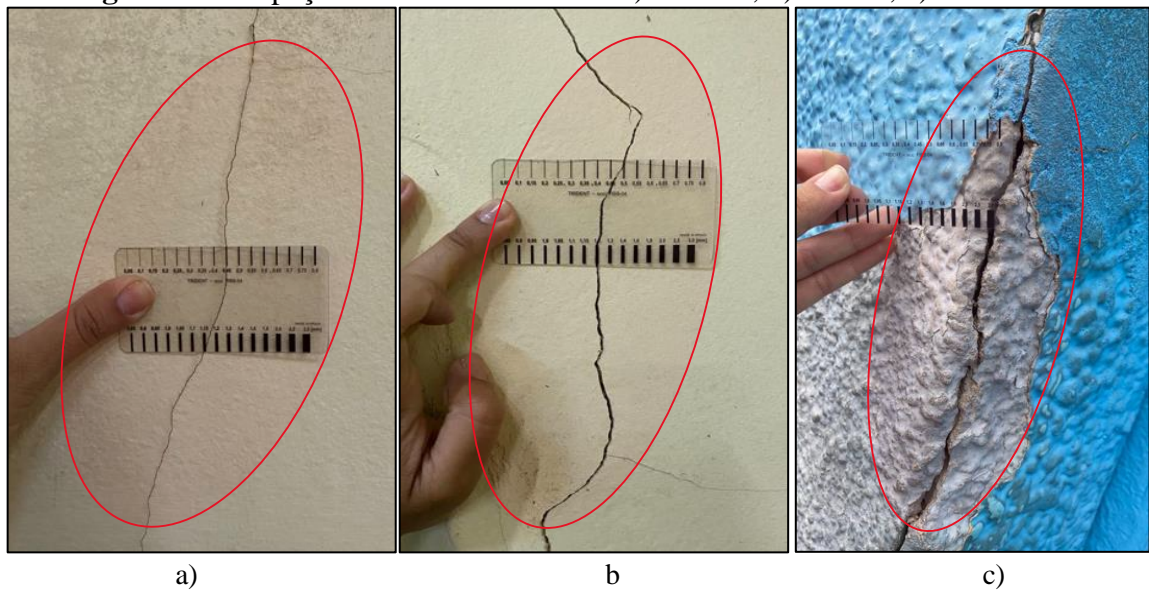
Fonte: Autora (2023).

Diante dessa situação, recomenda-se a realização de uma limpeza profunda em toda a área afetada pela proliferação de fungos, correta impermeabilização da região e o reparo adequado do reboco danificado, a fim de evitar danos maiores à estrutura da igreja. É importante ressaltar que a prevenção é fundamental para evitar a recorrência desses problemas no futuro

4.1.1.4 Manifestação: Fissuras, trincas e rachaduras

Conforme Oliveira (2012), a abertura de fissuras, trincas e rachaduras pode ser classificada de acordo com a sua espessura. Durante a vistoria realizada, foram identificadas fissuras com abertura menor que 0,5 mm, trincas com abertura entre 0,5 e 1,5 mm e rachadura com abertura entre 1,5 e 5 mm, utilizando o fissurômetro, tanto nos cômodos internos, quanto na fachada principal, conforme a Figura 36 .

Figura 36 - Inspeção com o fissurômetro: a) fissuras; b) trincas; c) rachaduras.



Fonte: Autora (2023).

O diagnóstico constatou que as causas das manifestações provavelmente foram a falta de um projeto estrutural adequado, problemas na execução da obra, sobrecargas inadequadas nas alvenarias e a possível ausência ou ineficiência de vergas e contra vergas.

Com base nas informações coletadas, sugere-se que seja realizada uma avaliação mais detalhada das causas dessas fissuras, trincas e rachaduras, a fim de evitar problemas mais graves no futuro. Além disso, recomenda-se o reparo adequado dessas aberturas, a fim de garantir a segurança estrutural da edificação.

4.1.1.5 Manifestação: Descolamento e descoloração do piso cerâmico.

Durante a análise *in loco* do piso da edificação, além da inspeção visual, foi realizado um ensaio de percussão, visto na Figura 37 Foi constatado que o piso apresenta deslocamentos possivelmente decorrentes de diversos fatores, tais como: o uso de substâncias agressivas na limpeza, a presença de pontos de umidade, a aplicação inadequada de argamassa, a presença de som oco que indica descolamento em virtude da má aplicação das placas cerâmicas, a falta de impermeabilização que permite a ascensão de água pelos poros e a utilização insuficiente de argamassa para garantir a aderência adequada. Além de causar manchas de descoloração, esses fatores também podem levar à quebra das placas cerâmicas.

