



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LETÍCIA BARBOSA LIMA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS A UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RURAIS: ESTUDO DE CASO EM CARIDADE/CE**

FORTALEZA

2023

LETÍCIA BARBOSA LIMA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS A UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RURAIS: ESTUDO DE CASO EM CARIDADE/CE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Me. Eduardo Alcino de Farias Marques.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Christus - Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L732a

Lima, Letícia Barbosa.

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
ASSOCIADAS A UMIDADE EM EDIFICAÇÕES RURAIS: ESTUDO
DE CASO EM CARIDADE/CE / Letícia Barbosa Lima. - 2023.
92 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Eduardo Alcino de Farias Marques.

1. Engenharia diagnóstica. 2. Inspeção predial. 3. Manifestação
patológica. 4. Patologia das construções. 5. Umidade em vedações
verticais. I. Título.

CDD 624

LETÍCIA BARBOSA LIMA

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS A UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RURAIS: ESTUDO DE CASO EM CARIDADE/CE.

Trabalho de Conclusão de
Curso (TCC) apresentado ao curso de
Engenharia Civil do Centro Universitário
Christus, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Eduardo
Alcino de Farias Marques.

Aprovada em: 03/06/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Eduardo Alcino de Farias Marques (Orientador)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dra. Rafaela Fujita Lima
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dra. Marisa Teófilo Leitão
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Dedico este trabalho aos meus pais Laura e Sergio
e as minhas irmãs Larissa e Lorena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora da Conceição Aparecida, pela oportunidade, capacidade e sabedoria por poder viver este momento.

A minha mãe (Laura), meu pai (Sergio) e minhas irmãs (Larissa e Lorena) por terem estado comigo em todos os momentos e por nunca me abandonar.

Ao meu avô Djacy, por ser a minha luz em muitos momentos escuros.

Aos meus amigos, por acreditarem que eu conseguiria.

Aos meus orientadores Mariana Leite e Eduardo Alcino, por escolherem dividir essa conquista comigo.

Ao Centro Universitário Christus, por todo acolhimento e conhecimento durante esses anos.

E a todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

A engenharia diagnóstica é o ramo da engenharia civil que investiga as tipologias de manifestações patológicas presentes nas edificações. Dentre elas, a patologia associada a umidade é consideravelmente recorrente em vedações verticais, logo, faz-se necessário o estudo desse fenômeno. A incidência de umidade, muitas vezes, é recorrente pela falta de sistema de impermeabilização e falhas de planejamento na elaboração de projeto ou no uso inadequado de materiais. Dessa forma, acarreta ao usuário consequências no estado de conservação e desempenho da edificação. Com isso, a realização de manutenções corretivas e reparos, apesar de ser uma prática onerosa, quando executada, garante a segurança e aumenta a vida útil da estrutura. Entretanto, há usuários que negligenciam essa atividade, realidade vista no bairro Alto da Bela Vista localizado na cidade de Caridade, objeto de estudo, que embora apresentem preocupação com o estado de grau que a anomalia se encontra, alguns ainda não dão importância aos procedimentos de inspeção predial para que essas anomalias sejam reduzidas. Dentre as pesquisas realizadas em campo, as manifestações patológicas que mais se manifestaram nas edificações, tanto nas vistorias internas quanto externas, foram decorrentes de umidade ascendente e de infiltração. No entanto, os defeitos decorrentes dessas manifestações que mais se destacaram foram mofo ou bolor, manchas, destacamento da camada de reboco e descascamento da pintura. Portanto, o presente estudo propõe analisar as ocorrências de umidade presentes em vedações verticais através de inspeções visuais, com o intuito de reduzir futuras novas incidências e propor soluções corrigindo as já existentes.

Palavras-chave: Engenharia diagnóstica. Inspeção predial. Manifestação patológica. Patologia das construções. Umidade em vedações verticais.

ABSTRACT

Diagnostic engineering is the area of civil engineering that investigates the types of pathological manifestations present in buildings. Among them, the pathology associated with humidity is considerably recurrent in walls, therefore, it is necessary to study this phenomenon. The incidence of humidity is often due to the deficiency of a waterproofing system and planning failures in the preparation of the project or the inappropriate use of materials. In this way, it entails consequences for the user in the state of conservation and performance of the building. Thus, corrective maintenance and repairs when carried out, ensures safety and increases the useful life of the structure despite being an expensive practice. However, a reality seen in the Alto of Bela Vista district located in the city of Caridade is there are residents who neglect this activity, who, although they are concerned about the state of the anomaly, some still do not give importance to the procedures of building inspection so that these anomalies are reduced. Among the research realized in the zone, the pathological manifestations that most manifested in the buildings, in the internal and external areas, were due to capillary rise and infiltration. However, the highlighted defects resulting from these manifestations were mustiness, type of stains, plaster detachments and paint cracking and peeling. Therefore, the present study proposes to analyze the incidences of humidity present in walls through visual inspections, with the aim of reducing future new incidences and proposing solutions correcting the existing.

Keywords: Diagnostic engineering. Building inspection. Pathological manifestation. Construction pathology. Humidity in walls.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação do conceito tetra “IN”.....	13
Figura 2 – Sintomatologia técnica da edificação	15
Figura 3 – Etiologia técnica da edificação	15
Figura 4 – Ferramentas da engenharia diagnóstica	17
Figura 5 – Progressividade diagnóstica.....	18
Figura 6 - Mecanismos facilitadores do surgimento de umidade nas construções....	29
Figura 7 – Fluxograma resumido da história da inspeção predial no Brasil	33
Figura 8 – Desempenho ao longo do tempo	37
Figura 9 – Mapa geográfico da cidade de Caridade.....	42
Figura 10 – Delimitação do bairro Alto da Bela Vista	44
Figura 11 – Divisão das áreas do bairro Alto da Bela Vista.....	45
Figura 12 – Entrega da cartilha informativa ao morador de uma edificação comercial	74
Figura 13 – Entrega da cartilha informativa ao morador de uma edificação residencial	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Termos em comum entre a medicina e a engenharia no estudo das patologias.....	16
Quadro 2 – Compilação de definições sobre patologia das edificações	19
Quadro 3 – Classificação de anomalias de acordo com sua origem.....	20
Quadro 4 – Classificação das falhas	21
Quadro 5 – Principais manifestações patológicas em edificações (continuação)	22
Quadro 6 – Fontes de umidade e suas manifestações patológicas (continuação).....	29
Quadro 7 – Anomalias em vedações por ação de umidade e sais.....	30
Quadro 8 – Termos e definições da análise de desempenho de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2021)	35
Quadro 9 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas	57
Quadro 10 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas	58
Quadro 11 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas	60
Quadro 12 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas	61
Quadro 13 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas	63
Quadro 14 – Características internas de uma das edificações avaliadas	68
Quadro 15 – Características internas de uma das edificações avaliadas	69
Quadro 16 – Características internas de uma das edificações avaliadas	70
Quadro 17 – Características internas de uma das edificações avaliadas	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério de pontuação do método GUT	38
Tabela 2 – Planilha de prioridades	39
Tabela 3 – Valores do escore z.....	46
Tabela 4 – Questionário realizado em campo (continuação)	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Incidência dos acidentes prediais por tipo e origem	12
Gráfico 2 – Ciclo PDCA.....	39
Gráfico 3 – Fluxograma da metodologia da pesquisa	41
Gráfico 4 – Ocorrências de chuvas em Caridade (sede) no primeiro semestre de 2023	43
Gráfico 5 – Distribuição da forma de uso das edificações avaliadas externamente ..	48
Gráfico 6 – Tipo de edificação encontrada nas vistorias externas	49
Gráfico 7 – Distribuição da forma de uso das edificações avaliadas internamente ...	50
Gráfico 8 – Frequência de manutenções e reparos nas edificações analisadas.....	52
Gráfico 9 – Quantidade do tipo de umidade encontrada nas fachadas.....	53
Gráfico 10 – Tipos de umidade encontradas nas fachadas das edificações	54
Gráfico 11 – Quantidade de defeitos decorrentes de umidade encontrado nas fachadas.....	55
Gráfico 12 – Percentual de defeitos decorrentes de umidade nas fachadas.....	55
Gráfico 13 – Quantidade do tipo de umidade encontrada nas edificações	64
Gráfico 14 – Tipos de umidade encontradas nas fachadas das edificações	65
Gráfico 15 – Quantidade de defeitos decorrentes de umidade encontrado nas edificações	66
Gráfico 16 – Defeitos decorrentes de umidade nas edificações.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos	9
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	9
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	9
1.2	Estrutura do trabalho	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Engenharia diagnóstica	11
2.1.1	<i>Conceitos e definições</i>	11
2.1.2	<i>Analogia entre engenharia diagnóstica e medicina</i>	14
2.1.3	<i>Ferramentas diagnósticas</i>	16
2.2	Patologia das construções	18
2.2.1	<i>Conceitos e definições</i>	18
2.2.2	<i>Tipologia e suas classificações</i>	20
2.2.3	<i>Umidade em vedações verticais</i>	24
2.3	Inspeção predial	31
2.3.1	<i>História da inspeção predial no Brasil</i>	31
2.3.2	<i>Desempenho das edificações: conceitos normativos e legais</i>	34
2.3.3	<i>Matriz Gravidade, Urgência e Tendência</i>	38
3	METODOLOGIA	40
3.1	Delineamento metodológico	40
3.2	Etapas metodológicas	41
3.2.1	<i>Caracterização do objeto de estudo</i>	41
3.2.2	<i>Esquema de levantamento de dados em campo</i>	44
3.2.3	<i>Coleta do levantamento de dados</i>	46
3.2.4	<i>Análise de resultados</i>	47
4	RESULTADOS	48
4.1	Caracterização do banco de dados da amostra	48
4.2	Manifestações patológicas associadas a umidade encontradas nas fachadas	53
4.3	Manifestações patológicas associadas a umidade encontradas nas edificações avaliadas	64

4.4	Cartilha informativa	73
5	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil impacta diretamente diversos setores da economia, sendo esse um dos motivos pelos quais, mesmo diante à crise mundial gerada pela Covid-19 no ano de 2020, o setor conseguiu permanecer em alta. Isso pode ser confirmado através de dados quantitativos, como os apresentados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a qual afirma que em 2020 “as vendas de unidades residenciais cresceram 9,8% no Brasil” (GOMES, 2021).

Diante desse cenário, o setor da construção tende a continuar em crescimento, ofertando novos empreendimentos e soluções tecnológicas para as demandas do mercado. Essa oferta é crescente tanto em cidades urbanas quanto em cidades rurais, como mostra o SOARES (2022). Contudo, as diferenças culturais nesses dois cenários tendem a impactar as tomadas de decisões dentro do processo de construção e uso de edificações. Em outras palavras, as diferenças de acesso ao conhecimento, renda da população e fatores culturais como os hábitos dos trabalhadores locais, podem impactar no desempenho das edificações.

O desempenho das edificações, ou o comportamento em uso como preconiza a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15575 (ABNT, 2021), é tema bastante discutido no mercado da construção, especialmente com a vigência da referida norma no ano de 2013. Dessa forma, cada município vem se organizando de forma a garantir que os requisitos normativos sejam seguidos e efetivamente aplicados em serviços de construção e manutenção de edificações. Contudo, justamente por serem requisitos que não levantam a obrigatoriedade de lei, mas sim a força normativa, a imposição é diferente em cidades urbanas e rurais.

Além disso, cada município rural possui características particulares, as quais devem ser consideradas no processo de projeto a partir de estudos locais e levantamento de dados, fundamentais na tomada de decisão. E de forma a manter o desempenho das edificações perante tais características, considerando todas as tipologias construtivas, é necessária a realização de manutenções periódicas. Para garantir que essas manutenções e reparos ocasionais sejam realizados, o serviço de inspeção predial é atualmente oferecido por diversas empresas do ramo da construção civil, conforme OT 003 (IBRAENG, 2015) podendo ser realizada por engenheiros civis e arquitetos devidamente autorizados pelo Conselho Regional de

Engenharia e Agronomia (CREA) e Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), respectivamente.

De acordo com a norma de inspeção predial, NBR 16747 (ABNT, 2020), conceitua-se tal serviço como o “processo de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, [...] considerando os requisitos dos usuários”. Gomide *et al.* (2019) reafirma tal conceito afirmando que a inspeção predial é o *check-up* da edificação, o qual visa “à boa qualidade predial e à boa saúde de seus usuários”, requerendo “o diagnóstico de seus sistemas para posteriores providências de reparos e serviços de manutenção predial”.

A engenharia diagnóstica, grande área que abrange o serviço de inspeção predial, ainda se encontra pouco atuante em regiões rurais. Informações do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) (CREA-CE, 2022) mostram, em dados quantitativos, a diferença de atuação regulamentada e emissão de Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) em cidades urbanas e rurais. Essa diferença ocorre por diversos motivos, os quais precisam ser identificados de acordo com as características particulares de cada região, de forma a entender como o serviço de inspeção predial pode ser difundido de forma mais eficaz.

A inspeção predial surge como ferramenta para minimizar a incidência de manifestações patológicas que impactam na vida útil da estrutura e na qualidade de vida (insalubridade), no qual, conseqüentemente, geram custos ao usuário. Dessa forma, a finalidade principal de uma viabilidade de acesso à inspeção predial e a análise de manifestações patológicas é atribuir planos de ações para melhorar o desempenho das necessidades do grau de problemas encontrados. Posto isso, as etapas de manutenções devem estar de acordo com o que orienta a norma NBR 16747 (ABNT, 2020), e normas complementares, para que os procedimentos sejam realizados com segurança e qualidade.

Perante o exposto, o presente trabalho se justifica pela necessidade de melhor analisar e caracterizar edificações de cidades rurais, através de vistorias, tendo como objeto de estudo o bairro Alto da Bela Vista na cidade de Caridade, no Estado do Ceará, município localizado em região rural.

Tal estudo abrangerá a identificação e diagnóstico de incidências de manifestações patológicas associadas à umidade em vedações verticais das edificações. Tendo em vista a já citada importância do processo de inspeção predial, a escolha por tal objeto de estudo está atrelada à hipótese de que nestas regiões os serviços de engenharia diagnóstica são limitados e necessitam de ações para uma melhor disseminação e impacto positivo no desempenho das edificações locais.

Sabendo que a realização de manutenções e reparos em edificações é fundamental para a vida útil da estrutura, é necessário realizar uma avaliação das manifestações patológicas, independente da tipologia da edificação. Baseado nisso, o presente estudo também propõe conscientizar, através de cartilhas informativas, os residentes das edificações visitadas, auxiliando na redução de possíveis futuras novas incidências de manifestações patológicas oriundas da umidade, como também, propondo soluções para as anomalias já existentes como forma de melhorar a qualidade de vida do usuário.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Identificar e diagnosticar as anomalias e falhas construtivas decorrentes de manifestações patológicas associadas a umidade em vedações verticais de edificações na cidade Caridade/CE.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais tipos de umidade presentes em vedações verticais das edificações da região em estudo.
- b) Levantar, através de visitas técnicas, *checklists* e registros fotográficos, ocorrências de manifestações patológicas associadas aos diferentes tipos de umidade.
- c) Analisar os dados coletados, apontando as possíveis causas e origens das incidências encontradas.
- d) Avaliar, através da ferramenta GUT, as condições de uso, de durabilidade e de estética das edificações inspecionadas.
- e) Conscientizar, através de cartilhas informativas, os residentes das edificações, reduzindo futuras novas incidências de manifestações patológicas devido à umidade e propor soluções corrigindo as já existentes.

1.2 Estrutura do trabalho

O trabalho foi dividido em seções, através de uma sequência lógica, para uma melhor compreensão do conteúdo abordado. A primeira seção, inicia-se pela introdução apresentando ao leitor razões pelo qual o trabalho foi desenvolvido, abordando a justificativa, a problemática, o objetivo geral e os objetivos específicos.

Em seguida, na segunda seção, encontra-se o referencial teórico que correlaciona assuntos referidos à pesquisa realizada, sendo dividido em três tópicos, dentre eles: engenharia diagnóstica, patologia das construções e inspeção predial. A terceira seção é a metodologia da pesquisa de estudo, contendo o detalhamento do desenvolvimento dos métodos realizados para o alcance dos objetivos planejados, sendo sequenciado conforme pesquisa feita em campo.

Na quarta seção, os resultados encontrados são apresentados de acordo com dados e coletas levantadas em campo das edificações do bairro de estudo. Por fim, na quinta seção encontra-se a conclusão do trabalho, no qual foram determinadas após análises das edificações através de vistorias em campo, considerando dados encontrados durante as etapas metodológicas deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os fundamentos teóricos e estudos realizados diante a pesquisa bibliográfica. Assim, como uma visão geral, esta seção foi dividida em três principais temas, cada um contendo suas próprias subdivisões de acordo com a finalidade, sendo denominados como engenharia diagnóstica, patologia das construções e inspeção predial.

2.1 Engenharia diagnóstica

No decorrer dos anos, devido ao avanço natural da engenharia, desde as técnicas construtivas até o aprimoramento tecnológico, surgiu a necessidade de atentar para a qualidade das edificações. Essa qualidade engloba desde a etapa de escolha dos materiais até decisões de projeto que impactam na fase de uso. Devido a importância do tema, tem-se atualmente um ramo denominado engenharia diagnóstica, o qual estuda caminhos para ações corretivas e preventivas de manifestações patológicas em edificações, e dispõe de ferramentas para melhorar o seu desempenho.

2.1.1 Conceitos e definições

De acordo com a Agenda Parlamentar do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR, 2016), o pensamento de melhorar o desempenho das edificações remonta no Brasil desde a década de 1960. Mas o conceito brasileiro de engenharia diagnóstica surgiu no Brasil somente em 2005, que teve como finalidade estudar ações proativas por meio de diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas para garantir a qualidade total (GOMIDE *et al.*, 2021).