Figura 37 - Ensaio de percussão em piso cerâmico



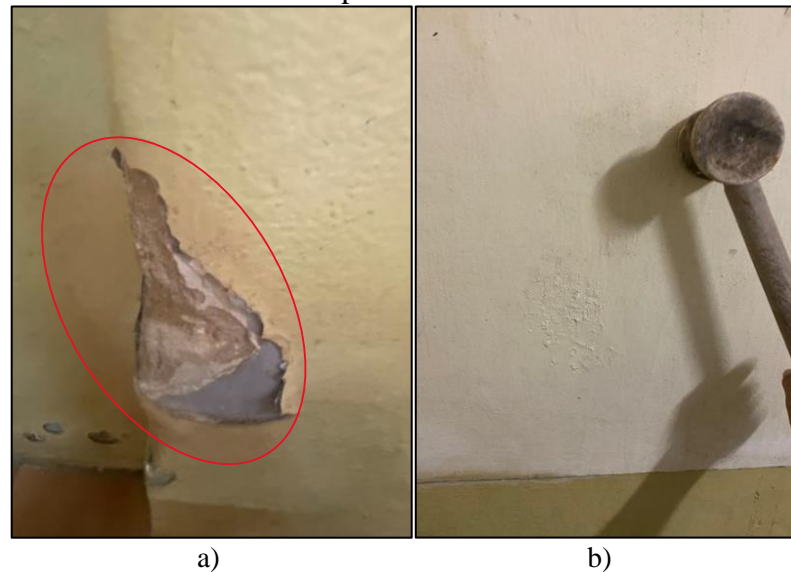
Fonte: Autora (2023).

Considerando a situação apresentada, em que o revestimento apresenta um desgaste expressivo, a medida mais adequada seria a aplicação de um novo piso seguindo as normas e recomendações aplicáveis. Dessa forma, é possível prevenir possíveis problemas futuros relacionados ao desgaste e à deterioração do piso.

4.1.1.6 Manifestação: Descascamento da pintura, desagregação do revestimento.

Durante a análise da edificação, foi constatado que a pintura em algumas áreas apresentava um descascamento significativo, indicando possível desagregação do revestimento subjacente (Figura 38 a). Para confirmar essa suspeita, foi realizado um ensaio por percussão (Figura 38 b), que revelou pontos de descontinuidade na superfície, apresentando sons ocos, sugerindo falhas na aderência do revestimento ao substrato ou a presença de absorção de umidade no material. Esses problemas podem comprometer não somente a estética do imóvel, mas também a sua durabilidade e segurança.

Figura 38 - Revestimento: a) descascamento da pintura e desagregação; b) ensaio de percussão



Fonte: Autora (2023).

Dessa forma, é importante tomar medidas adequadas para solucionar esses problemas, que podem incluir a remoção completa do revestimento afetado, a correção das causas subjacentes do desagregamento e a reaplicação do revestimento de acordo com as normas e recomendações técnicas aplicáveis. A realização periódica de ensaios por percussão e outras técnicas de inspeção pode contribuir para identificar e solucionar precocemente problemas desse tipo, evitando danos maiores à edificação e garantindo sua integridade e durabilidade.

4.1.1.7 Manifestação: Deterioração das esquadrias.

Durante a inspeção da edificação, foram identificados desgastes significativos nas esquadrias de madeira. Esses desgastes podem ser decorrentes da exposição ao sol e outros fatores ambientais ao longo do tempo. É importante ressaltar que as esquadrias de madeira requerem cuidados especiais, como a aplicação de vernizes ou seladores adequados para protegê-las dos efeitos nocivos da exposição ao sol e da umidade.

Devido à falta de manutenção regular, que inclui a limpeza e lubrificação das ferragens, a durabilidade e bom funcionamento das esquadrias foram prejudicados, e os desgastes estão bem avançados. Em vista disso, recomenda-se substituir as esquadrias danificadas. A Figura 39 mostra uma das esquadrias da edificação.

Figura 39 - Esquadria de madeira da edificação



Fonte: Autora (2023).