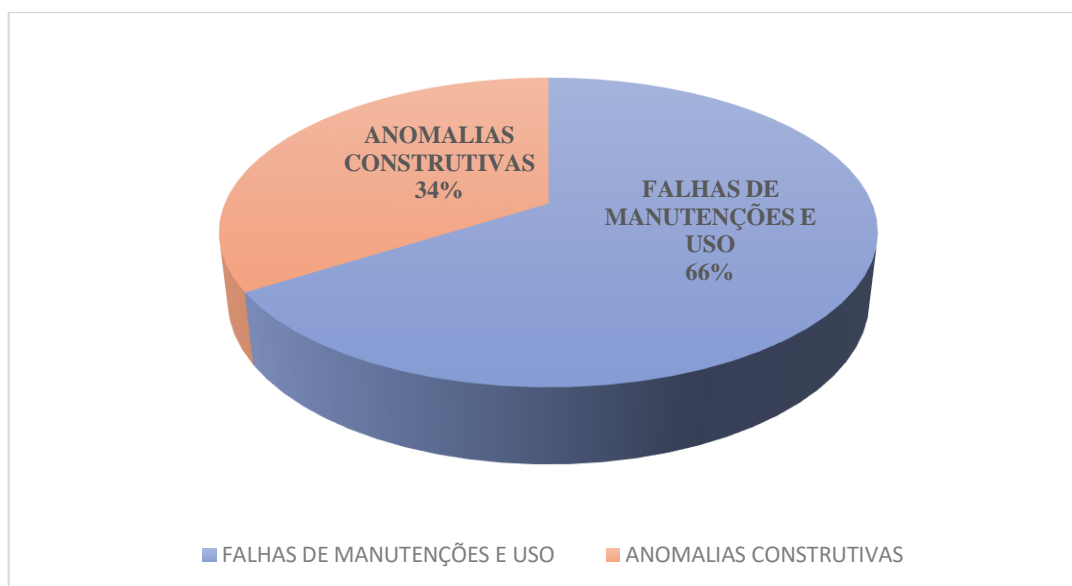
Ainda de acordo com Gomide e colaboradores (2021), foi através de estudos pela melhoria da qualidade do desempenho das estruturas que houve a abrangência da engenharia diagnóstica, e, com isso, mostrou-se a necessidade de também investigar o surgimento de manifestações patológicas prediais, acrescentando a responsabilidade de solução sobre os problemas encontrados. Conseqüentemente, há também um aumento da demanda de profissionais

capacitados na área, apesar de que, no Brasil, ainda existe pouca implementação da realização de avaliações periódicas das condições técnicas, de uso e manutenção de edificações.

Segundo a Cartilha do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo, as tragédias ocorridas em edificações pela ausência de atividades de manutenções preventivas, corretivas ou reformas, percorrem cerca de mais de 20 anos no Brasil. Dentre as causas principais tem-se, sobretudo, a falta de conhecimento técnico, requisito essencial para garantir o desempenho e a segurança dos edifícios (IBAPE-SP, 2012).

Além disto, a cartilha do IBAPE-SP também retrata que estudos realizados em 2009 apresentaram que cerca de 66% dos acidentes prediais estão relacionados a falhas de manutenção e uso e os outros 34% a anomalias construtivas, como é mostrado no Gráfico 1 (IBAPE-SP, 2012).

Gráfico 1 – Incidência dos acidentes prediais por tipo e origem



Fonte: Adaptado da Cartilha da Inspeção Predial à Saúde dos Edifícios, 2012, p. 12.

Diante dos dados apresentados, sabe-se que os problemas de colapso e deterioração da estrutura podem ser solucionados, mas que, para isso, é fundamental a realização de manutenção e inspeção predial nas edificações. Além disso, também é essencial o conhecimento acerca das anomalias construtivas, suas causas, origens e mecanismos de degradação.

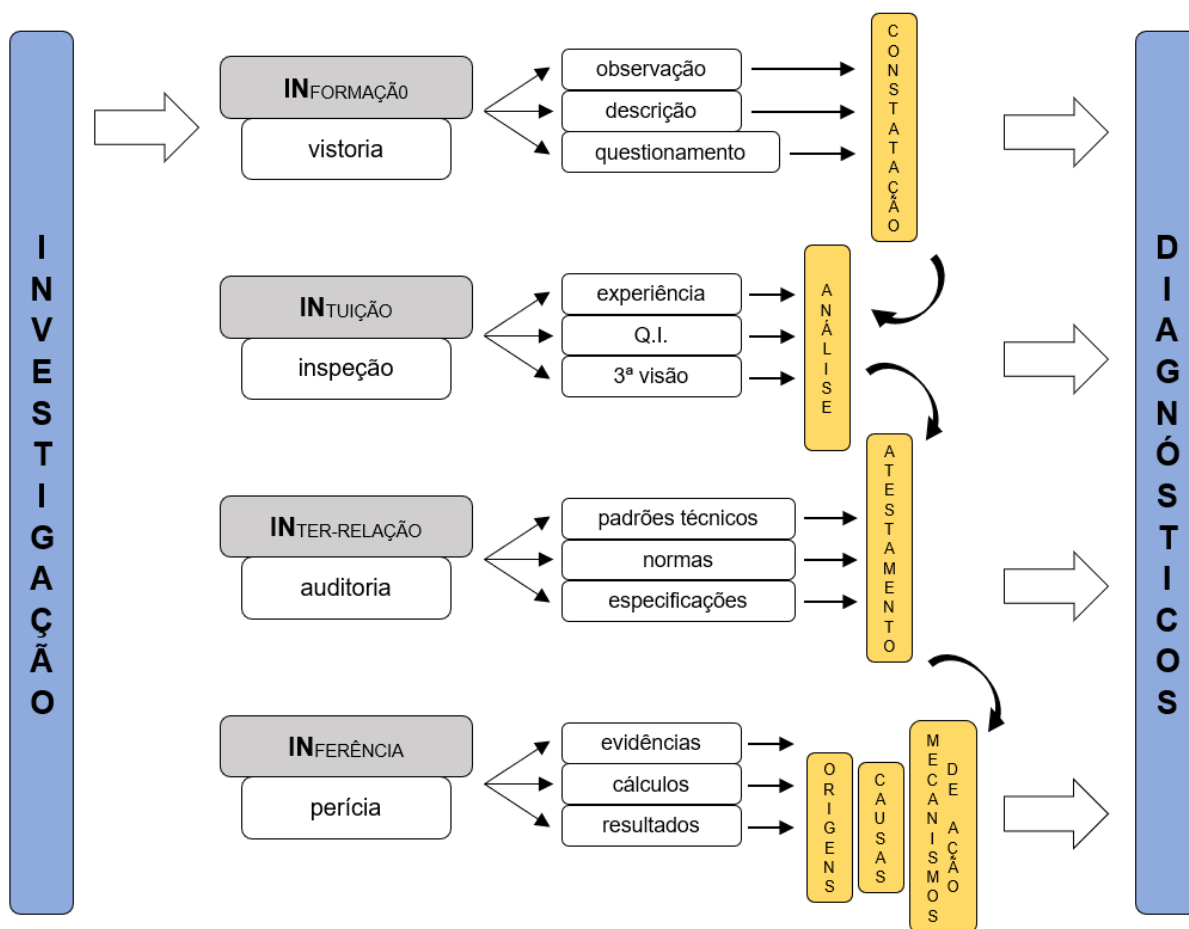
Sena *et al.* (2020) define patologia das edificações como o estudo das causas e mecanismos de anomalias e problemas nas estruturas. O resultado desses problemas é definido como manifestação patológica, sendo identificada na prática da inspeção predial.

Já a área da engenharia diagnóstica pode ser representada da seguinte forma segundo Gomide *et al.* (2021):

Engenharia diagnóstica é a disciplina das investigações técnicas (tetra *IN*) para determinar os diagnósticos de manifestações patológicas e níveis de desempenho das construções, visando aprimorar Qualidade ou apurar Responsabilidades.

O processo diagnóstico definido por Gomide *et al.* (2021) como conceito tetra “*IN*” pode ser ilustrado como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Representação do conceito tetra “*IN*”



Fonte: Adaptado do Manual de Engenharia Diagnóstica (GOMIDE *et al.*, 2021, p. 18).

Em outras palavras, as concepções que regem as características da engenharia diagnóstica consistem em investigar e determinar as origens, causas e efeitos de manifestações patológicas, além de aprimorar a qualidade do desempenho das edificações.

2.1.2 Analogia entre engenharia diagnóstica e medicina

O termo patologia é uma analogia ao conceito da palavra utilizada na área da saúde. Conforme o dicionário etimológico (PATOLOGIA, 2022), a origem da palavra patologia vem do grego *pathos*, que significa doença, e *logos*, significando estudo. Desta forma, a definição de patologia é o estudo das doenças em edificações de um modo geral.

As manifestações patológicas, por sua vez, são as degradações identificadas na edificação. Essas manifestações podem surgir tanto no processo de elaboração de projeto quanto no período de execução, ou ainda no pós-obra. Podem ainda ser identificadas em qualquer dos sistemas construtivos, desde as fundações até a etapa de acabamento.

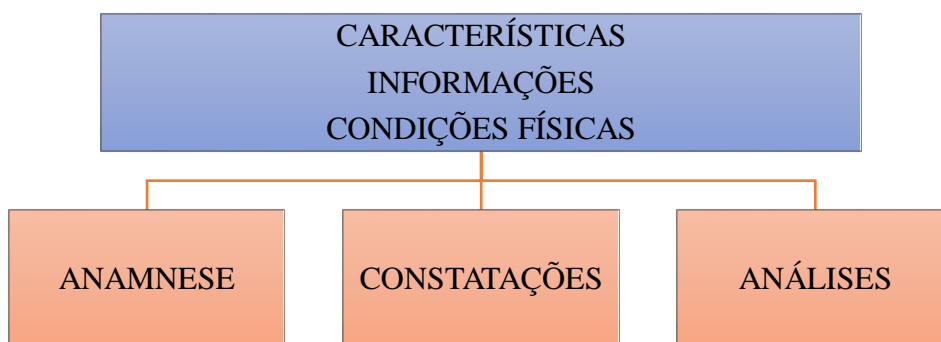
A semelhança das terminologias relacionadas entre a engenharia diagnóstica e a medicina se baseia na comparação da prevenção da saúde humana com a correção de anomalias em edificações. De acordo com Gomide *et al.* (2021), estudos relativos à correlação entre essas duas terminologias têm similaridades, por exemplo, de que os esqueletos se comparam às estruturas. Assim, a identidade da engenharia à medicina pode ser interligada em vários aspectos.

Baseado nisso, o estudo da sintomatologia e etiologia técnicas da engenharia diagnóstica se torna importante para a prevenção de anomalias construtivas nas edificações (GOMIDE *et al.*, 2021). O estudo da sintomatologia abrange todas as interpretações de sintomas ou sinais que podem ocorrer. Já no exame da etiologia tem-se a determinação das características de anomalias e falhas em edificações.

Assim, a importância do estudo para o uso correto de ferramentas diagnósticas que serão utilizadas em uma investigação para a identificação de manifestações patológicas em edificações é fundamental para a vida útil da estrutura, independentemente da sua tipologia. A Figura 2 e a Figura 3 mostram um resumo das

etapas desses estudos que facilitam a compreensão e a correta execução do processo de inspeção predial, e o próximo tópico detalha os conceitos principais de ferramentas diagnósticas.

Figura 2 – Sintomatologia técnica da edificação



Fonte: Adaptado do Manual de Engenharia Diagnóstica (GOMIDE *et al.*, 2021, p. 18).

Figura 3 – Etiologia técnica da edificação



Fonte: Adaptado do Manual de Engenharia Diagnóstica (GOMIDE *et al.*, 2021, p. 18).

França *et al.* (2011, *apud* SENA *et al.*, 2020), perante o estudo desses defeitos, pondo em conjuntura a correlação entre a engenharia civil e a medicina, destaca alguns termos importantes sobre o estudo das manifestações patológicas, os quais podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 – Termos em comum entre a medicina e a engenharia no estudo das patologias

TERMO	SIGNIFICADO
Profilaxia	Remete aos meios para evitar ou prevenir doenças. Na engenharia, seriam as medidas utilizadas para evitar anomalias ou problemas na edificação.
Anamnese	Caracteriza-se por uma entrevista conduzida pelo profissional da área da saúde com o intuito de estabelecer, junto ao seu paciente, qual é o ponto de partida no diagnóstico da enfermidade, ou seja, uma entrevista para relacionar cada fato que esteja ligado à doença e ao paciente.
Diagnóstico	Diz respeito ao conhecimento acerca de algo, o qual pode ser obtido através de exames. Na engenharia, seria a fase de identificação e descrição da origem e causa dos problemas na edificação.
Prognóstico	Está associado ao julgamento médico, a partir da etapa de diagnóstico e considerando as possibilidades terapêuticas, em que o objetivo seria estipular qual seria a evolução do problema com o passar do tempo.
Terapia	Está associada ao tratamento da enfermidade. Na engenharia, seriam as soluções ou medidas estabelecidas, a partir das etapas anteriores, para que se possam ser sanadas as anomalias identificadas.

Fonte: Adaptado de Sena *et al.* (2020).

2.1.3 Ferramentas diagnósticas

A engenharia diagnóstica pode ser entendida como um *check-up* da construção civil, para o qual Gomide *et al.* (2021) propõe o uso de cinco ferramentas que são, sendo elas: vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria. Essas ferramentas são utilizadas como meio de avaliar problemas relacionados a manifestações patológicas e para garantir a qualidade total das edificações.

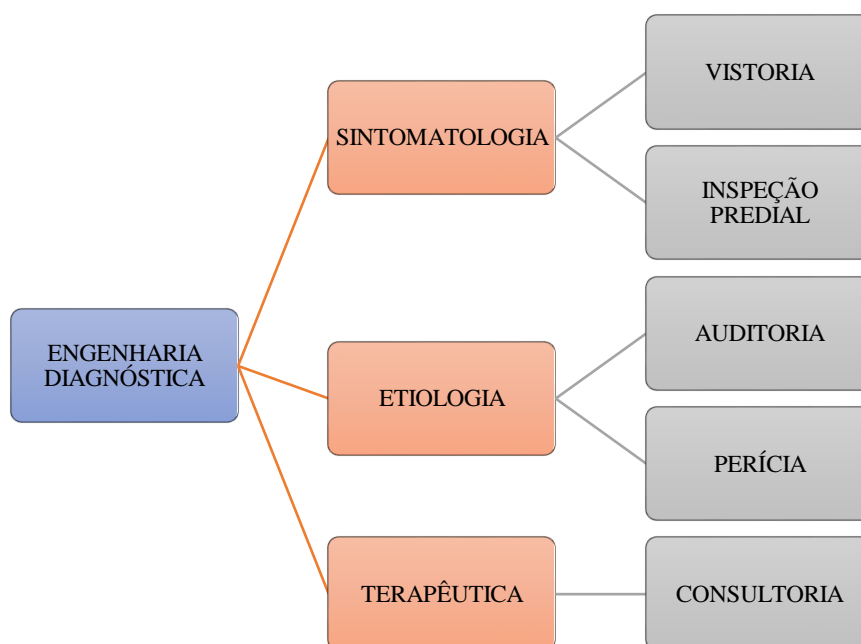
De acordo com Gomide, Cabral e Gullo (2009), o estudo das ferramentas da engenharia diagnóstica em edificações é dividido em três definições pertinentes sendo elas sintomatologia, etiologia e terapêutica. Cada uma dessas ferramentas origina uma característica que contribui para a determinação de manifestações patológicas e para a avaliação do nível de desempenho da construção.

As definições do estudo das ferramentas diagnósticas para os campos de atuação, são (GOMIDE, NETO E GULLO, 2006 p 14 e 15):

- Sintomatologia técnica da edificação – constatações e análises dos sintomas e condições físicas das anomalias construtivas e falhas de manutenção;
- Etiologia técnica da edificação – determinação dos efeitos, origens, causas, mecanismos de ação, agentes e fatores de agravamento das anomalias construtivas e falhas de manutenção;
- Terapêutica da edificação – realização das reparações das anomalias construtivas e falhas de manutenção.

Isto posto, a representação que retrata as descrições de cada definição com suas ferramentas para entendimento de sua investigação, segue na Figura 4.

Figura 4 – Ferramentas da engenharia diagnóstica

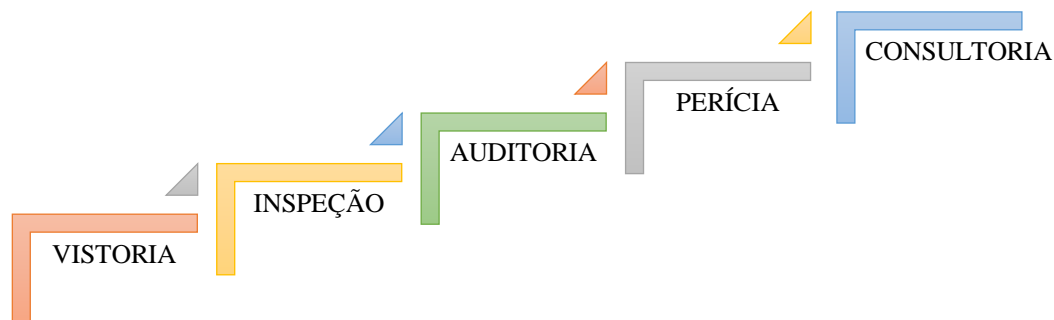


Fonte: Adaptada do Gomide, Neto e Gullo (2009).

Conforme Feitosa (2018) as “vistorias constata; as inspeções analisam; as auditorias atestam; as perícias apuram causas; e as consultorias se servem de todos os conhecimentos anteriores para fazer as prescrições técnicas”. A Figura 5 retrata o processo das ferramentas diagnósticas de forma progressiva, a qual o

exercício para a análise de manifestações em edificações pode ser amenizado ou eliminado.

Figura 5 – Progressividade diagnóstica



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

Consequentemente, o desenvolvimento de novas normas e suas atualizações pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sucedeu na necessidade de a engenharia diagnóstica abranger o escopo das construções em geral. Além do estudo das patologias, há a preocupação aos enfoques da sustentabilidade, desempenho, durabilidade e novas tecnologias.

2.2 Patologia das construções

A patologia das construções é a área que estuda as manifestações patológicas identificadas em edificações. As manifestações patológicas são desenvolvidas devido ao mau desempenho de processos construtivos e/ou a ausência de inspeção predial. E é através da inspeção predial que essas anomalias construtivas podem ser identificadas, classificadas e solucionadas.

2.2.1 Conceitos e definições

Sabe-se que as edificações estão envelhecendo e, com a já citada falta de manutenção preventiva que ocorre no mercado brasileiro, as manifestações patológicas estão cada vez mais evidentes. Contudo, esse não é um tema totalmente novo, visto que, de acordo com Thomaz (1989), já existia na década de 80 a

observação do aumento no envelhecimento natural das estruturas devido a negligência de cuidados, acarretando o surgimento de anomalias e falhas.

Pujadas (2009) complementa tal análise ressaltando que a ausência de atividades de manutenções nas edificações pelos usuários, em vez de favorecer a vida útil do prédio, ocasiona prejuízo e possíveis acidentes. Os acidentes prediais com vítimas fatais ou danos irreparáveis provocados por falhas em processos construtivos ou conveniente da ineficiência de manutenções, estimula a necessidade de ações preventivas para garantir o funcionamento da edificação e na eliminação de riscos (ORTIZ, 2009).

Diversos autores, na tentativa de melhor definir o conceito de patologia das construções, mostraram ideias sobre o conceito, que complementam e auxiliam os profissionais da construção na melhor compreensão da área da engenharia diagnóstica. O Quadro 2 apresenta alguns desses conceitos.

Quadro 2 – Compilação de definições sobre patologia das edificações

AUTOR	ABORDAGEM SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES
Costa (2011, p, 11)	“patologia são manifestações dos defeitos em peças, construções, edificações, projetos, estruturas ou acabamentos, sendo ainda que ela se define como sendo a ciência na qual estuda a origem, causa e efeito das falhas que podem surgir nas construções civis”
Souza (2012, p, 65)	“as patologias são as falhas dentro de uma estrutura decorrente da má utilização de mão de obra ou até mesmo de materiais inadequados, que pode ocasionar rachaduras, vazamentos e um piso soltando”
Silva (2012, p, 34)	O conceito de patologia das construções se define como “a ciência que procura estudar os defeitos e incidentes que os materiais podem promover nas construções de um modo geral e que busca diagnosticar as origens dessas causas e efeitos e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico”

Fonte: Autora (2023).

Contudo, de um modo geral, as manifestações patológicas presentes em edificações podem ser definidas como defeitos que por diversas consequências comprometem toda ou partes da estrutura. Mas tão importante quanto o conceito de patologia é o estudo das tipologias de manifestações patológicas. O próximo item detalha as informações acerca das causas, origens e tipos de manifestações patológicas mais comuns.

2.2.2 Tipologia e suas classificações

De acordo com o IBAPE Nacional (2012), a ocorrência de anomalias e falhas em edificações provoca a diminuição de sua vida útil estimada, podendo comprometer algumas características como: segurança, funcionalidade, operacionalidade, acessibilidade, durabilidade e vida útil, dentre outros parâmetros orientados pela NBR 15575 (ABNT, 2021).

Em outras palavras, as anomalias podem ocasionar a perda de desempenho da edificação e seus componentes. A Norma Brasileira de desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2021), conceitua essas anomalias como irregularidades ou anormalidades, sendo originárias da fase de projeto, execução ou até mesmo o fim da vida útil, além de fatores externos, podendo ser classificadas como anomalia endógena, anomalia funcional ou anomalia exógena. Essa classificação, com a descrição de cada origem, está apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação de anomalias de acordo com sua origem

ANOMALIAS	
<i>“irregularidades, anormalidade, exceção à regra”</i>	
Endógenas	Provenientes de vícios de projetos, materiais e execuções.
Exógenas	Decorrentes de danos causados por terceiros.
Naturais	Oriundas de danos causados pela natureza.
Funcionais	Provenientes da degradação.

Fonte: Adaptado de Pujadas (2014).

Caporrino (2018) ressalta a importância de prevenir a edificação contra anomalias, mas, se por acaso surgirem, deve-se usar técnicas adequadas para sua correção, evitando que se propaguem e afetem outros sistemas.

Além das anomalias, a norma da ABNT NBR 16747 (ABNT, 2020) afirma que existem falhas. Falhas são irregularidades ou anormalidades que resultam no desempenho inferior da edificação, podendo ser associadas ao uso, operação ou manutenção. Ou seja, pode-se classificar também de acordo com a ocorrência, como é mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação das falhas

FALHAS	
<i>“irregularidade, anormalidade, exceção à regra. Caracteriza-se pela perda de desempenho decorrente do uso e operação inadequados, e da inadequação da elaboração, planejamento, execução e controle de manutenção.”</i>	
De planejamento	Decorrentes de falhas do plano e programa de manutenção.
De execução	Oriundas dos procedimentos e insumos.
Operacionais	Provenientes dos registros e controles técnicos.
Gerenciais	Devido a desvios de qualidade e custos.

Fonte: Adaptado de Pujadas (2014).

É possível perceber que no Quadro 4, que a classificação de falhas geralmente provoca a redução do desempenho da edificação onde podem ser identificados em várias etapas de seu desenvolvimento.

Já a classificação apresentada por Helene (1992, *apud* SENA *et al.*, 2020) para o estudo das manifestações patológicas traduz-se em 3 conceitos, sendo eles:

- **Causa:** associada ao agente responsável por desencadear o problema. Ex.: Fissura em uma viga de concreto armado gerada devido a ação de momento fletor gerado por uma carga a qual a viga se encontra submetida.
- **Origem:** etapa ou fase do processo construtivo onde se teve o início do problema. Ex.: Planejamento, projeto, fabricação de materiais, execução e uso.
- **Mecanismo:** é o processo responsável pela instauração e desenvolvimento do problema, ou seja, o que faz a patologia se desenvolver, como ela funciona.

Através de uma abordagem de caráter genérico, as principais manifestações patológicas que incidem nas obras de construção civil de forma simplificada observadas por Gomide *et al.* (2021) são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Principais manifestações patológicas em edificações (continuação)

ORIGEM E OCORRÊNCIA	TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	SISTEMA CONSTRUTIVO	CAUSAS PRINCIPAIS
Anomalias construtivas	Fissuras por flexão	Estrutura de concreto	Cisalhamento, estribos insuficientes ou mal colocados, resistência do concreto insuficiente
	Fissuras por recalque	Estrutura de concreto	Fundação mal dimensionada
	Eflorescência e manchas	Alvenarias	Umidade excessiva durante a construção
	Fissuras verticais	Alvenaria	Bloco e argamassa com resistência baixa ou só a argamassa com resistência insuficiente
	Fissuras em cantos de vãos	Alvenarias	Vergas e contra vergas insuficientes
	Trincas a 45°	Alvenarias	Recalque diferencial, escavações, vibrações, rebaixamento do lençol freático, edificações vizinhas
	Perda de aderência	Revestimento (reboco)	Presença de umidade ou sais, erros de execução
	Desprendimento	Revestimento (reboco)	Perda de coesão, ação de agentes atmosféricos (vento, chuva)
	Descolamento com empolamentos	Revestimento argamassado	Foco de infiltração, hidratação retardada de óxido de magnésio da cal

Quadro 5 – Principais manifestações patológicas em edificações (continuação)

Anomalias construtivas	Descolamento em forma de placas	Revestimento argamassado	Camada muito espessa, superfície da base muito lisa ou com sujidades, ausência de chapisco
	Fissuras mapeadas	Revestimento argamassado	Retração da argamassa
	Proliferação de fungos	Revestimento argamassado	Umidade constante, sais solúveis presentes na alvenaria ou na água de amassamento, cal não carbonatada, área não exposta ao sol
	Pulverulência	Revestimento (tintas)	Radiação, temperatura, umidades e oxigênio
	Eflorescência	Revestimento cerâmico	Existência de materiais solúveis na pasta, que se dissolvem com a presença de água e surgem na superfície
	Descolamento	Revestimento (tintas)	Aplicação em superfícies com sujidades ou muito lisas ou porosas ou sobre base úmida
	Eflorescência	Revestimento (tintas)	Aplicação sobre reboco úmido
	Oxidação	Esquadria	Pintura inadequada
Falhas de manutenção	Oxidação	Estruturas de concreto	Ausência de reaplicação da camada de proteção
	Deterioração química	Revestimento cerâmico	Utilização de produtos inadequados
	Deterioração de juntas	Revestimento cerâmico	Procedimentos de limpeza inadequados

Quadro 5 – Principais manifestações patológicas em edificações (conclusão)

Falhas de manutenção	Desprendimento de rejunte	Revestimento cerâmico	Ausência de reaplicação
	Vazamento externo em válvulas de descarga	Instalações hidráulicas	Desgaste dos componentes de vedação
	Entupimento do chuveiro	Instalações hidráulicas	Sujidades

Fonte: Adaptado do Manual de Engenharia Diagnóstica (GOMIDE *et al.*, 2021).

Como pode ser observado, os conceitos e definições das manifestações patológicas são muito vastos. Entretanto, para atrelar aos objetivos do presente estudo, delimitou-se em estudar as ocorrências de manifestações patológicas decorrentes da umidade em vedações verticais. Logo, o tópico a seguir aborda definições e características sobre referida patologia.

2.2.3 Umidade em vedações verticais

Vedações são os elementos de uma edificação com a finalidade de fechamento externo e/ou interno de um ambiente. A vedação vertical pode ser definida como um subsistema da construção que limita os ambientes, por exemplo: as fachadas e as paredes.

De acordo com Gomide *et al.* (2021), toda manifestação patológica apresenta causa e efeito. Desta forma, para o correto reparo de anomalias é condição indispensável a identificação da origem ou a ascendência que causa determinada patologia. Segundo Greven e Seele (2022) existem seis origens de umidade ocasionadas em vedações verticais, dentre elas:

- **Umidade de obra:** é a inicialmente presente nos materiais de construção de uma obra recém-concluída, em decorrência das técnicas e dos materiais empregados utilizarem a água de forma intensa e ser necessário um prazo mínimo para a sua eliminação através de evaporação para o ambiente.
- **Umidade ascendente:** em geral, dita umidade capilar do sol, ou umidade de absorção capilar ou umidade de absorção e

capilaridade, é aquela decorrente de falhas do sistema de impermeabilização das fundações e paredes em contato com o solo úmido.

- **Umidade de infiltração:** ou umidade de fluxo superficial, é decorrente da penetração de água de chuva pelo envoltório da edificação, incluídos os elementos e componentes como portas e janela etc.
- **Umidade higroscópica:** também dita umidade de absorção higroscópica, a qual é decorrente do equilíbrio autógeno de umidade dos materiais de construção porosos com a umidade relativa do ambiente circundante.
- **Umidade de condensação:** bem como umidade de condensação capilar, ocorre no interior ou na superfície dos elementos construtivos, em decorrência do fenômeno de condensação do ar, seja por variações de temperatura ou variações de umidade do ar ambiente.
- **Umidade acidental:** decorrente de vazamentos nas instalações prediais de coleta ou distribuição de água.

Devido à complexidade dos fenômenos de cada tipo de umidade como também de falhas construtivas, principalmente ocasionadas pela ausência do sistema de impermeabilização, a tipologia é caracterizada perante o estado em que a umidade está sujeita. Assim, os efeitos dessas anomalias apresentam origens e mecanismos específicos no seu processo de deterioração, no qual atingem estágios diversos e que precisam ser identificados e tratados.

Conforme Fórum (2021), o sistema de impermeabilização é constituído por três características de construção: a durabilidade da edificação, o conforto e usabilidade e a proteção ao meio ambiente. Apesar desses aspectos trazerem benefícios e vantagens para a construção da edificação, a realidade do canteiro de obras é de pouca aplicabilidade e informação desse sistema. Isso ocorre tanto através do profissional responsável pelo projeto, quanto pela falta de treinamento da mão de obra utilizada na execução da atividade.

Portanto, para a correta identificação e tratamento da ocorrência de umidade, através de dados coletados em vistorias, é fundamental que medidas preventivas sejam realizadas como forma de evitar o surgimento dessas patologias baseada em três etapas (TUTIKIAN; PACHECO, 2013). Dentre elas:

- **Etapa 1:** Inspeção visual dos sintomas aparentes, sua localização e intensidade.
- **Etapa 2:** Realização da análise de dados obtidos, avaliando o comportamento geral da edificação.
- **Etapa 3:** Definição dos mecanismos (origem e causa) decorrentes de umidade.

Diante disso, é necessário o estudo de cada tipo de origem do problema encontrado, a fim de identificar os meios pelo qual a água consiga penetrar e ocasionar a umidade em vedações verticais. Quando a umidade penetra nas vedações verticais, pode ocasionar danos aos materiais e aos elementos construtivos.

Por essas e outras razões, é de fundamental importância garantir que as vedações verticais sejam devidamente executadas e mantidas para evitar problemas relacionados à umidade. Dentre as principais características de defeitos decorrentes de manifestações patológicas providas da umidade, algumas delas são:

- a) **Eflorescência e fenômeno da lixiviação:** A eflorescência surge quando a água penetra em uma parede que apresenta sais solúveis. Estes sais podem ser encontrados em materiais como o concreto, sendo trazidos para a superfície, no qual a água evapora e os sais se depositam tanto em forma de pó quanto de sólido (MARQUES, 2021). Já o conceito de lixiviação, conforme a NBR 6118 (2014, p. 15), é definido como “o mecanismo responsável por dissolver e carrear os compostos hidratados da pasta de cimento por ação de águas puras, carbônicas agressivas, ácidas e outras”.
- b) **Corrosão ou oxidação de armaduras:** A corrosão ou oxidação de armaduras, ocorre através da ação química ou eletroquímica do meio ambiente, no qual os esforços mecânicos podem ou não possibilitar o processo (MEIRA, 2017). Dessa forma, um ânodo e um cátodo se desenvolvem em uma barra de aço,

onde oxida na parte anódica e é reduzida na parte catódica. Existem vários fatores que facilitam o surgimento da corrosão ou oxidação e um destes é a existência da água, pois ela é crucial para a reação catódica de redução de oxigênio, além de influir na resistividade do concreto e na permeabilidade do oxigênio (FIGUEIREDO E MEIRA, 2013).

- c) **Mofo e bolor:** O mofo e bolor são manifestações patológicas originadas por fungos que degrada as áreas afetadas, geralmente localizados em locais úmidos ou sujeitos a presença de infiltração, quentes e mal iluminados (FERRAZ, 2016). Santos Filho (2008), corrobora que eles são manifestados por manchas escuras de tonalidade preta, marrom e verde. Afetando tanto a parte externa quanto a parte interna da edificação, além de comprometer a saúde dos que residem.
- d) **Fissuras e trincas:** A diferença entre fissura e trinca é apenas o tamanho da espessura, em que podem ser originadas por sobrecarga, higroscópicas, recalques de fundações, movimentação térmica, entre outras (BAUERMANN, 2018). De acordo com Thomaz (2020), a diminuição do teor de umidade provoca uma contração no material, enquanto o aumento produz uma expansão. Com isso, se houver vínculos que impossibilitam essas movimentações, ocorrerão fissuras em elementos construtivos.
- e) **Goteiras e manchas:** Conforme Schonardie (2009), as goteiras e manchas são patologias decorrentes de infiltração. No qual, o acúmulo de água penetra na superfície da parede causando manchas. De Souza (2008) complementa que o caimento inadequado da água, pode ocasionar vazamentos e goteiras, devido as telhas estarem fora do plano adequado.
- f) **Descascamento de pintura:** O descascamento surge quando a aplicação da tinta é realizada sobre a parede úmida (MONTECIELO E EDLER, 2021). Essa patologia ocorre devido a ação da água, em que é decorrente da reação química dos sais lixiviados (FERRAZ, 2016).
- g) **Deslocamento do revestimento:** De acordo com Felipe *et al.* (2022), existem três fatores que são preponderantes para o surgimento de patologia nos diversos tipos de revestimentos, dentre elas: as condições climáticas, a preparação da superfície e a escolha dos materiais. Ademais, a NBR 9575 (ABNT, 2010) enfatiza a importância da impermeabilização na execução do

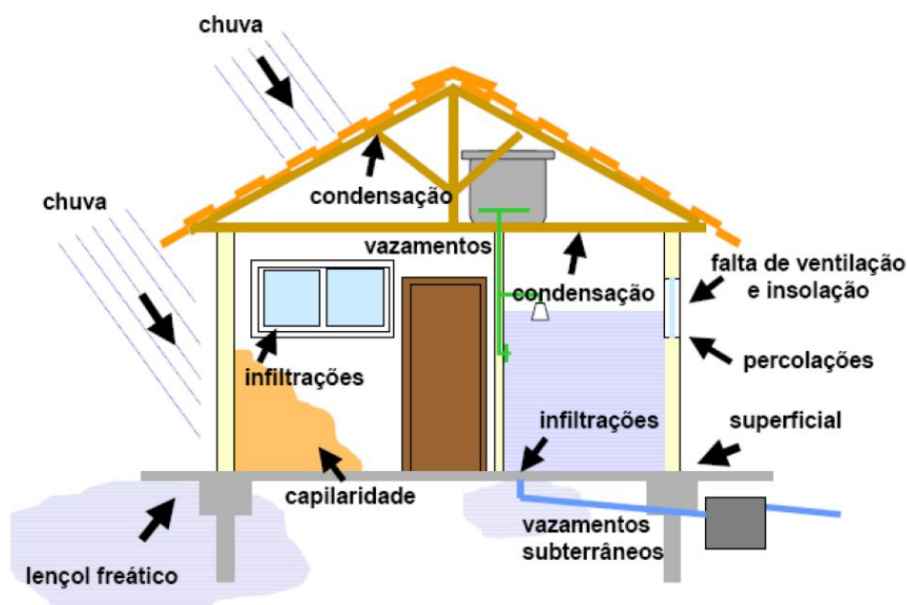
revestimento, pois “tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade”. Felipe *et al.* (2022) complementa tal definição, que em revestimentos cerâmicos essa anomalia ocorre devido à má execução no assentamento, a falta de manutenção do rejunte, a não substituição das peças cerâmicas e o não tratamento da origem do problema.