4.2 Mapa de Danos

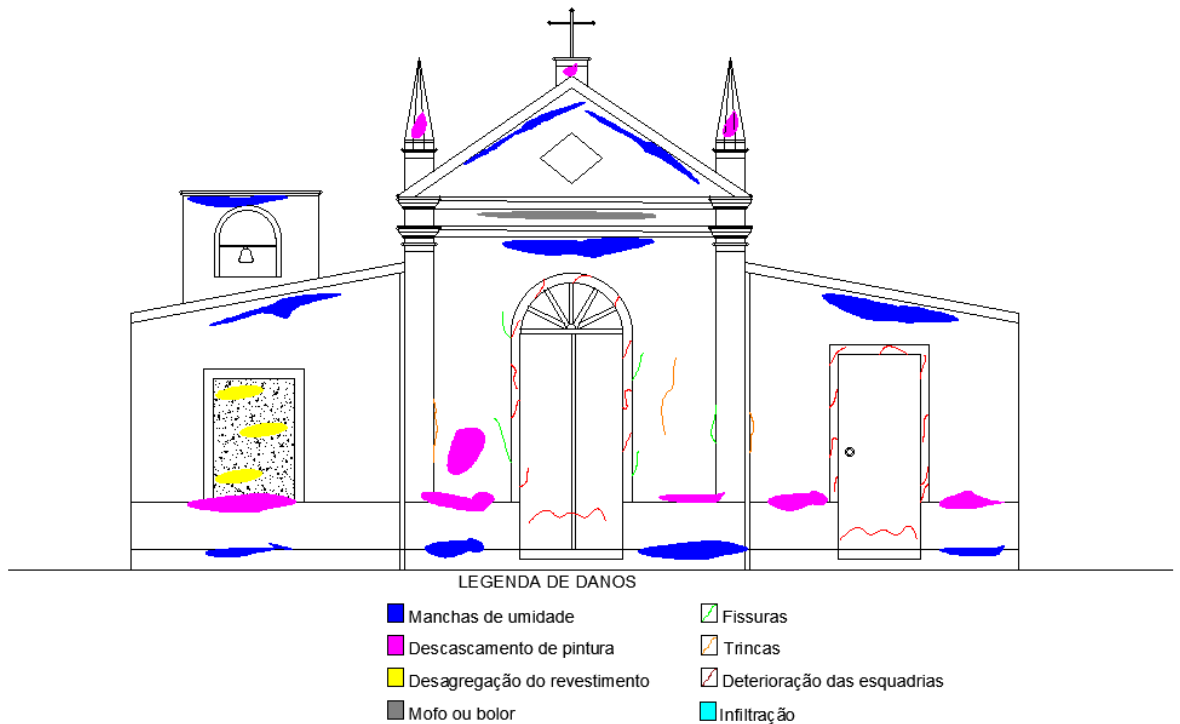
O mapa de danos foi elaborado com devido cuidado e desenvolvido através de um processo que incluiu o contato direto com a edificação e o registro fotográfico. Essa abordagem facilitou a compreensão das manifestações patológicas identificadas, bem como suas localizações precisas.

Para uma melhor representação, o mapa de danos foi elaborado utilizando a ferramenta AUTOCAD 2021, mostrando as enfermidades nas localidades da fachada principal, do corte longitudinal e do corte transversal, com maior detalhamento.

4.2.1 Fachada Principal

A Figura 40 mostra o Mapa de danos relativo à fachada principal da igreja.

Figura 40 - Mapa de danos da fachada principal



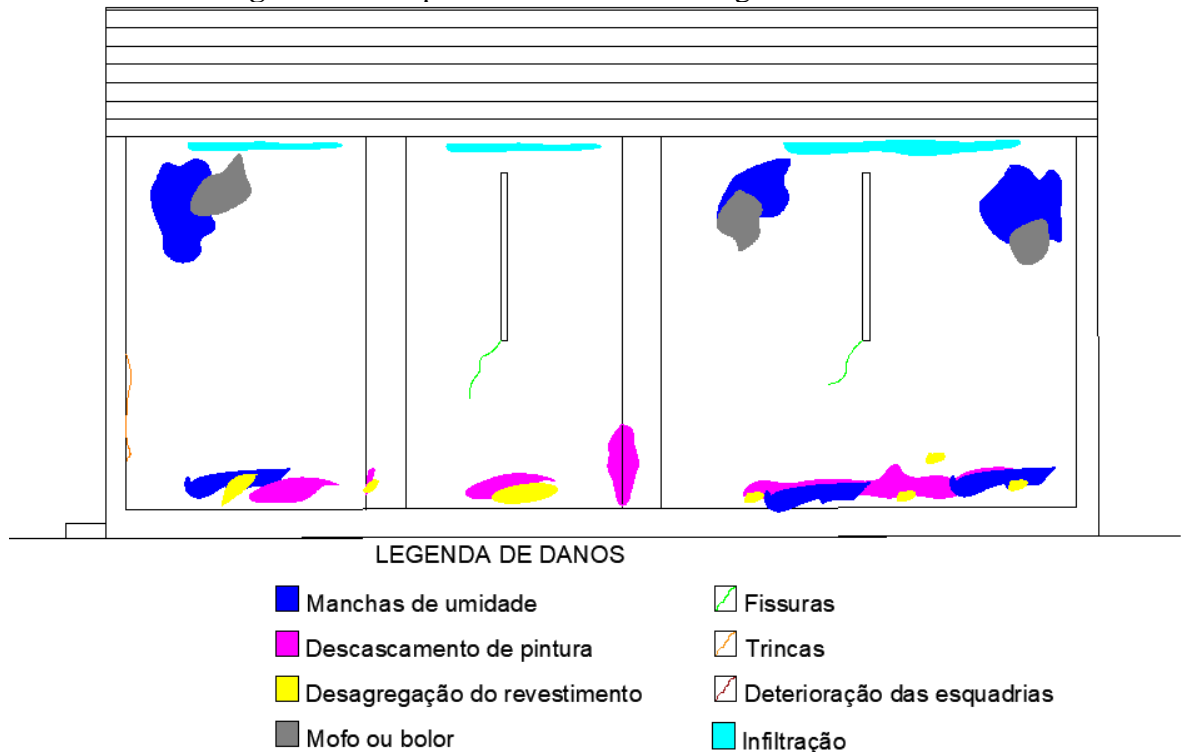
Fonte: Autora (2023).