- h) **Destacamento da camada de reboco:** O reboco é a camada final de revestimento da vedação vertical e tem função de tornar a superfície sobre o emboço mais lisa. A presença de água na alvenaria favorece no surgimento do destacamento de placas, do reboco e aparecimento de manchas em sua superfície (FELIPE *et al.*, 2022).

No entanto, para que esses defeitos sejam reparados corretamente é preciso conhecer o efeito da patologia através de suas consequências. Diante disso, o estudo de cada tipo de origem, a fim de identificar os meios pelo qual a água consiga penetrar e ocasionar a umidade em vedações verticais, é fundamental para a solução de problemas.

Além disso, observa-se que a presença de umidade pode causar vários problemas de diferentes origens como também, a mesma origem de problema pode ser causada por diferentes tipos de umidade. Dessa forma, na Figura 6, percebe-se as diversas possibilidades de surgimentos de ocorrência de umidade em edificações (FERRAZ, 2016).

Figura 6 - Mecanismos facilitadores do surgimento de umidade nas construções



Fonte: Ferraz (2016).

Deste modo, em síntese, as fontes de umidade e suas patologias serão apresentadas no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 – Fontes de umidade e suas manifestações patológicas (continuação)

FONTES DE UMIDADE	INDÍCIOS E DANOS	CAUSAS
De obra	Umidade em alvenaria, corrosão, oxidação das armaduras, descascamento de pintura e deslocamento do revestimento.	Má execução das atividades em canteiro de obras ou inexistência de sistema de impermeabilização.
Ascendente	Eflorescência e fenômeno da lixiviação, mofo e bolor e deslocamento do revestimento.	Falhas ou inexistência de sistema de impermeabilização, elevado nível do lençol freático.
Higroscópica	Fissuras e trincas.	Má cura de materiais.

Quadro 6 – Fontes de umidade e suas manifestações patológicas (conclusão)

De infiltração	Goteiras e manchas, umidade em alvenaria e em revestimentos, corrosão e oxidação das armaduras, mofo e bolor, destacamento do revestimento.	Ausência de calhas e sistema de impermeabilização ou vazamentos de tubulações hidrossanitárias.
De condensação	Mofo e bolor, umidade na alvenaria e em revestimento, descascamento da pintura.	Elevadas temperaturas e umidade relativa do ar, mau isolamento térmico.
Acidental	Mofo e bolor, umidade em instalações hidrossanitárias.	Vazamentos de tubulações hidrossanitárias, ausência de sistema de impermeabilização e manutenções.

Fonte: Autora (2023).

Porém, se as anomalias decorrentes da umidade forem caracterizadas pela aparência visual, elas podem ser classificadas conforme apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Anomalias em vedações por ação de umidade e sais

MANCHAS DE UMIDADE	ALTERAÇÕES DE COR	ALTERAÇÕES SUPERFICIAIS	ALTERAÇÕES DE MICROESTRUTURA
Coloração escura	Formação de manchas	Desgaste	Fissuras
Marcas de água	Descoloração	Bolhas ou formação de ondas	Descascamento
Manchas úmidas	Sujeiras	Pulverulência	Afrouxamento de vínculos
Manchas	Alterações	Lixiviação por água	Expansão
Manchas	Alterações	Descolamento	Perda de material
Manchas	Alterações	Ataque biológico	

Fonte: Adaptado de Alvenarias afetadas por umidade e sais (Greven e Seele., 2022, p. 28).

Embora as manifestações patológicas apresentem características típicas entre elas, não se deve fazer uso de classificações teóricas, pois suas origens são diferentes como também o grau e a sua intensidade. Portanto, para as definições anteriormente citadas, é importante destacar que estando o assunto ainda em desenvolvimento, outros conceitos podem surgir, mas que serão abordados perante a metodologia do estudo.

No entanto, o estudo das tipologias de umidade é avaliado através da realização de inspeção predial. Em que, objetiva descobrir, se a edificação funciona corretamente, além de corrigir e reparar eventuais anomalias encontradas.

2.3 Inspeção predial

A inspeção predial é uma ferramenta essencial para o estudo de patologias em edificações. É através da análise técnica, uso e manutenção de qualquer anomalia ou falha construtiva que garante o desempenho da estrutura e acarreta sua qualidade total. Além disso, a inspeção predial aborda o estado de conformidade e não conformidade da edificação, onde essas inconformidades podem aumentar com o tempo, e com isso, também tende ao aumento do custo da manutenção.

2.3.1 História da inspeção predial no Brasil

Em 1999, Tito Lívio Ferreira Gomide, considerado como o precursor da inspeção predial no Brasil, apresentou um trabalho que teve como questionamento “A inspeção predial deve ser obrigatória?” no X COBREAP (Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias), em Porto Alegre. O trabalho teve como objetivo demonstrar que a inspeção predial possibilita em uma avaliação eficiente e direcionava conceitos sobre a manutenção e conservação das edificações, possibilitando a responsabilidade de patologias que pudessem surgir nas edificações (GOMIDE, 2013).

O trabalho de Gomide trouxe desenvolvimentos de diretrizes e normas técnicas sobre a inspeção predial no Brasil. Nesse sentido, o trabalho foi embasado na norma de manutenção – ABNT NBR 5674:1980 vigente à época, contendo como escopo serviços técnicos relacionados a manutenções periódicas. Essa norma foi

revisada em 1999 e novamente em 2012, onde essa última versão se encontra em vigor atualmente (IE, 2016, p. 69).

Posteriormente, em 2000, foi fundada a Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias) que desenvolveu e publicou, em 2003, a primeira norma de inspeção predial brasileira, cujo primeiro coordenador foi o engenheiro Tito Lívio Ferreira Gomide. Essa norma teve suas versões atualizadas nos anos de 2005, 2007 e 2011.

Já nos anos 2005 e 2006 consecutivos, houve a publicação de dois livros sobre inspeção predial elaborados por colaboradores do IBAPE/SP. O primeiro publicado em 2005, foi o livro “Inspeção predial – *check-up* predial: guia da boa manutenção”, e reeditado em 2009 e 2012 pela editora Leud, no qual acrescentou conceitos e diretrizes para elaboração de laudos, além da descrição de patologias em sistemas construtivos prediais e orientações técnicas de manutenções e reparos. Já o segundo livro, publicado em 2006 pela editora Pini, teve como título “Técnica de inspeção e manutenção predial”, que apresenta tanto conceitos quanto questões práticas para a elaboração da inspeção predial com comentários referentes às NBR 5674 (ABNT 1999) e NBR 14037 (ABNT 1998), cujas normas referidas na época.

No ano de 2009, elaborada pelo IBAPE Nacional, foi publicada uma nova norma sobre inspeção predial revisada em 2012 e está em vigor até hoje. Ela ressalta “as diretrizes, conceitos, terminologias, convenções, notações, critérios e procedimentos relativos à inspeção predial”, além de determinar que a realização é “de responsabilidade e da exclusiva competência dos profissionais, engenheiros e arquitetos, legalmente habilitados [...]” (IBAPE NACIONAL, 2012).

De acordo com as concepções de novas técnicas, as publicações de livros também continuaram em crescimento. Sendo assim, em 2011 o livro “Inspeção predial total” foi lançado pela editora Pini, foi reeditado em 2014 e 2020 pela editora Oficina de Textos. Além de todos os conceitos que haviam sido abordados no livro, também foram apresentadas análises de normas e projetos vigentes na época.

O ano de 2013, é considerado como o marco para a inspeção predial, pois foi nesse ano que as diretrizes técnicas abordadas sobre ela foram elaboradas pelo Instituto de Engenharia, juntamente com o passo a passo para a sua realização (IE, 2016). Além disso, ocorreu a publicação da norma de desempenho – NBR 15575

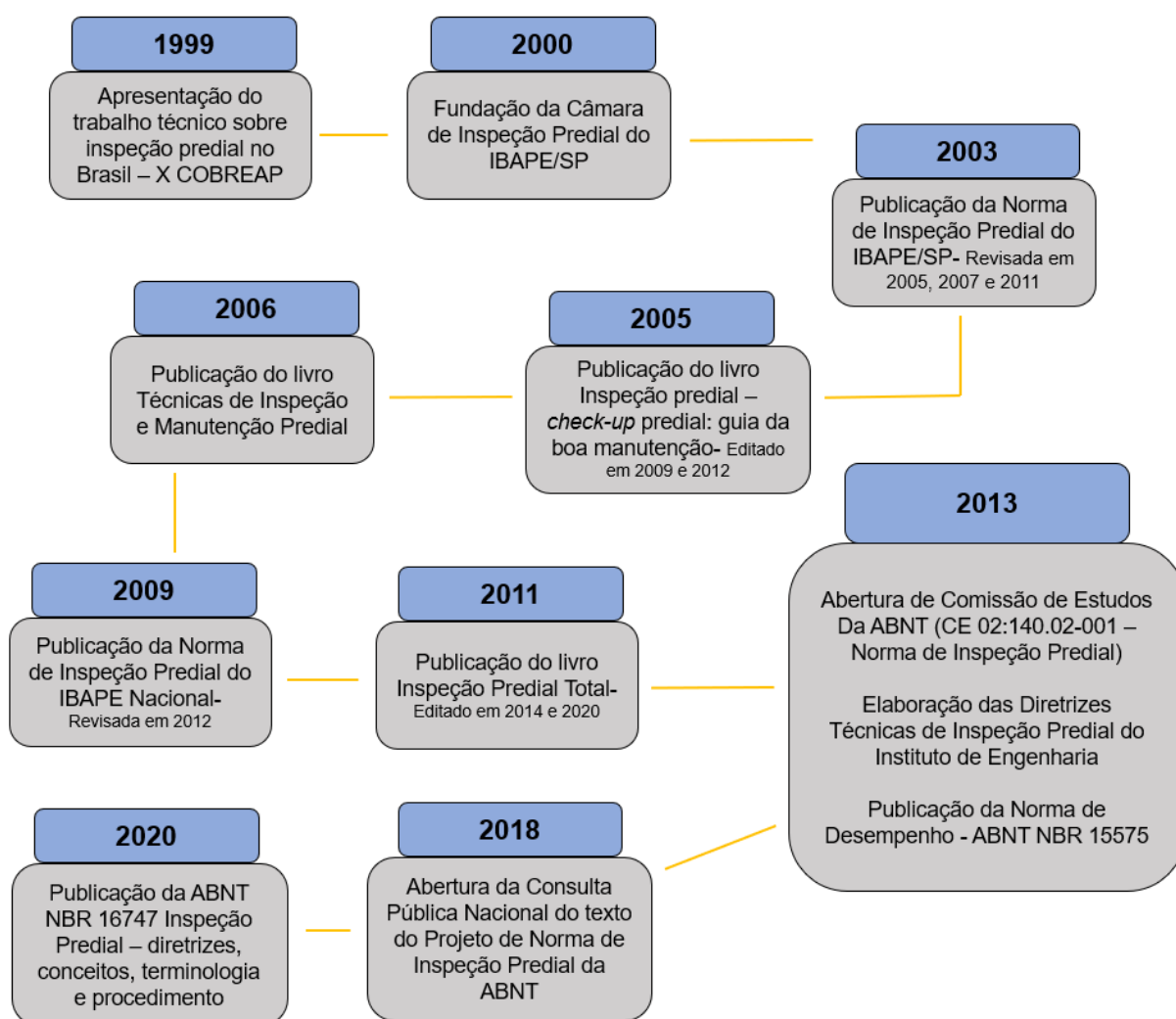
(ABNT, 2013), cujo questionamento relacionava diretamente sobre a preservação de desempenho e a conservação para a prática de inspeção predial em edificações.

Ainda no ano de 2013, a Comissão de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas foi criada para propor a elaboração da norma de inspeção predial da ABNT. O projeto da norma dessa comissão entrou para consulta pública nacional em 2018, e ficou disponível para análise da sociedade até fevereiro de 2019.

Contudo, somente em 21 de maio de 2020 que houve a última revisão e finalmente a publicação da ABNT NBR 16747 Inspeção predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento (ABNT CATÁLOGO, 2021).

Resumidamente, a Figura 7 apresenta um fluxograma cronológico para uma melhor compreensão do histórico da inspeção predial no Brasil.

Figura 7 – Fluxograma resumido da história da inspeção predial no Brasil



Fonte: Adaptado pela autora (2023).

Toda a história da inspeção no Brasil é fundamental para a compreensão dos fatores que ajudarão no exercício do processo de atividades que melhorarão o desempenho e funcionamento da edificação, a partir disso, o tópico seguinte trará conceitos e parâmetros relevantes para que a inspeção predial seja executada corretamente.

2.3.2 Desempenho das edificações: conceitos normativos e legais

A preservação do patrimônio é um elemento estabelecido na constituição brasileira. Com isso, é importante conscientizar uma educação patrimonial, a fim de estabelecer diretrizes para o conhecimento de sua conservação (MOREIRA, 2007).

As atividades corretivas, preventivas, reformas ou outras atitudes que deveriam incentivar ao desempenho das edificações são negligenciadas ou ignoradas pelos proprietários de imóveis, usuários e gestores prediais. Dessa forma, a ausência dessas atividades ocasiona prejuízos, e em alguns casos, acidentes (PUJADAS, 2009).

Hodiernamente, existem diversos projetos e leis estaduais e municipais que incentivam a prática de inspeções prediais, visando o desempenho da edificação e a segurança dos usuários. À vista disso, é de suma importância a fiscalização por um profissional da área, como um engenheiro civil ou arquiteto, no processo de execução da obra, pois o seu devido conhecimento técnico é o principal meio para amenizar o surgimento de anomalias e falhas, como também reduzir riscos aos usuários.

A norma NBR 16747 (ABNT, 2020) utilizada como meio para a realização de atividades de inspeção predial, explana em sua introdução a importância e a necessidade dessas atividades, logo, o conceito que a norma traz como definição de inspeção predial é da seguinte forma:

A inspeção predial é um processo que visa auxiliar na gestão da edificação e, quando realizada com periodicidade regular, contribui com a mitigação de riscos (...). Sua periodicidade está de acordo com as leis e regulamentos vigentes, bem como à eventual recomendação do profissional de inspeção (...), os resultados da inspeção são referentes ao momento em que a inspeção foi realizada e, portanto, são sempre associados à data da vistoria que a embasou.

No entanto, o objetivo da norma é padronizar as atividades de inspeção predial como meio de manutenção e prevenção das condições mínimas da edificação, conservando o seu estado de uso e sistemas construtivos. A norma atua como ferramenta essencial para o prolongamento da vida útil da edificação, estabelecendo a necessidade de acompanhamento técnico e sistêmico durante as atividades.

Levando em consideração todas as suas versões, a NBR 15575 (ABNT, 2021), contribui para a determinação de requisitos mínimos de desempenho das edificações. Além disso, ela apresenta alguns termos importantes para o conceito de desempenho, como os apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Termos e definições da análise de desempenho de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2021)

TERMO	DEFINIÇÃO
Requisitos de desempenho	Condições qualitativas dos atributos que a edificação deve possuir, assim como seus sistemas, que atendam aos requisitos do usuário.
Critérios de desempenho	Especificações de natureza qualitativa dos requisitos de desempenho, apresentados de forma mensurável, que possam ser objetivamente determinados.
Durabilidade	Capacidade que a edificação ou seus sistemas possuem para desempenhar suas funções com o decorrer do tempo, de acordo com as condições de uso.
Manutenção	Conjunto de atividades a serem executadas com o objetivo de assegurar a conservação ou recuperação da capacidade funcional da edificação e seus sistemas.

Fonte: Adaptado de ABNT (2021).

Como observado no Quadro 8, a realização de atividades de manutenção é fundamental para o desempenho das edificações. De acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção é o conjunto de atividades que devem ser realizadas ao

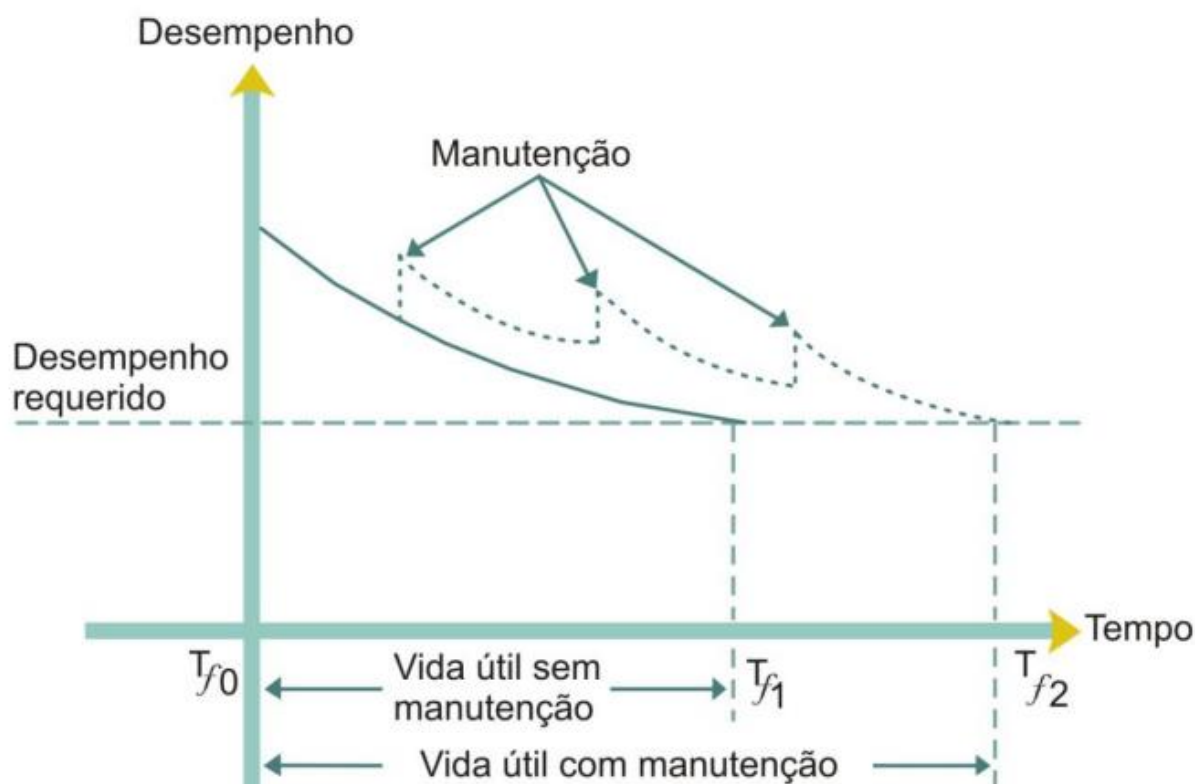
longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes, para atender as necessidades e segurança de seus usuários.