Com base no mapa de danos apresentado, foi possível identificar várias manifestações patológicas na fachada do edifício. Dentre estas, destacam-se manchas de umidade, trincas, fissuras, descascamento de pintura, deterioração das esquadrias e desgaste do revestimento cerâmico. A presença de sons ocos, detectados pelo ensaio de percussão, indicou a desagregação do revestimento em algumas regiões.

4.2.2 Corte longitudinal

A Figura 41 mostra o Mapa de danos relativo ao corte longitudinal da igreja.

Figura 41 - Mapa de danos do corte longitudinal.



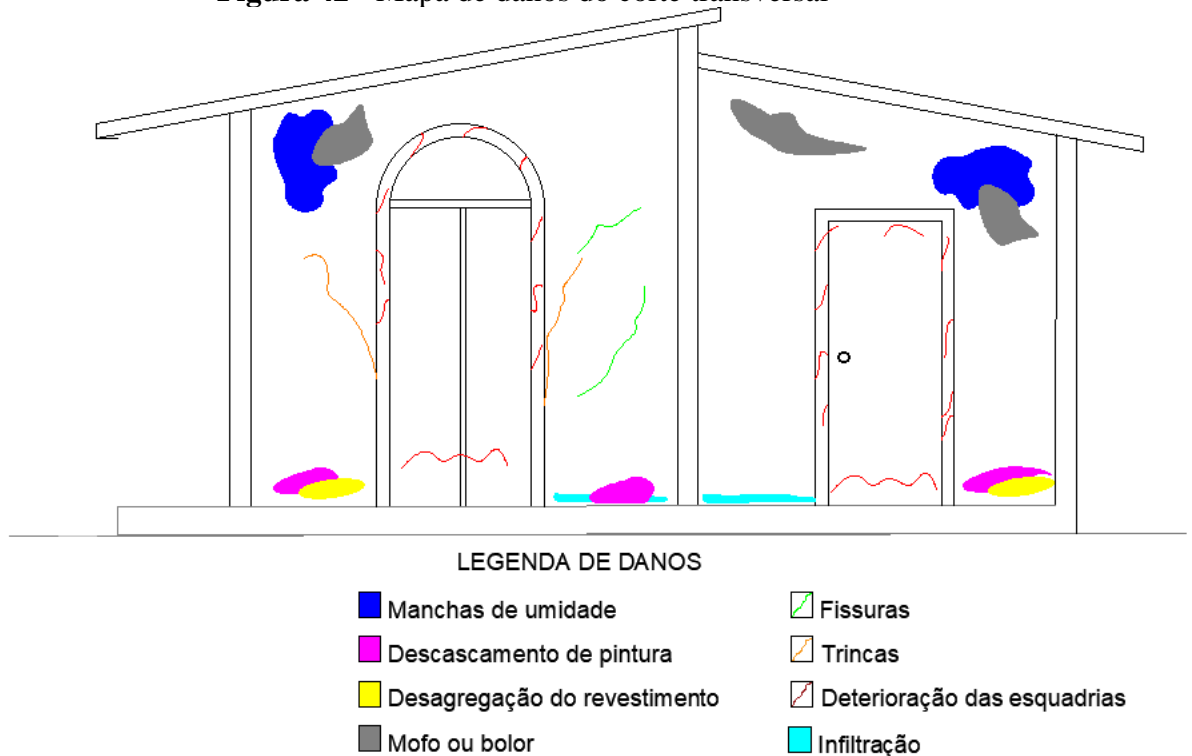
Fonte: Autora (2023).

O mapa de danos do corte longitudinal, mostra as manifestações patológicas presentes no salão sacramental, incluindo trincas, fissuras, manchas de umidade, mofo, bolor, descascamento da pintura, desagregação do revestimento e infiltração.

4.2.3 Corte transversal

A Figura 42 mostra o Mapa de danos relativo ao corte transversal da igreja.

Figura 42 - Mapa de danos do corte transversal



Fonte: Autora (2023).

No mapa de danos do corte transversal da edificação, é evidente a presença de várias manifestações patológicas, bem semelhantes às encontradas no salão sacramental, tais como fissuras, umidade, manchas, mofos, bolor, desagregação do revestimento e descascamento da pintura. Além disso, a análise de percussão revelou que a maior parte do reboco apresenta som oco, indicando possíveis problemas futuros de desagregação do revestimento.

4.3 Matriz GUT

Após a identificação e descrição das manifestações patológicas mencionadas anteriormente, foi elaborada a matriz GUT com base nas pontuações sugeridas pelo referencial teórico citado. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3, e os valores atribuído a

cada enfermidade, por meio da aplicação desse método, refletem a análise das problemáticas associadas a cada manifestação, resultando na ordem de priorização dos danos identificados.