À medida que as edificações envelhecem, mesmo em edificações bem projetadas e construídas, seu desempenho e o período de vida útil decrescem, com isso surge a importância da realização de manutenções preventivas periódicas, com o objetivo de aumentar o desempenho e com isso o período em que a edificação permanecerá com o seu desempenho esperado em projeto (MOREIRA, 2007). Com isso, a manutenção trabalha de várias formas que assegura a conservação ou recuperação da edificação, dentre elas:

- **Manutenção corretiva:** De acordo com Gomide *et al.* (2006 *apud* SENA *et al.*, 2020), “é aquela que atua antecipadamente, para que não haja a reparação”. Complementando tal conceito a NBR 5674 (ABNT, 2012), caracteriza a manutenção corretiva por serviços que necessitam de ação ou intervenção imediata, a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou até mesmo evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou transeuntes.
- **Manutenção preventiva:** De acordo com Sena *et al.* (2020), esse tipo de manutenção corresponde a custos mais elevados, já que sua execução se caracteriza em reparos ou recuperação de anomalias e falhas.

Contudo, para que o desempenho das edificações seja garantido, levando em consideração a redução dos custos e a execução de serviços de maneira mais econômica, é recomendado a realização de manutenções preventivas. À vista disso, quando o desempenho da edificação é prolongado através de atividades de manutenções preventivas, está sendo estendida a sua vida útil, como pode ser visto na Figura 8. Sobretudo, quando o exercício da estrutura é bem projetado e bem executado e com manutenção preventiva adequada não deverá haver a necessidade de manutenções corretivas (FONSECA, 2007).

Figura 8 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT (2021).

A vida útil é definida pela NBR 15575 (ABNT, 2013) como um processo temporal de suas partes, ou seja, o período no qual as condições dos elementos prestam às atividades pelas quais foram projetados e construídos. Além disso, a norma enfatiza que a correta realização de manutenção contribui na diminuição de vários fatores que interferem no seu desempenho, conseqüentemente assegura a sua vida útil.

Contudo, a inspeção predial de uso e manutenção é a verificação através de várias metodologias técnicas e de orientações. Também pode-se considerar a inspeção predial como uma observação *in loco* a fim de identificar o estado de conservação, patologias e suas causas e identificar as áreas que precisam de uma investigação mais profunda (MOREIRA, 2007). Dessa forma, é aconselhável a busca do maior número possível de informação que a caracterização de patologias sejam solucionadas e a edificação consiga atender as condições dos usuários.

2.3.3 Matriz Gravidade, Urgência e Tendência

Conforme já citado anteriormente, a norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP (2011), para a análise de deteriorações nas edificações, sugere que a correção seja realizada através de métodos que analisem os reparos de acordo com seu grau de prioridade. Dentre esses métodos, destaca-se a metodologia chamada matriz Gravidade, Urgência e Tendência (GUT).

A aplicação do método GUT para a classificação de cada anomalia é dividida em quatro etapas: levantamento dos problemas ou pontos de análise, pontuação de cada problema conforme os parâmetros estabelecidos, classificação da anomalia quanto ao grau de priorização, e definição de estratégias cabíveis para a sua resolução (SOTILLE, 2014, p. 2). Periard (2011) complementa definindo o método GUT como uma ferramenta que avalia de forma quantitativa cada uma das anomalias ou falhas construtivas encontradas, como apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Critério de pontuação do método GUT

PESO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	Urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Adaptado de Periard (2011).

Com isso, a avaliação da anomalia quanto ao grau de deterioração é realizada através do produto entre os pesos dos três critérios do GUT. Esse produto dispõe da classificação de cada item inspecionado, a fim de possibilitar a definição do estado em que cada intervenção se encontra, como apresentado na Tabela 2.

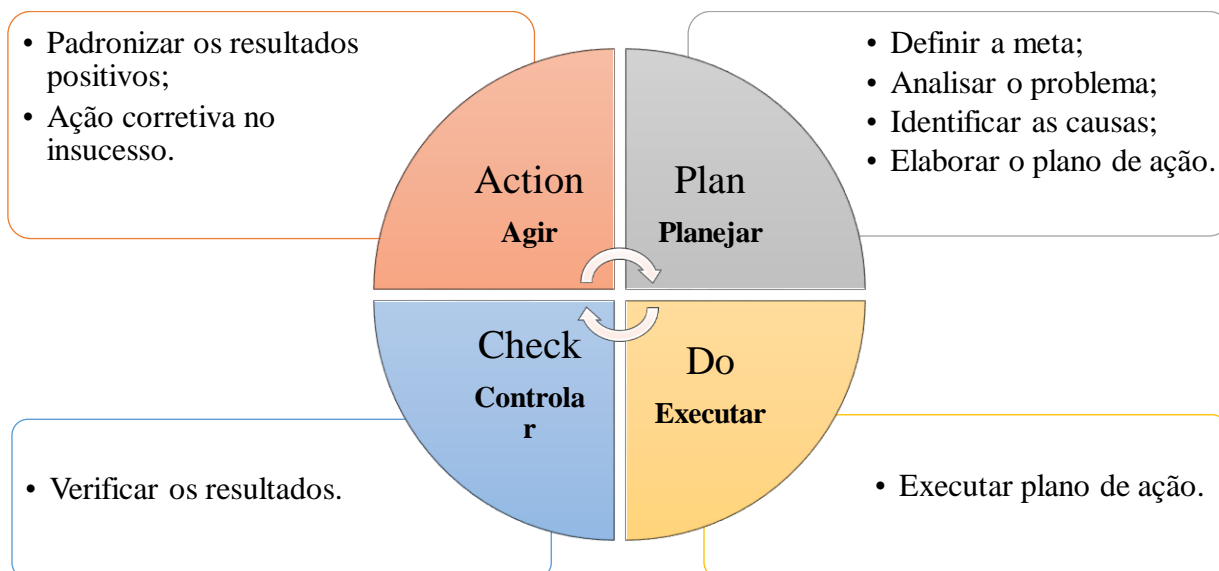
Tabela 2 – Planilha de prioridades

ANOMALIA	GRAVIDADE “G”	URGÊNCIA “U”	TENDÊNCIA “T”	PONTUAÇÃO	PRIORIDADE
	De 1 a 5	De 1 a 5	De 1 a 5	$P = G \times U \times T$	

Fonte: Adaptado de Periard (2011).

Todavia, o GUT também integra ferramentas de gestão de qualidade como o ciclo PDCA (FORTES, 2017). A sigla inglesa se refere as ações: planejar (Plan), executar (Do), controlar (Check) e agir (Act), como mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Fortes (2017).

O ciclo PDCA deverá ser realizado de forma contínua, no qual as atividades devem acontecer continuamente para que em casos de mudanças efetivas, o processo continue organizado (RODRIGUES *et al.*, 2008). Assim, o processo para analisar os reparos serão bem-sucedidos.

Portanto, como forma de identificar as origens e efeitos das manifestações patológicas decorrentes de umidade, serão necessários métodos eficazes para que os objetivos sejam alcançados. Ademais, o plano de ação deverá analisar o grau que essas anomalias são encontradas para que as estratégias sejam definidas corretamente e que as origens do problema sejam rompidas.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta métodos da pesquisa e delineamento do estudo escolhido. Serão apresentados os procedimentos para a coleta de dados, bem como o plano de análise de dados para a realização das investigações que serão desenvolvidas.

3.1 Delineamento metodológico

O objetivo do estudo da pesquisa é identificar e diagnosticar o fenômeno de manifestações patológicas decorrentes de umidade em vedações verticais de edificações rurais por meio de um plano de análise de dados. Dessa forma, a pesquisa pode ser classificada como de natureza aplicada, já que os resultados serão utilizados para a resolução de problemáticas específicas e casos reais.

Quanto aos fins do estudo, a pesquisa é de caráter explanatório sequencial e explicativo. Já que a pesquisa explanatória proporciona maior familiaridade com o problema, além de assumir, muitas vezes, um estudo de caso. Enquanto, a pesquisa explicativa avalia quais fatores contribuem para a ocorrência de determinados fenômenos.

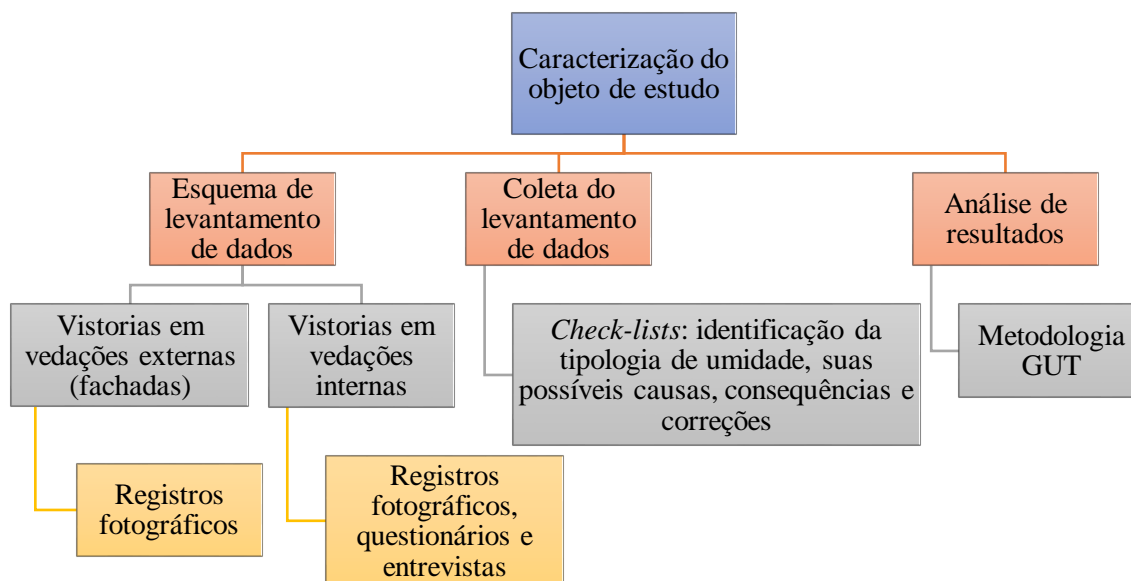
Quanto aos meios para a coleta de dados, a pesquisa tem como principal ferramenta um estudo de caso atrelado tanto à pesquisa de campo, como a de levantamento de dados (*survey*). Dessa forma, questionários e entrevistas servirão de ferramenta para a coleta de dados, complementados pela ferramenta GUT através de *check-lists*, com observações de campo, como meio de avaliar problemas em consonância com o assunto abordado.

Quanto à abordagem da natureza do método de estudo, a pesquisa trata-se de um estudo misto, no qual abordará tanto o método quantitativo quanto o qualitativo. Quantitativo pois trata de levantamentos estatísticos para validar hipóteses através de dados numéricos, e qualitativo pelas análises realizadas em questionários, de caráter descritivo e específico.

3.2 Etapas metodológicas

O Gráfico 3 apresenta esquematicamente a sequência de procedimentos utilizados para a realização deste estudo.

Gráfico 3 – Fluxograma da metodologia da pesquisa



Fonte: Autora (2023).

Cada uma das etapas será descrita nos subtópicos que seguem.

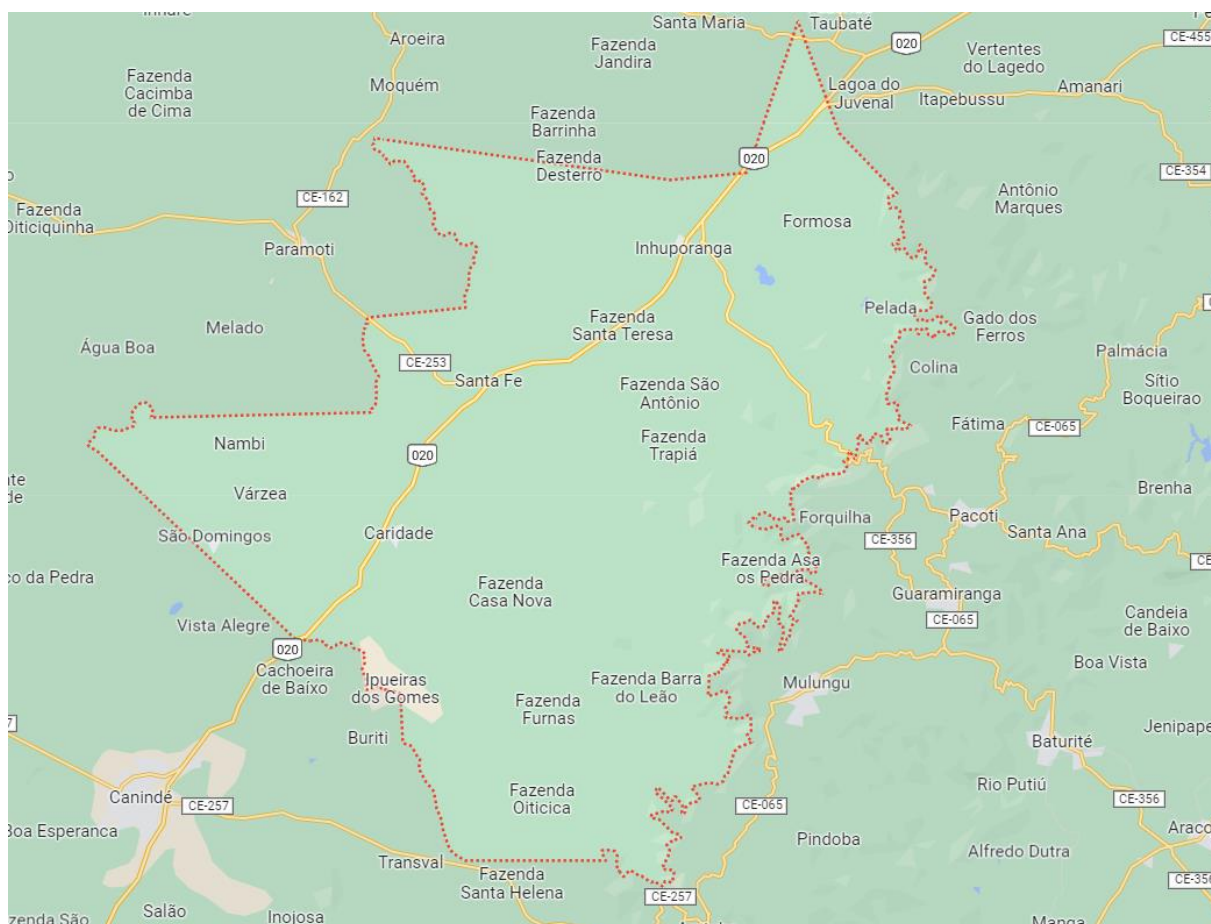
3.2.1 Caracterização do objeto de estudo

A cidade de Caridade foi escolhida para a aplicação de métodos e análise de dados, cuja situação de desenvolvimento econômico da região difere da capital do Estado. Com isso, nota-se que essa diferença reflete no nível de conhecimento da população, acerca de novas tecnologias nos processos construtivos, o que impacta no desempenho das edificações locais.

Caridade é uma cidade de aproximadamente 23 mil habitantes, localizada na microrregião de Canindé, mesorregião do Norte Cearense. É uma cidade relativamente nova, pois foi fundada em 1860, contando atualmente com uma área de 846.505.000 m². O município é dividido em três distritos: Caridade (sede), Campos Belos (antiga Inhuporanga) e São Domingos, conforme retratada na Figura 9. O clima que predomina na região é o tropical quente semiárido, com sua vegetação

característica a caatinga arbustiva densa. Além disso, o desenvolvimento econômico da cidade consiste basicamente em fábricas e comércios locais, como também, através da agricultura e pecuária.

Figura 9 – Mapa geográfico da cidade de Caridade



Fonte: Google Maps (2022).

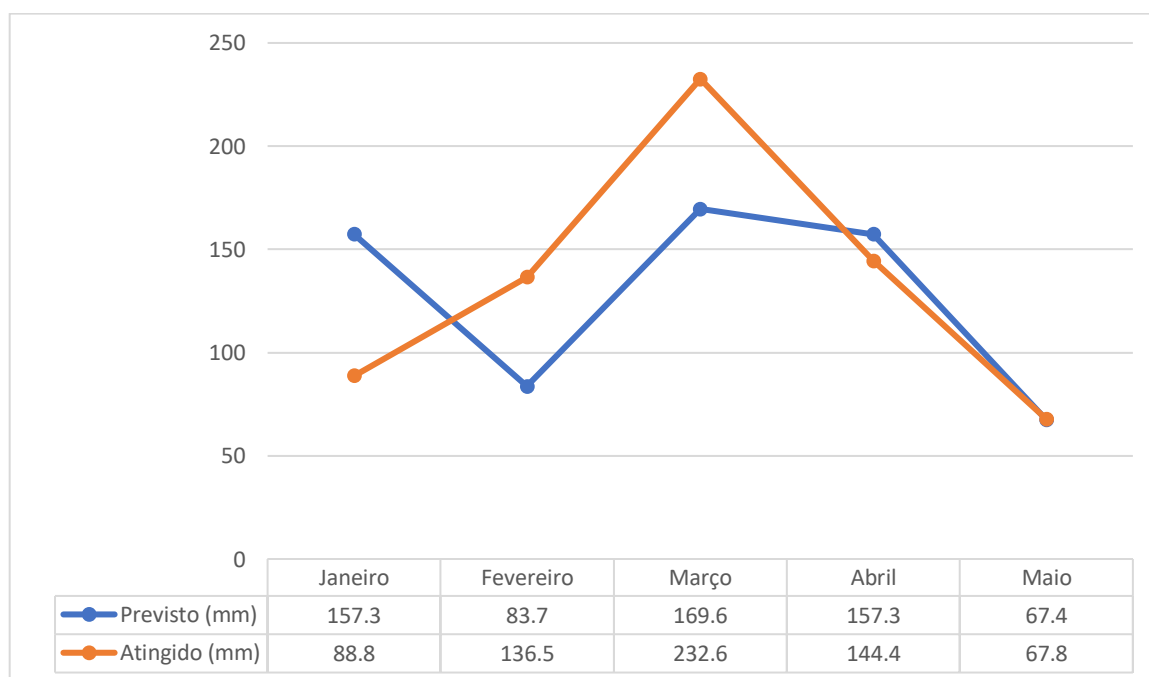
Como forma de delimitar a área para o levantamento de dados, escolheu-se como objeto de estudo o bairro Alto da Bela Vista, localizado na sede de Caridade, composto por edificações com cujas características:

- Alvenarias construídas de tijolos maciço e/ou cerâmico com furos;
- Algumas fachadas apresentam material cerâmico como revestimento, porém a grande maioria apenas pintura;
- Telhado composto, em maioria, de madeira e telhas cerâmicas. Entretanto, poucas edificações são constituídas por lajes, no qual as existentes foram executadas com treliças pré-moldadas;

- Instalações prediais embutidas;
- Compostas por até 3 andares;
- Também se leva em consideração que algumas edificações são tanto comerciais quanto residenciais.