Tabela 3 Matriz GUT

Manifestação Patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T
Umidade por capilaridade	2	3	4	24
Umidade por condensação	2	3	4	24
Umidade por infiltração	2	3	4	24
Manchas por umidade	2	3	4	24
Bolor	3	3	4	36
Fissuras	1	2	3	6
Trincas	3	4	4	48
Rachaduras	5	5	5	125
Descolamento do piso cerâmico	2	2	2	8
Descoloração do piso cerâmico	1	1	2	2
Descascamento da Pintura	2	3	4	24
Desagregação do revestimento	3	4	5	60
Deterioração das esquadrias	2	2	4	16

Fonte: autora (2023).

Os resultados obtidos revelam que algumas manifestações patológicas possuem o mesmo grau de prioridade, enquanto outras apresentam níveis mais elevados. Observa-se que a descoloração do piso cerâmico possui um baixo grau de prioridade, uma vez que o problema está principalmente relacionado a questões estéticas. As fissuras também possuem um baixo grau de prioridade, pois não apresentam riscos estruturais imediatos, mas podem se agravar caso medidas preventivas não sejam adotadas.

Em consonância, o deslocamento do piso cerâmico e a deterioração das esquadrias aumentam seus graus de prioridade, embora ainda não sejam considerados urgentes, uma vez que estão associados principalmente a questões estéticas e podem agravar-se caso não sejam resolvidos. Já a umidade em geral, assim como o bolor, recebe um grau de prioridade intermediário, uma vez que, além de questões estéticas, podem causar problemas de saúde.

No entanto, a degradação do revestimento apresenta um grau elevado de prioridade, uma vez que é um problema recorrente em toda a edificação e pode levar a outras condições patológicas, porém as rachaduras demandam uma atenção maior, devido ao grande número e à possibilidade de estarem relacionada a problemas estruturais. Logo, é necessário dar uma atenção especial às rachaduras e solucionar o problema o mais breve possível.

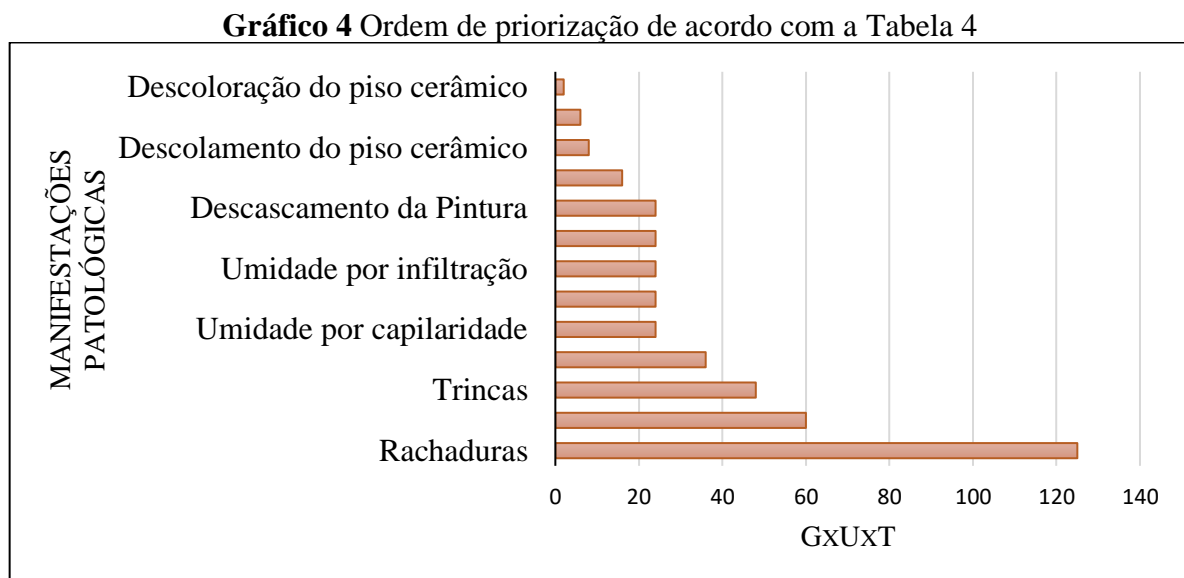
Com base na análise realizada, a Tabela 4 apresenta o ranking das manifestações por ordem de prioridade.

Tabela 4 Ordem de prioridade de acordo com a ferramenta GUT

Manifestação Patológica	G x U x T	Ordem de prioridade
Rachaduras	125	1°
Desagregação do revestimento	60	2°
Trincas	48	3°
Bolor	36	4°
Umidade por capilaridade	24	5°
Umidade por condensação	24	5°
Umidade por infiltração	24	5°
Manchas por umidade	24	5°
Descascamento da Pintura	24	5°
Deterioração das esquadrias	16	10°
Descolamento do piso cerâmico	8	11°
Fissuras	6	12°
Descoloração do piso cerâmico	2	13°

Fonte: autora (2023).

Através da matriz GUT, foi gerado o Gráfico 4, que representa a incidência das manifestações identificadas juntamente com as suas respectivas prioridades.



Fonte: autora (2023).

É evidente que a maioria das manifestações patológicas identificadas no estudo de caso não representam riscos graves aos usuários, com exceção das trincas, as quais podem causar

desconfortos psicológicos (estado limite de serviço) e representar riscos à saúde devido à presença significativa de umidade, que é a causa de grande parte dos demais danos identificados. Portanto, todas as manifestações exigem atenção e cuidado, especialmente para evitar a sua evolução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi possível realizar uma análise das manifestações patológicas identificadas em um monumento histórico localizado no município de Arapiraca/AL, utilizando o Mapa de Danos e a Ferramenta GUT em uma inspeção predial.

As principais manifestações patológicas da edificação foram identificadas por meio de visitas in loco, fotografias e ensaios específicos, e seus possíveis sintomas, causas, origens e mecanismos de ocorrência foram apontados. Em seguida, foi elaborado o Mapa de Danos, que possibilitou representar com precisão a localização e identificação dos danos. Além disso, utilizou-se a ferramenta GUT para estabelecer a ordem de prioridade de resolução das anomalias, complementando assim a metodologia de inspeção predial.

A utilização do Mapa de Danos teve como objetivo fornecer uma representação precisa dos danos identificados na edificação, enquanto a ferramenta GUT foi utilizada para estabelecer a ordem de prioridade na resolução das anomalias. Ambas as ferramentas foram aplicáveis na área de estudo, permitindo a identificação precisa da localização dos danos e a hierarquização dos riscos associados às manifestações patológicas investigadas.

Com base nos resultados obtidos por meio desses procedimentos, é possível concluir que o problema com maior gravidade são as rachaduras, e que o objeto de estudo requer uma intervenção eficiente a médio prazo em seus reparos, a fim de evitar o aumento de manifestações patológicas que possam causar danos mais graves no futuro.

Dentre as dificuldades encontradas para a realização do trabalho, destacam-se a falta de um projeto arquitetônico e estrutural e a ausência de informações detalhadas sobre os materiais utilizados na construção devido ser uma obra muito antiga.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

- Acompanhar a evolução das fissuras, identificando possíveis mudanças e monitorando seu progresso ao longo do tempo.
- Realizar análise de custo para avaliar o potencial de redução de custos em terapias preventivas e preditivas ao utilizar a ferramenta GUT (Gravidade, Urgência, Tendência).
- Utilizar a metodologia GDE (Grau de Deterioração) e comparar os resultados com a ferramenta GUT.

6 REFERÊNCIAS

- ANTIHMEDADES. **Tipos de humidade: causas e soluções**. Idealista/News. 2022. Disponível em: < <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2022/11/28/55057-tipos-de-humidade-causas-e-solucoes>>. Acesso em: 24 de março de 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e manutenibilidade: Terminologia**. Rio de Janeiro: 1994, 37 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674 – Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012. 25 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575 – Impermeabilização: Seleção e projeto**. Rio de Janeiro. 2010. 18 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-2 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho; Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro: 2013. 31 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16747 – Inspeção predial: Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro, 2020. 20 p.
- BARREIRA, E.S.B.M. **Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios. 2004. 196f**. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios). Departamento de engenharia civil. Faculdade de engenharia da universidade do Porto, Porto.
- BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. **O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico**. Recife: FUNDARPE, s/d. 16. 2009.
- BEMA TINTAS. Sem autor. **Principais Defeitos de Pintura**. 2018. Disponível em: <<http://bematintas.com.br/blog/principais-defeitos-de-pintura/>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.
- BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- BEZERRA, T. T. C.; CARVALHO, M. V. P. S.; CARVALHO I. M.; PERES, W. O. M.; BARROS, K. O. de. **Aplicação das ferramentas de qualidade para diagnóstico de melhorias numa empresa de comércio de materiais elétricos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep, 2012.
- BONAFÉ, Gabriel. **Impermeabilização, drenagem e instalações de proteção evitam umidade ascendente**. AECweb, 2021. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/impermeabilizacao-drenagem-e-instalacoes-de-protecao-evitam-umidade-ascendente/15623>>. Acesso em: 18 de abril de 2023.
- BRAGA, N. M. T. **Patologias nas construções: Trincas e Fissuras em edifícios**. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2010.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2015. Artigo 6º. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

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

CAMPOS, D. P. de. **Localização de Arapiraca em Alagoas**. Wikipédia. 2006. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Arapiraca#/media/Ficheiro:Alagoas_Municip_Arapiraca.svg>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

CASTELO, A. M. **Construção civil mantém crescimento, mas até quando?** Fundação Getúlio Vargas, FGV. 2022. Disponível em: < <https://portal.fgv.br/artigos/construcao-civil-mantem-crescimento-mas-ate-quando>>. Acesso em: 21 de março de 2023.

CECHINEL, B. M.; VIEIRA, F. L.; MANTELLI, P. TONEL, S. **Infiltração em alvenaria: Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis**. Caderno de Publicações Acadêmicas, v.1, n.1, Florianópolis, 2009.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN EN 14630: Products and systems for the protection and repair of concrete, structures. Test methods: determination of carbonation depth in hardened concrete by the phenolphthalein method, English version. DIN. Berlin, 2007. 10 p.