Devido o semestre em que a pesquisa de campo foi realizada apresentar chuvas intensas na cidade, como mostrado no Gráfico 4, supõe-se que o clima favoreceu no aumento da umidade relativa do ar da região nesse período. Com isso, possivelmente favoreceu o aumento no número das ocorrências de umidade nas edificações podendo comprometer a sua vida útil. Além disso, ressalta-se que manifestações patológicas associadas a umidade podem causar sérios danos à saúde dos residentes, como problemas respiratórios.

Gráfico 4 – Ocorrências de chuvas em Caridade (sede) no primeiro semestre de 2023



Fonte: Adaptado de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2023).

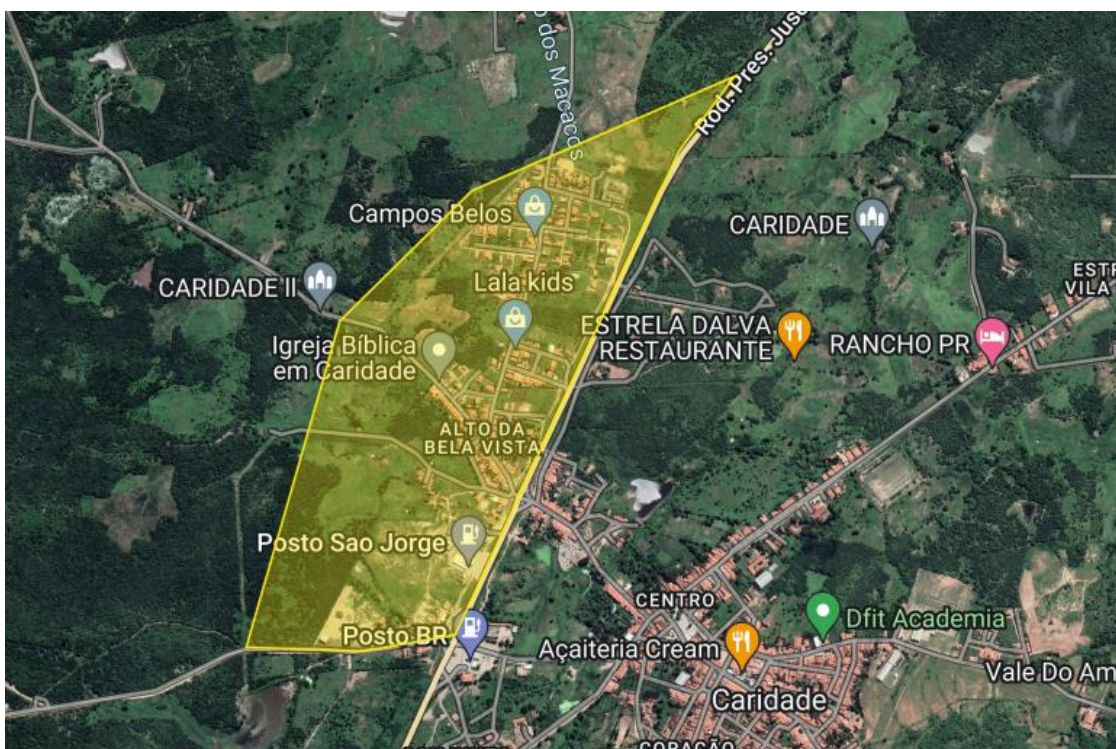
Logo, surge a importância de investigar as causas e efeitos da patologia de umidade para que as incidências sejam reduzidas. Assim, o estudo das características

das edificações auxiliou no desenvolvimento dos levantamentos de dados em campo para que os objetivos do estudo fossem alcançados.

3.2.2 Esquema de levantamento de dados em campo

Para o levantamento de dados em campo, realizou-se dois procedimentos. Primeiramente, iniciou-se com a pesquisa de campo através de vistorias visuais em vedações externas (fachadas) das edificações do bairro Alto da Bela Vista, cuja Figura 10 mostra a delimitação da área do bairro de estudo.

Figura 10 – Delimitação do bairro Alto da Bela Vista

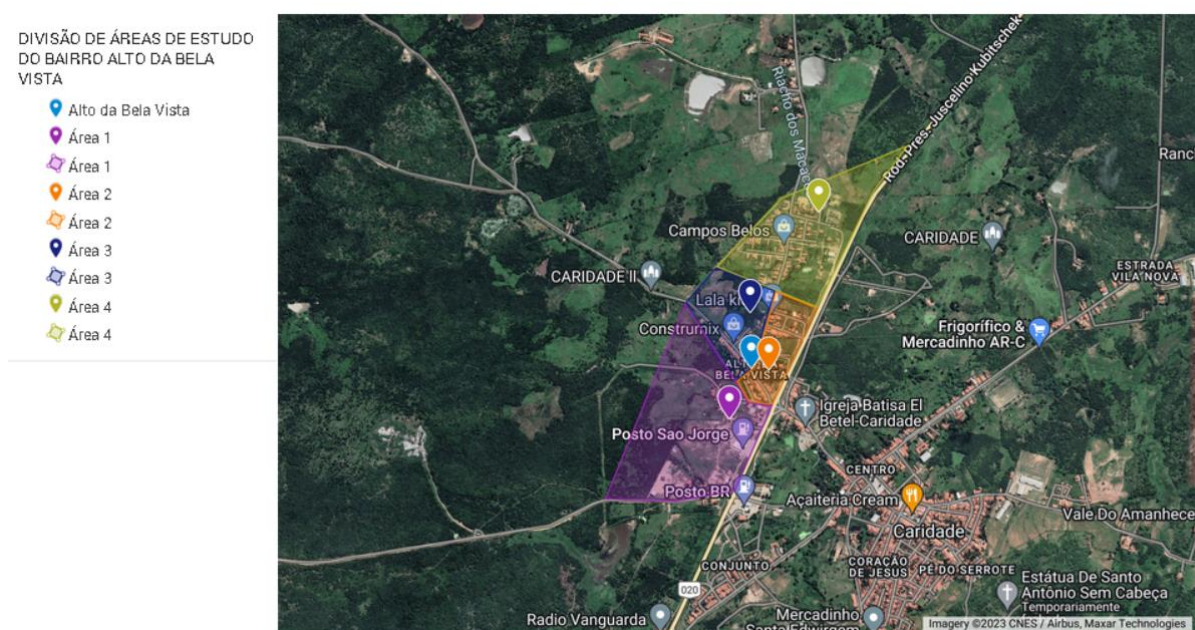


Fonte: Adaptado de Google Maps (2023).

As vistorias externas foram efetuadas em 180 fachadas, cujos dados coletados para análise das manifestações patológicas encontradas nas edificações realizou-se através de registros fotográficos em campo. Em seguida, dividiu-se o bairro Alto da Bela Vista em 4 áreas de estudo, como mostrada na Figura 11, escolhendo-se a área 2 para análises visuais de vedações internas.

A divisão das áreas deu-se origem devido ao difícil acesso interno em alguns âmbitos do bairro, considerando o índice de violência e rejeição que viesse ocorrer perante a sociedade. Ademais foi avaliada 30 edificações localizadas na área 2, na qual efetuou-se a aplicação de questionários (APÊNDICE A) e entrevistas, como também a realização de registros fotográficos das possíveis ocorrências de umidade presentes tanto nas áreas externas quanto internas com a autorização dos residentes.

Figura 11 – Divisão das áreas do bairro Alto da Bela Vista



Fonte: Adaptado de Google Maps (2023).

À vista disso, a elaboração dos questionários e entrevistas tiveram uma linguagem coloquial, como meio de suprir a dificuldade da interpretação pela variedade linguística e cultural da região de estudo. Assim, as questões que foram abordadas constituem-se de respostas de múltipla escolha. Com isso, as perguntas contidas nos questionamentos buscaram coletar informações e características da edificação e que auxiliasse na análise da tipologia de umidade presente nas edificações visitadas.

Sendo assim, determinou-se a quantidade total de edificações do bairro Alto da Bela Vista, a partir de contagem manual e visual realizada no Google Maps. Conforme os dados coletados, o bairro é constituído por aproximadamente 355 edificações, visto que não houve êxito ao acesso de dados da prefeitura municipal e nem informações oficiais divulgadas em meio digital. Dessa forma, definiu-se o

tamanho da amostra necessária, o grau de confiança e a margem de erro da pesquisa com auxílio de uma calculadora *on-line* e simplificada fornecida por *SurveyMonkey*, desenvolvida com base na Equação (1).

$$\text{Margem de erro} = z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Fonte: SURVEYMONKEY (2022).

Onde,

σ : desvio padrão da população

n: tamanho da amostra

z: escore z, entendido como o número de desvios padrão entre determinada proporção e a média, obtido por meio da Tabela 3.

Tabela 3 – Valores do escore z

Nível de confiança desejado	Escore z
80%	1,28
85%	1,44
90%	1,65
95%	1,96
99%	2,58

Fonte: SURVEYMONKEY (2022).

Todavia, para alcançar melhores resultados através da pesquisa, os dados tiveram que apresentar uma pequena margem de erro além de uma maior confiabilidade. Portanto, quanto maior o tamanho da amostra, maior será a relevância estatística para a coleta do levantamento de dados.

3.2.3 Coleta do levantamento de dados

Para a obtenção da coleta do levantamento de dados, foi realizado um *check-list* de todas as informações extraídas dos dois procedimentos feitos na pesquisa de campo. A partir disso, foram elaboradas tabelas com a utilização da plataforma Excel Microsoft para identificar as tipologias das ocorrências de umidade encontradas nas vistorias visuais, suas possíveis causas, consequências e correções.

Posto isso, houve a separação dos registros fotográficos em diversas pastas, sendo uma pasta para cada edificação avaliada, como também, o auxílio das tabelas feitas no Excel Microsoft para cálculos das possíveis eventualidades de cada manifestação patológica encontrada.

3.2.4 *Análise de resultados*

Para uma melhor análise de resultados, os dados foram organizados por meio da plataforma Word Microsoft mediante a elaboração de gráficos, facilitando a visualização e comparação dos resultados. Foram cruzados dados de possíveis causas, efeitos e origens das incidências de umidade de todo o levantamento e coleta de dados realizados em campo, tanto através de questionários quanto de registros fotográficos em ambos os procedimentos (externos e internos).

Após isso, através da ferramenta GUT avaliou-se o possível grau de deterioração em que a manifestação patológica se encontrava. Assim, pôde-se propor recomendações e modo de reparos de alguns casos encontrados através de fichas técnicas. Além disso, foi entregue aos residentes das edificações avaliadas cartilhas informativas, com o intuito de conscientizar os usuários para a redução de novas incidências decorrentes de umidade e corrigir as já existentes.

4 RESULTADOS

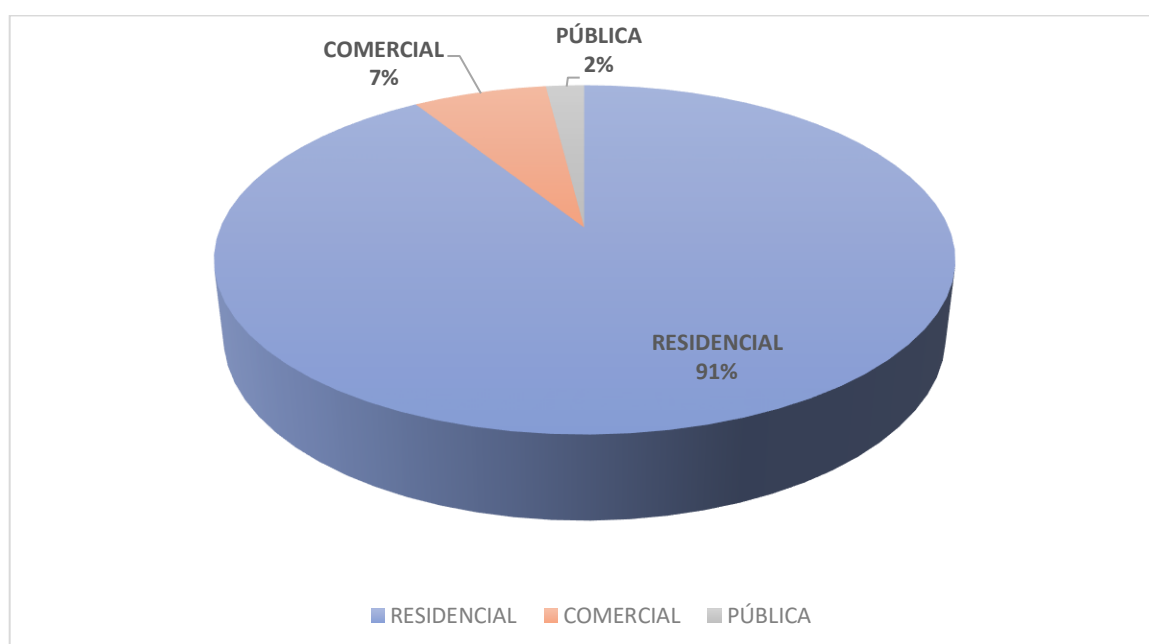
Este tópico expõe análises feitas em campo e observações sobre a apuração da coleta de dados. No qual, serão apresentadas características a fim de avaliar as manifestações patológicas associadas a umidade encontradas nas edificações da área em estudo e seus respectivos graus de risco.

4.1 Caracterização do banco de dados da amostra

A análise de estudo foi realizada com 180 fachadas foram utilizadas para a análise do estudo, assim, totalizando uma margem de erro de 5%. Visto que, para o cálculo da margem de erro, considerou-se 95% de nível de confiança para uma amostra de 355 edificações encontradas no bairro, dados obtidos com o uso da calculadora *on-line* já citada e referenciada anteriormente neste trabalho.

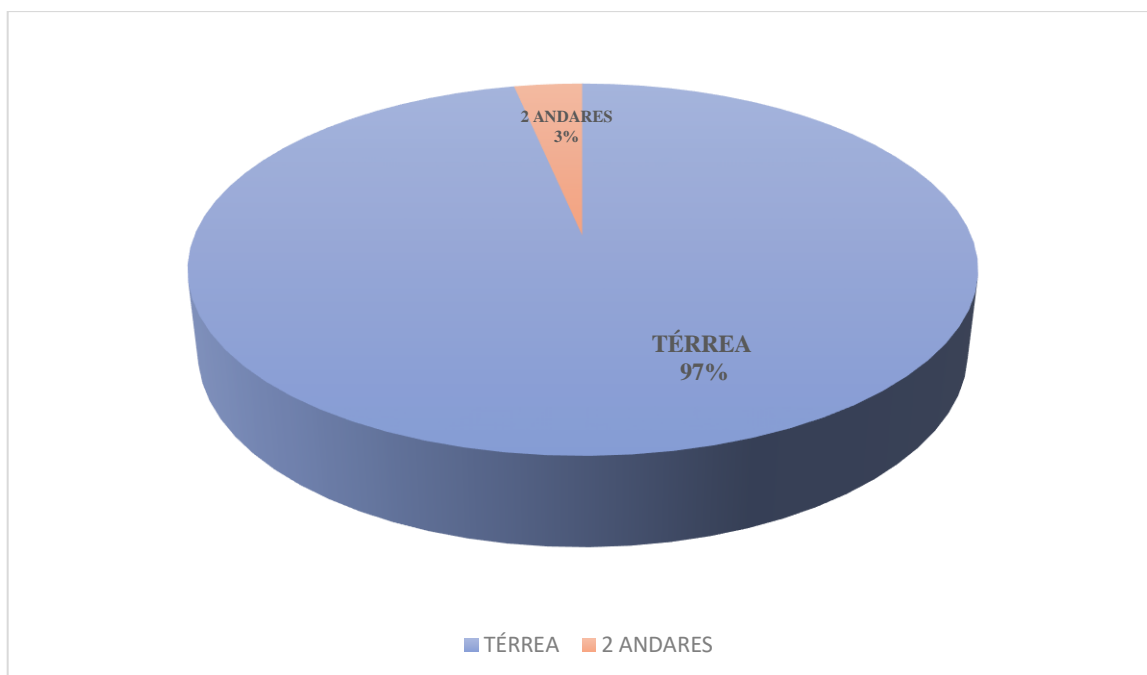
Quanto à distribuição da forma de uso das edificações avaliadas externamente (fachadas), classificou-se em residencial (91% do total), comercial (7% do total) e pública (2% do total), como apresentado no Gráfico 5. Além disso, os tipos de edificações encontradas nas vistorias foram térrea (97% do total) e 2 andares (3% do total), conforme Gráfico 6.

Gráfico 5 – Distribuição da forma de uso das edificações avaliadas externamente



Fonte: Autora (2023).