DIVIZIA, C. **Conheça os tipos de umidade e saiba evitá-los**. Mapa da Obra. 2017. Disponível em: < <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/conheca-os-tipos-de-umidade-e-saiba-evita-los/>>. Acesso em: 22 de março de 2023.

FERREIRA, C. F. Comparativo entre efeito da carbonatação em corpos de prova de concreto expostos na cidade de Pelotas/RS e o uso de modelos matemáticos. Cadernos de arquitetura e urbanismos. Paranoá 2020. 15p.

FERREIRA, C. F. Comportamento do concreto frente à ação de cloretos e CO₂ na cidade de Pelotas/RS. Revista eletrônica de Engenharia Civil. UFG. 2019.

FOGANHOLO JUNIOR, J. M.; **Impermeabilização: Caracterização, execução e desempenho**. Universidade de Araraquara. São Paulo. 2019. 18 p.

FRANÇA, A. A. V., et al. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Revista Técnica, São Paulo, edição 174, setembro 2011.

FUSCO, P. B. **Tecnologia do concreto estrutural**. 2ª ed. São Paulo, Pini, 2012.

GAIL CERÂMICA. Sem autor. **Patologia em revestimentos cerâmicos: O que é e quais as causas?** Gail, Blog. Disponível em <<https://blog.gail.com.br/patologia-em-revestimentos-ceramicos-o-que-e-e-quais-as-causas/>> Acesso em: 07 de março de 2023.

GAZABIN, B. **Conhecendo os mecanismos da ação da umidade em edificações.** Hm rubber: tecnologia que protege. 2022. Disponível em: <<https://hmrubber.com.br/conhecendo-os-mecanismos-da-acao-da-umidade-em-edificacoes/>>. Acesso em: 24 de março de 2023.

GOOGLE MAPS. **Arapiraca, Alagoas.** 2023. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Arapiraca,+AL/@-9.7559144,-36.7197009,10.5z/data=!4m6!3m5!1s0x705d59f85ab6275:0x60b6f0374f7f3fba!8m2!3d-9.7555596!4d-36.6639697!16s%2Fg%2F11bc68srw6>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

GRANATO, J.E. Apostila: **Patologia das construções.** Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2023.

GROSSI, F. **Umidade em edificações: Nem tudo é problema de impermeabilização.** Fernandes & Grossi engenharia. 2023. Disponível em: <https://fernandesgrossi.com.br/manutencao_predial/umidade-em-edificacoes-nem-tudo-e-problema-de-impermeabilizacao/> Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.

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

IMPERTAN. **Como evitar manchas de infiltração em sua casa?** Impertan: Impermeabilização e construção. 2022. Disponível em: <<https://impertan.com.br/como-evitar-manchas-de-infiltracao-em-sua-casa/>>. Acesso em: 22 de março de 2023.

Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial IBAPE/SP.** São Paulo, 2021.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, IBDA. **Cerâmica soltando: Diagnóstico, Causa e Recuperação.** Fórum da Construção. 2017. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2034>> Acesso em: 22 de março de 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados.** 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/arapiraca.html>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

JOFEGE PAVIMENTAÇÃO E CONSTRUÇÃO. Sem autor. **História e evolução da construção civil no Brasil.** JOFEGE, 02 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://www.jofege.com.br/historia-e-evolucao-da-construcao-civil-no-brasil/>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional.** São Paulo. Editora Atlas, 1981.

LERSCH, I. M. **Contribuição Para a Identificação dos Principais Fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Porto Alegre. 2003. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

LICHTENSTEIN, N. B.; LANDI, F. R. *Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*. 1985. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LIMA, F. **Teste de Percussão: O que é, e qual a sua importância**. Atlas Engenharia. 2022. Disponível em: < <https://atalaengenharia.com.br/blog/2022/07/26/teste-de-percussao-o-que-e-e-qual-a-sua-importancia/>>. Acesso em: 25 de março de 2023.

LOURENÇO, A. M. D. C. **Análise de fissuras em uma instituição de ensino da cidade de Joca Claudino-PB: estudo de caso**. TCC (Graduação), Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras. 2022.

LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M. *Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI*. 2012.

LUDER, A. **Ao menos 38 mil novas pessoas começaram a viver nas ruas desde o início da pandemia no Brasil**. Globo News. 2022. Disponível em: < <https://g1.globo.com/economia/noticia/2022/10/13/ao-menos-38-mil-novas-pessoas-comecaram-a-viver-nas-ruas-desde-o-inicio-da-pandemia-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 21 de março de 2023.

MABEL, J. **Rachadura**. Ecivil: descomplicando a engenharia. 2023. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-rachadura.html>. Acesso em: 22 de março de 2023.

MAIA, D. M. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias do programa minha casa minha vida**. TCC (Graduação), Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal Rural do Semiárido. 2018.

MARFAN. **Como fazer teste de percussão em fachada**. Marfan Empreendimentos. 2021. Disponível em: < <https://marfanempreendimentos.com.br/como-fazer-teste-de-percussao/>>. Acesso em: 25 de março de 2023.

MEDEIROS, J. V. F. de. **Levantamento das manifestações patológicas nas escolas municipais de Cajazeiras – PB: estudo de caso**. TCC (Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologias da Paraíba, Campus Cajazeiras, 2019.

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

MMC LAB, controle tecnológico. Sem autor. **Ensaio de percussão**. 2023. Disponível em: < <https://mmclab.com.br/fachadas/>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

NEVES, A. **4 tipo de impermeabilização que podem ser evitadas na sua obra**. Blok. 2021. Disponível em: <blok.com.br/blog/tipos-de-infiltracao>. Acesso em: 24 de março de 2023.

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

PACHECO JR. W. **Construindo o futuro de olho no passado: a história da construção civil no Brasil**. *Obra Prima*, 21 de maio de 2020. Disponível em : <

<https://blog.obraprimaweb.com.br/a-historia-da-construcao-civil-no-brasil/#:~:text=Os%20primeiros%20registros%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o,atividades%20realizadas%20em%20seu%20texto.>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

PARCEIRO DA CONSTRUÇÃO. Como resolver as trincas na parede. Blog, parceiro da construção. 2022. Disponível em: <https://blog.parceirodaconstrucao.com.br/blog/como-resolver-as-trincas-na-parede/>. Acesso em: 22 de março de 2023.

PERIARD, G. Matriz GUT: Guia Completo. 2011. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/414388476/Matriz-GUT-Guia-Completo#> >. Acesso em: 15 de março de 2023.

PREFEITURA DE ARAPIRACA; Igreja de São Sebastião guarda mais de um século de história. 2017. Disponível em: < <https://web.arapiraca.al.gov.br/2017/10/igreja-de-sao-sebastiao-guarda-mais-de-um-seculo-de-historia/>>. Acesso em: 14/03/2023.

ROGADO, R. A humidade e o bolor podem ser “causas silenciosas” de doenças. Sic notícias. 2023. Disponível em:< <https://sicnoticias.pt/saude-e-bem-estar/2023-01-29-A-humidade-e-o-bolor-podem-ser-causas-silenciosas-de-doencas-4ade1cf2> >. Acesso em: 25 de abril de 2023.

ROSCOE, M. T. Patologia em revestimento cerâmico de fachada. 2018. 81 f. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SEELE, J. Restauro de edificações históricas. Tópicos especiais em engenharia. Porto Alegre: NORIE/CPGEC/UFRGS; 2000. Apostila.

SHUTTERSTOCK. Eflorescência: Como resolver esse problema na casa do seu cliente. Mapa da Obra. 2019. Disponível em: < mapadaobra.com.br/capacitacao/eflorescencia/>. Acesso em: 22 de março de 2023.

SILVA, F. B. D. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Techne, São Paulo, n. 174, setembro de 2011.

SILVA, R. Al. da. Análise das manifestações patológicas da ponte sobre o rio pedra no município de Delmiro Gouveia/Al: Estudo de caso. TCC (Graduação), Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas. 2019.

SILVIA, F. B.; CUPERSCHMID, ANA R. M. H. BIM e Mapa de Danos: uma revisão sistemática da literatura. Universidade Estadual de Campinas, 2022.

SOPROJETOS.COM.BR. Minha parede está com rachadura, tem perigo? Soprojetos.com.br. 2023. Disponível em: <<https://www.soprojetos.com.br/blog/rachadura-na-parede>>. Acesso em: 22 de março de 2023.

SOTILLE, M. A. A ferramenta GUT – Gravidade, Urgência e Tendência. PM Tech, capacitação em projetos. 2014. Disponível em: < <https://www.pmttech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

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: 15 de março de 2023.

SOUZA, J. S. C. **Estudo de argamassas á base de cal e metacaulim para intervenções em revestimento das edificações históricas.** Dissertação de mestrado, Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2013.

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

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação, e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, editora Pini. 1998. 270 p.

TAGLIANI, S. **Materiais empregados na engenharia na antiguidade.** 2017. Disponível em: <<https://engenharia360.com/materiais-engenharia-da-antiguidade/>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2023.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos: recomendações básicas -** Textos para discussão, série 2: Gestão de Restauro, Olinda: CECI, 2009.

TINTAS ONLINE. Sem autor. **Patologia da construção.** 2023. Disponível em: < <https://tintasonline.pt/patologia-da-construcao/>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

TUTIKIAN, B.; PACHECO; M. Boletín Técnico: Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil. Merida: Aconpat Internacional. 2013.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, editora Sagra, 1991.172 p.

VICTOR, J. **Lei da evolução de custos ou Lei de Sitter.** Guia da engenharia. 2019. Disponível em: < <https://www.guiadaengenharia.com/lei-custos-sitter/>>. Acesso em: 23 de abril de 2023.