Gráfico 6 – Tipo de edificação encontrada nas vistorias externas

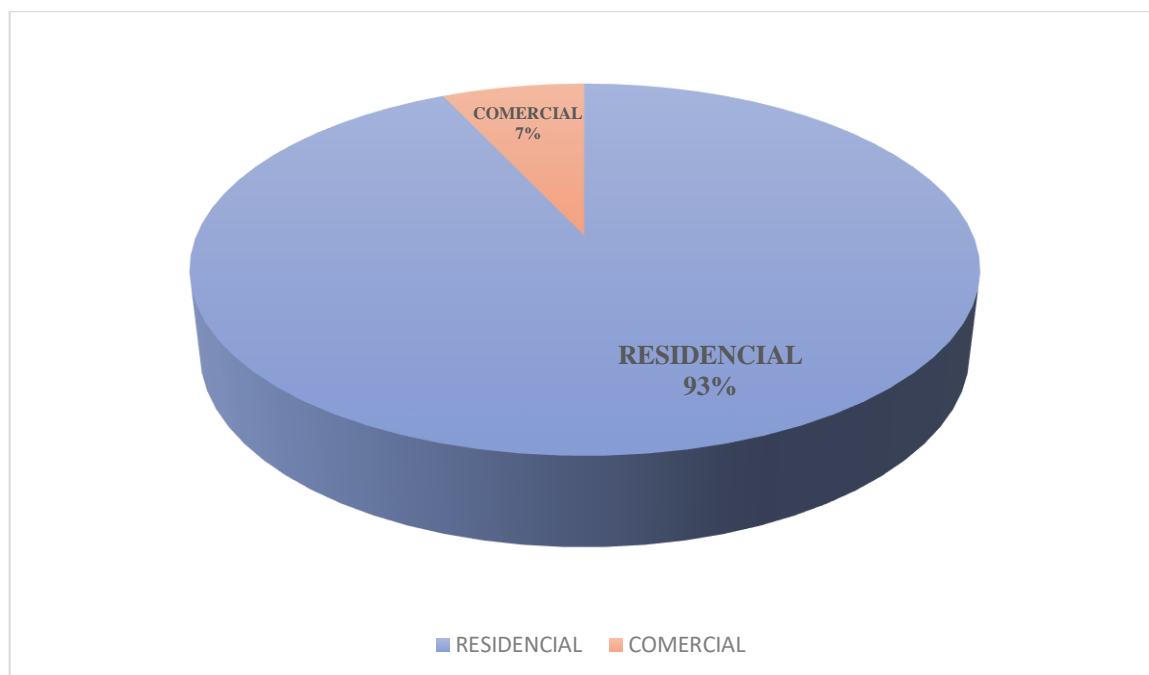


Fonte: Autora (2023).

Já para as vistorias internas, foram analisadas 30 edificações na área 2 do bairro determinada. No entanto, para que houvesse acesso a dados da edificação, aplicou-se um questionário (APÊNDICE A), em que os dados consistem em verificar a frequência de manutenções e reparos, idade da edificação, o tempo que o usuário reside na edificação e o tipo de moradia. Entretanto, observou-se que alguns usuários, devido o tipo de moradia ser do tipo alugada, não conseguiram responder alguns questionamentos, no entanto, os dados foram considerados na análise do estudo. Contudo, em seguida, com a autorização do residente, ocorreu a vistoria visual interna e coleta de dados.

Quanto à distribuição da forma de uso das edificações avaliadas internamente, classificou-se em residencial (93% do total) e comercial (7% do total), como apresentado no Gráfico 7. No qual, a análise interna foi realizada em uma amostra de 30 edificações localizadas na delimitação da área 2 do bairro.

Gráfico 7 – Distribuição da forma de uso das edificações avaliadas internamente



Fonte: Autora (2023).

Na Tabela 4, encontra-se os resultados obtidos através do questionário sobre as características referentes a amostra. A tabela mostra dados obtidos do tipo de moradia, tipo de edificação, idade da edificação e o tempo que o usuário reside na edificação.

Tabela 4 – Questionário realizado em campo (continuação)

Edificação	Tipo de moradia		Tipo de edificação		Idade da edificação		Tempo que o usuário reside		
	Própria	Alugada	1 andar	2 andares	Até 2 anos	Mais de 2 anos	Até 5 anos	5 a 10 anos	Mais de 10 anos
1	X		X			X			X
2	X		X			X			X
3	X		X			X			X
4		X	X			X	X		
5	X		X			X			X
6		X	X			X	X		

Tabela 4 - Questionário realizado em campo (conclusão)

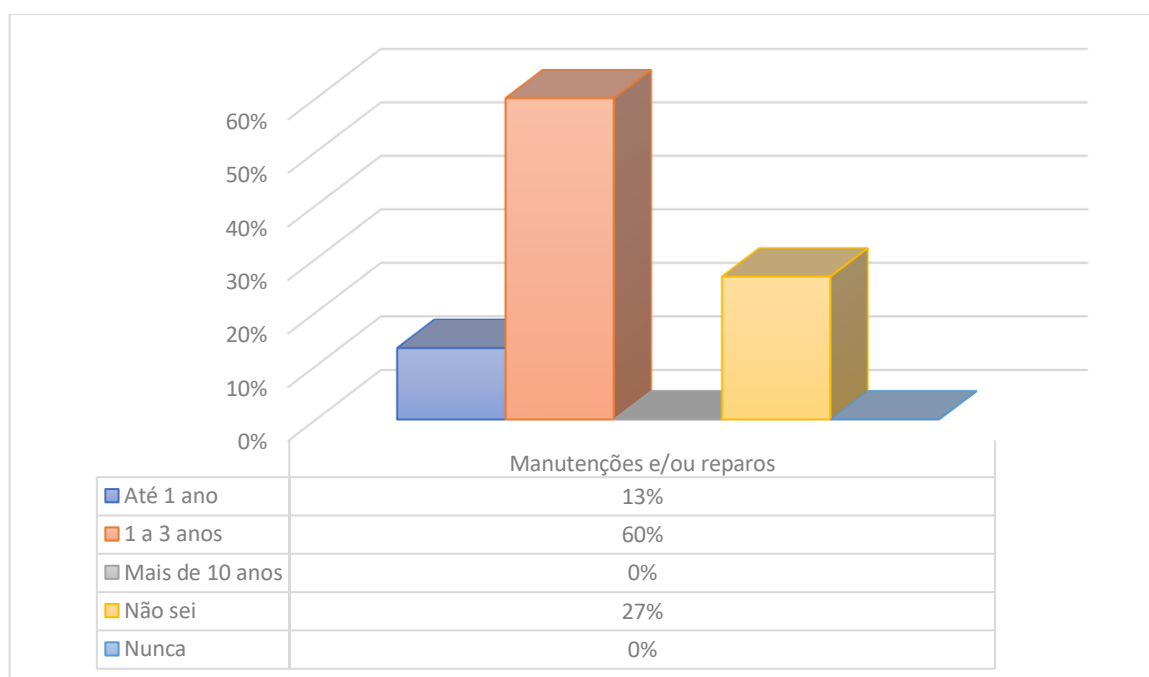
7		x		x		x	x		
8	x		x			x			x
9	x		x			x			x
10	x		x			x		x	
11	x		x			x			x
12	x		x			x			x
13	x		x			x	x		
14	x		x			x			x
15	x		x			x			x
16	x		x			x			x
17		x	x			x	x		
18		x	x			x	x		
19	x		x			x		x	
20	x		x			x			x
21		x	x			x	x		
22	x		x			x			x
23	x		x			x			x
24		x	x			x	x		
25	x		x			x			x
26	x		x			x			x
27	x		x			x		x	
28	x		x			x			x
29	x		x			x		x	
30		x	x			x	x		
Total	22	8	29	1	0	30	9	4	17
Percentual (%)	63,64	36,36	96,67	3,33	0	100	30	13,33	56,67

Fonte: Autora (2023).

Com isso, a partir do levantamento realizado, observa-se que a maioria das edificações são do tipo própria e constituída por apenas 1 andar. Além disso, todas as edificações têm idade de mais de 2 anos de construção, apresentando em maior percentual, mais de 10 anos de existência.

Também foi analisado no questionário, a frequência de manutenções e reparos realizados nas 30 edificações. Dessa forma, o Gráfico 8 mostra o percentual de execução, em conjuntura com o tempo, das atividades de manutenções e/ou reparos realizadas nas edificações.

Gráfico 8 – Frequência de manutenções e reparos nas edificações analisadas



Fonte: Autora (2023).

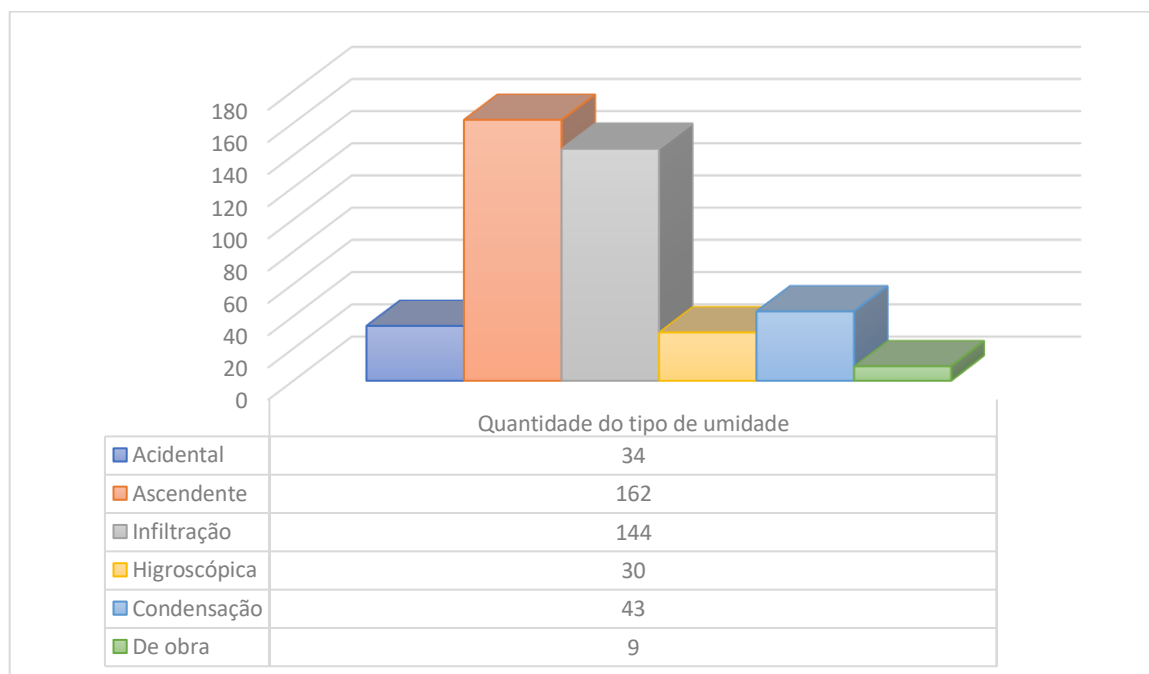
Como pode-se observar, o Gráfico 8 também retrata que, o maior índice de manutenções e/ou reparos são dentre 1 a 3 anos. Dessa forma, a periodicidade da frequência dessas atividades ocorre, provavelmente, devido a correção do problema não ser realizada corretamente e/ou, durante a execução das atividades, há o uso incorreto dos materiais utilizados e das técnicas empregadas. Assim, necessita-se estudar as características de cada tipologia de umidade encontrada em cada edificação para que o correto reparo seja aplicado.

4.2 Manifestações patológicas associadas a umidade encontradas nas fachadas

Para a concepção do levantamento de dados das fachadas, a análise baseou-se em diagnosticar e identificar as possíveis manifestações patológicas encontradas através de registros fotográficos exercidos em campo. A coleta de dados foi realizada através de *check-list* para identificar a tipologia de umidade, suas possíveis causas, consequências e correções.

Os tipos de umidade que possivelmente foram manifestados nas fachadas das edificações decorreram de: umidade acidental, umidade ascendente, umidade de infiltração, umidade higroscópica, umidade de condensação e umidade de obra. Dentre as 180 fachadas analisadas, 162 edificações apresentaram umidade ascendente e 144 edificações apresentaram umidade de infiltração. O Gráfico 9 retrata, em quantidade, o índice do tipo de umidade supostamente encontrada nas fachadas das edificações avaliadas.

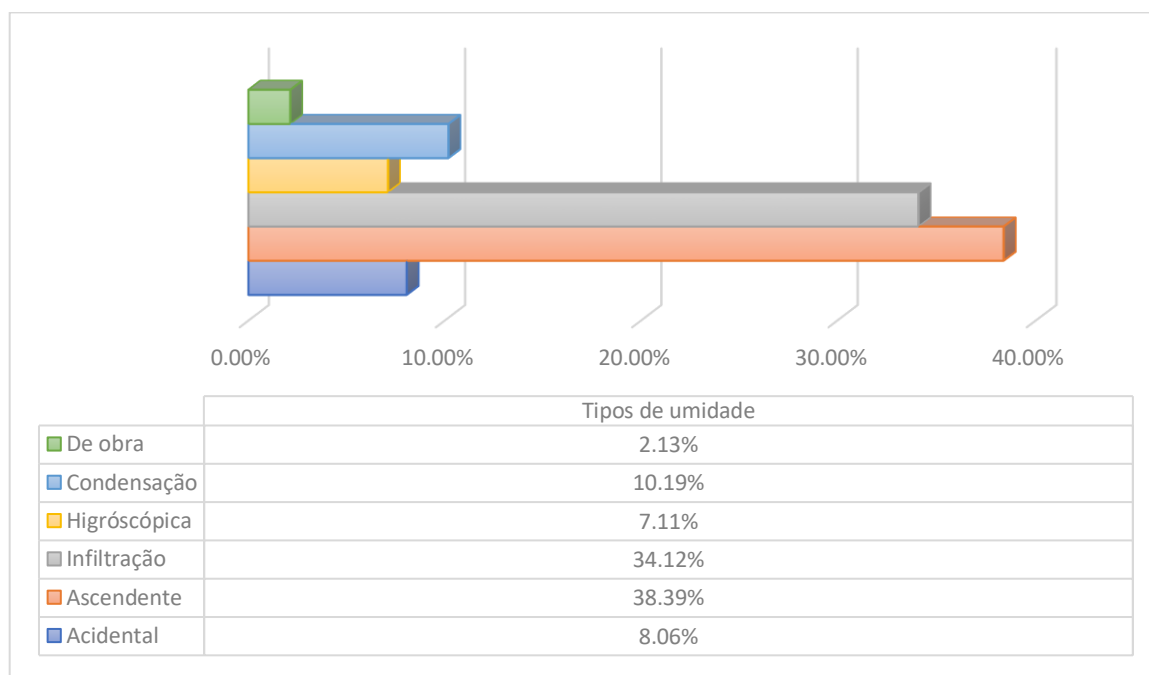
Gráfico 9 – Quantidade do tipo de umidade encontrada nas fachadas



Fonte: Autora (2023).

Dessa forma, o Gráfico 10 mostra em percentual a hipotética ocorrência dos tipos de umidade que foram encontrados nas fachadas das edificações analisadas. Visto que, nota-se os tipos de umidade que mais se manifestaram nas fachadas das edificações foram os de umidade ascendente (38,39% do total) e umidade de infiltração (34,12% do total).

Gráfico 10 – Tipos de umidade encontradas nas fachadas das edificações

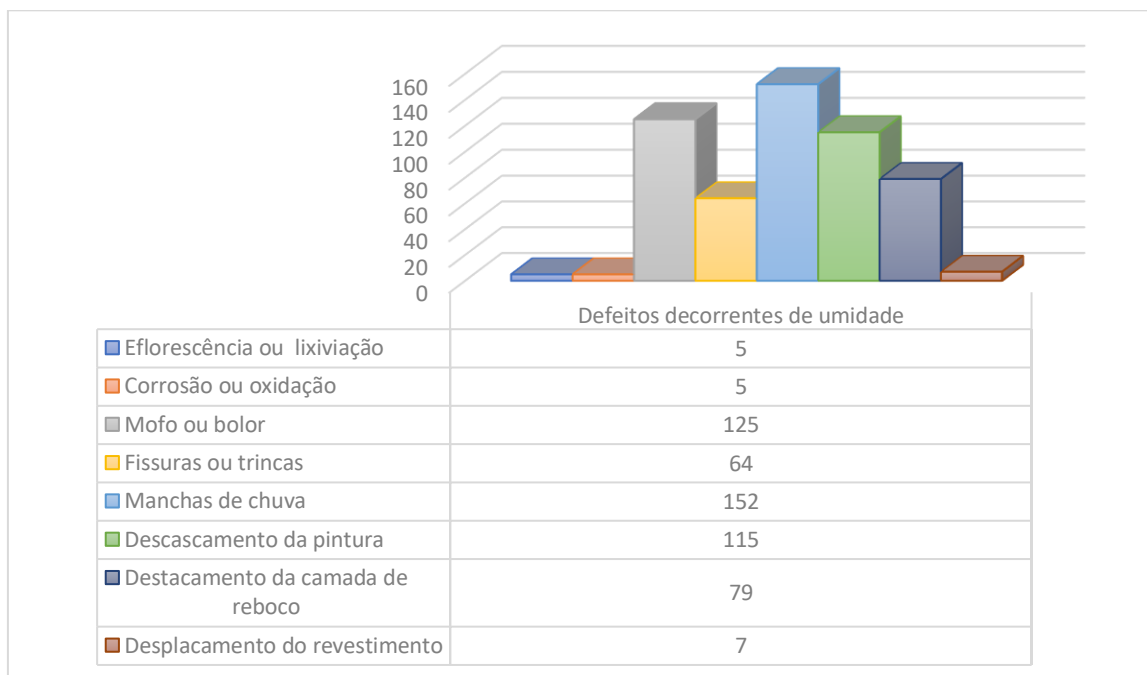


Fonte: Autora (2023).

Também pôde-se caracterizar através dos registros fotográficos, os possíveis defeitos de umidade de cada edificação, sendo eles: eflorescência ou lixiviação, corrosão ou oxidação, mofo ou bolor, fissuras ou trincas, manchas, descascamento da pintura, destacamento no revestimento e deslocamento do revestimento. A quantidade de incidência de cada defeito encontrado é mostrada no Gráfico 11, cujas análises foram estabelecidas mediante vistoria visual na pesquisa de campo e registros fotográficos de cada anomalia encontrada.

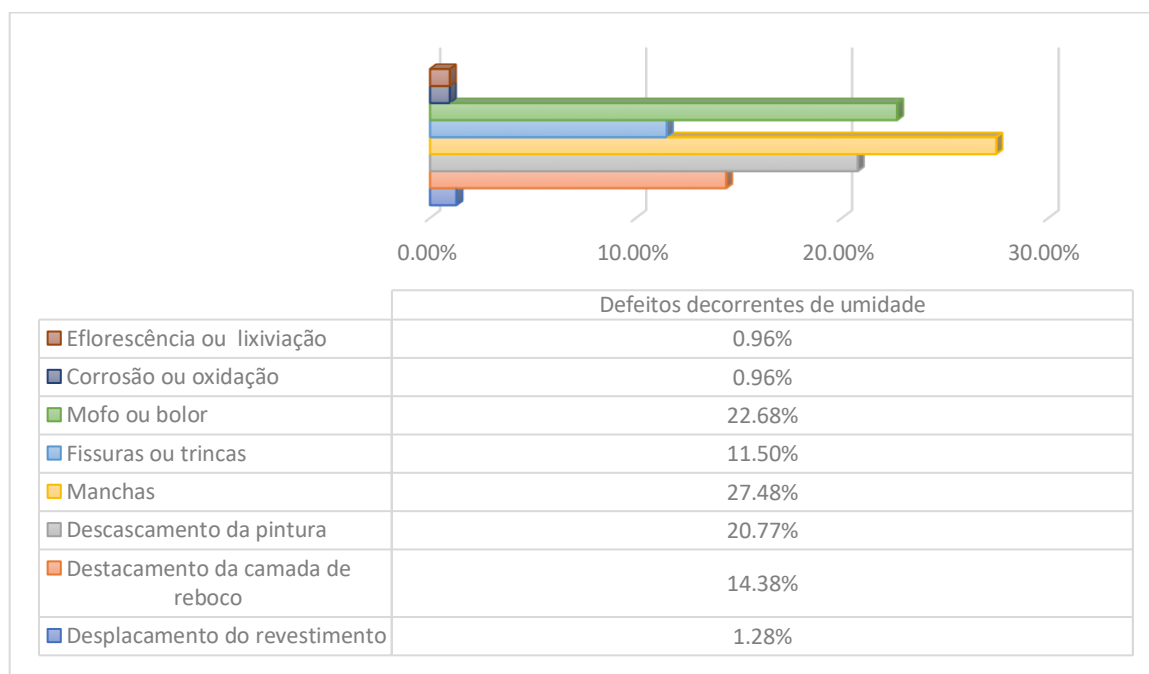
Já, o Gráfico 12 mostra, em percentual, a hipotética ocorrência dos defeitos de umidade que foram encontrados nas fachadas das edificações analisadas. Em que, observa-se que os defeitos que mais se manifestaram nas fachadas foram manchas (27,48% do total) e mofo ou bolor (22,68% do total).

Gráfico 11 – Quantidade de defeitos decorrentes de umidade encontrado nas fachadas



Fonte: Autora (2023).

Gráfico 12 – Percentual de defeitos decorrentes de umidade nas fachadas




Fonte: Autora (2023).

Para uma melhor compreensão sobre os resultados obtidos mediante os registros fotográficos, foi elaborado fichas técnicas de algumas fachadas avaliadas, como apresentadas no Quadro 9, Quadro 10, Quadro 11, Quadro 12 e Quadro 13. No qual, os quadros apresentam o dano observado, a estimativa de ação ou efeito, o possível agente causador, recomendações e o grau de criticidade e sua pontuação através da ferramenta GUT da anomalia encontrada na edificação.

No Quadro 9, pode ser observada a ficha técnica do fenômeno da eflorescência, ou seja, acúmulo de sais solúveis na superfície da parede. Com isso, observou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrado, possivelmente, decorreu da má execução de atividades e/ou do mal uso de materiais. Assim, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, imagina-se que o surgimento da eflorescência tenha partido dos sais solúveis que se juntam com a água da chuva e afloram até a superfície da alvenaria.

À vista disso, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a prática de manutenção corretiva, no qual realiza-se a limpeza da superfície com removedores de eflorescência (solução lixívia). Entretanto, se por acaso a aplicabilidade do produto não for o suficiente, retira-se toda a área da superfície afetada e executa-se uma nova camada de revestimento com adição de impermeabilizante na superfície danificada.

Quadro 9 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO PÚBLICA			
			
Dano observado	Eflorescência		
Estimativa de ação ou efeito	Execução e materiais		
Possível agente causador	Sais solúveis que juntamente com a água afloram até a superfície da alvenaria		
Recomendações	Manutenção corretiva: limpar a superfície com removedores de eflorescência (solução lixívia) e, em alguns casos, executar uma nova camada de revestimento		
Grau de criticidade	G	U	T
	2	2	2
	Pontuação de deterioração	$2 \times 2 \times 2 = 8$	


Fonte: Autora (2023).

No Quadro 10, a edificação apresentou umidade de infiltração, umidade higroscópica, umidade de condensação. Entretanto, na ficha técnica foi analisado somente o defeito de infiltração de chuva (manchas). Assim, avaliou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrado, possivelmente, aconteceu do mal dimensionamento do telhado da edificação. Dessa forma, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, admite-se que a umidade existente na fachada se deve ao inadequado sistema de escoamento de água de chuvas na cobertura da edificação,

além disso pinturas protetoras na fachada possivelmente podem ajudar a minimizar tal ocorrência.

Contudo, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a execução de manutenção corretiva, no qual realiza-se a remoção da área afetada, e em seguida, executa-se uma nova camada de reboco com impermeabilizante para receber a aplicação da pintura. Além disso, posicionar calhas no telhado para que o correto escoamento da água da chuva.

Quadro 10 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Infiltração de chuva		
Estimativa de ação ou efeito	Execução		
Possível agente causador	Água da chuva		
Recomendações	Manutenção corretiva: instalar calhas no telhado para o correto escoamento da água		
Grau de criticidade	G	U	T
	2	3	3
	Pontuação de deterioração	$2 \times 3 \times 3 = 18$	


Fonte: Autora (2023).

No Quadro 11, dentre os tipos de umidade, se destaca a presença, principalmente, da umidade ascendente em regiões próximas ao solo. Já os defeitos encontrados foram: mofo, manchas, destacamento do reboco e deslocamento do revestimento. Entretanto, na ficha técnica foi analisado somente o defeito decorrente do deslocamento do revestimento.

Então, verificou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrado, possivelmente, surgiu da má execução do assentamento cerâmico e/ou devido o mal uso de materiais. Com isso, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, foi propício pela fundação mal executada e/ou nível elevado do lençol freático, teoricamente, seja pela ausência da aplicação do sistema de impermeabilização.

Sendo assim, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a execução de manutenção corretiva, no qual realiza-se a remoção de todo o material cerâmico. Logo, executa-se a limpeza da superfície e aplica-se impermeabilizante à pelo menos 1 a 1,5 metro de altura do chão para impedir a ocorrência de capilaridade, assim, efetua-se o assentamento correto de um novo revestimento cerâmico.

Quadro 11 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Deslocamento do revestimento cerâmico		
Estimativa de ação ou efeito	Execução e materiais		
Possível agente causador	Fundação mal executada ou/e nível elevado do lençol freático		
Recomendações	Manutenção corretiva: remover o revestimento cerâmico, limpar a superfície, impermeabilizar a fachada 1 a 1,5m de altura do chão e executar uma nova camada de revestimento		
Grau de criticidade	G	U	T
	3	3	3
	Pontuação de deterioração	$3 \times 3 \times 3 = 27$	


Fonte: Autora (2023).

No Quadro 12, a edificação apresentou diversos tipos de umidade. Já dentre os defeitos encontrados destacam-se: mofo, fissuras e manchas. Todavia, na ficha técnica foi analisado somente o defeito decorrente do mofo.

Então, verificou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrado, possivelmente, originou da má execução do projeto e da construção da edificação. Desse modo, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, foi devido a proliferação de intempéries, supostamente, conseqüente do elevado nível do lençol freático.

Portanto, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a execução de manutenção corretiva, em que se necessita da remoção da área afetada. Após isso, aplica-se impermeabilizante na superfície à pelo menos 1 a 1,5 metro de altura do chão e executa-se uma nova camada de reboco.

Quadro 12 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Mofo		
Estimativa de ação ou efeito	Projeto e execução		
Possível agente causador	Proliferação de intempéries		
Recomendações	Manutenção corretiva: remover a área afetada, eliminar a fonte de umidade, impermeabilizar a fachada 1 a 1,5m de altura do chão e executar uma nova camada de revestimento		
Grau de criticidade	G	U	T
	4	4	5
	Pontuação de deterioração	$4 \times 4 \times 5 = 80$	

Fonte: Autora (2023).

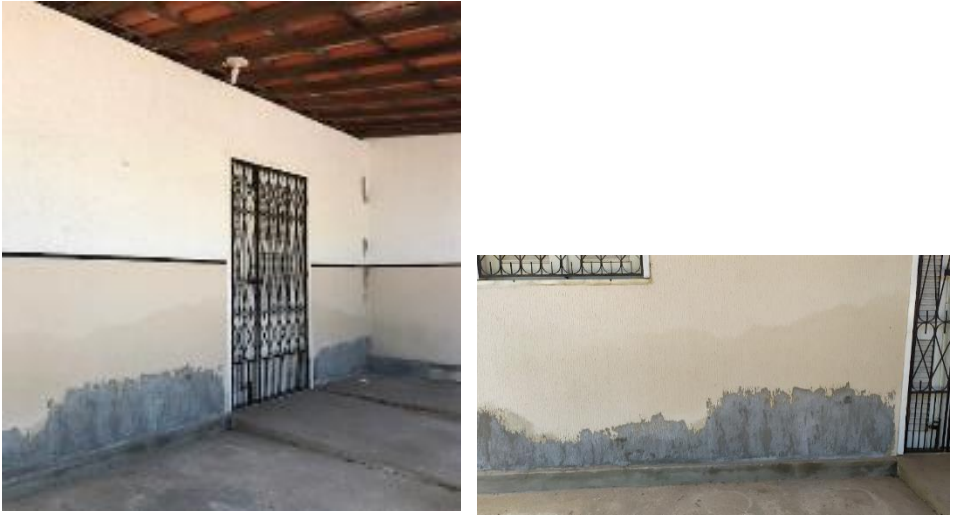
No Quadro 13, é destacado a umidade ascendente na edificação. Entretanto, dentre os defeitos encontrados foram: manchas e destacamento na camada de reboco.

Com isso, verificou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrado, possivelmente, ocorreu da má execução do projeto e da construção da edificação. Assim, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, resultou-se da má execução da fundação e/ou do aumento do lençol freático.

Posto isso, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a execução de manutenção corretiva. Primeiramente, efetua-se toda a remoção da área afetada, após isso, necessita-se que a aplicação do impermeabilizante seja à 1 a 1,5 metro e meio de altura do chão, visto que o nível da água já se encontra em uma altura máxima de penetração, e por fim, executa-se uma nova camada de reboco.

Interessante observar também que reparos corretivos haviam recentemente sido realizados na área afetada, porém devido à má execução de técnicas e/ou a falta de conhecimento, a ação foi inadequadamente realizada. Observa-se que ao reparar apenas 50 centímetros da altura da parede, a água por capilaridade e pressão elevou-se a um nível mais acima.

Quadro 13 – Características da fachada de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Capilaridade		
Estimativa de ação ou efeito	Projeto e execução		
Possível agente causador	Fundação mal executada ou/e nível elevado do lençol freático		
Recomendações	Manutenção corretiva: remoção da área afetada e impermeabilizar a parede em aproximadamente 1m a 1,5m do chão		
Grau de criticidade	G	U	T
	3	3	3
	Pontuação de deterioração	$3 \times 3 \times 3 = 27$	

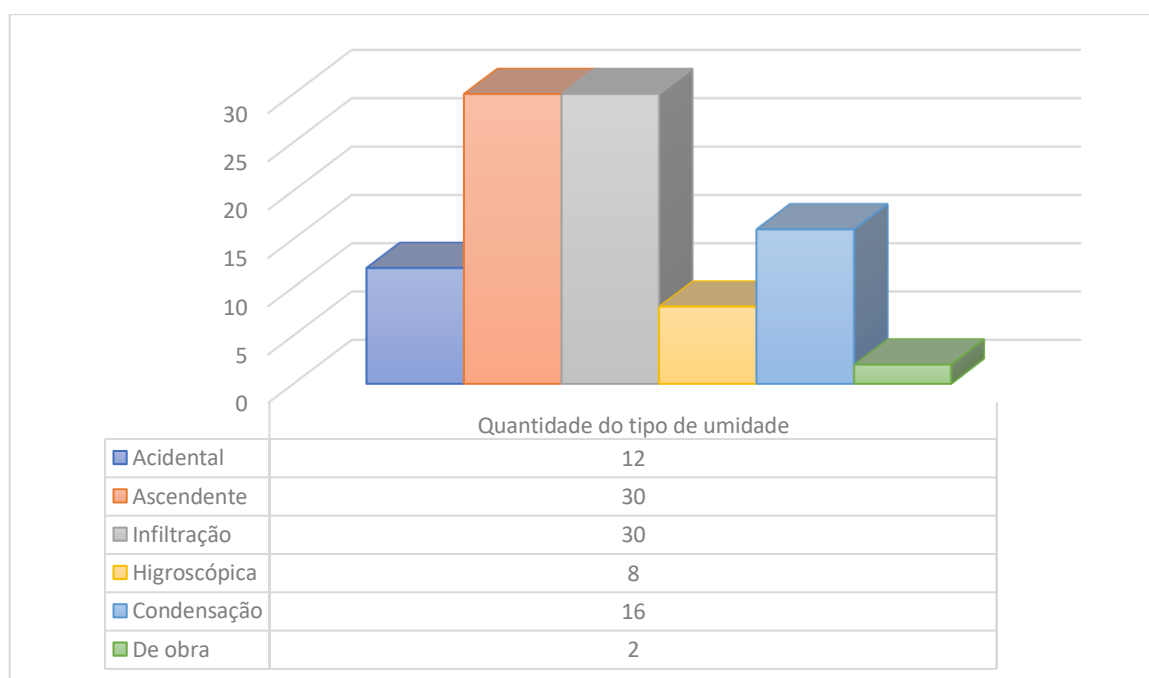
Fonte: Autora (2023).

4.3 Manifestações patológicas associadas a umidade encontradas nas edificações avaliadas

Para a concepção do levantamento de dados das edificações analisadas internamente, baseou-se em diagnosticar e identificar as possíveis manifestações patológicas presentes nas edificações através de registros fotográficos e caracterizá-las mediante a aplicação de questionário e entrevistas realizadas em campo. A coleta de dados foi realizada por meio de *check-list* para classificar a tipologia de umidade, suas possíveis causas, consequências e correções.

As tipologias de umidade que possivelmente foram manifestadas nas edificações decorrem de umidade acidental, umidade ascendente, umidade de infiltração, umidade higroscópica, umidade de condensação e umidade de obra. Contudo, dentre as 30 edificações estudadas, todas as edificações apresentaram umidade de infiltração e umidade ascendente. No qual, supõe-se que a eventualidade de precipitação de chuvas, ocorridas no semestre em que a pesquisa foi realizada, favoreceu no aumento dessas anomalias no período de estudo. Diante disso, o Gráfico 13 retrata, em quantidade, o índice do tipo de umidade, supostamente, presente nas fachadas das edificações avaliadas.

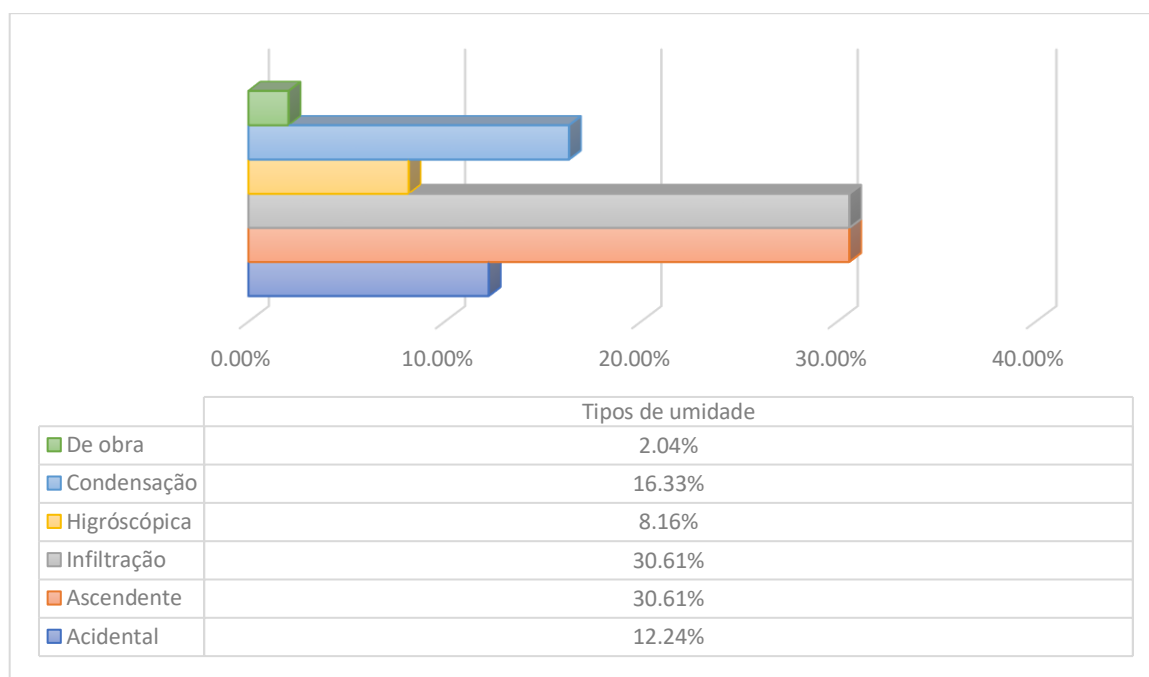
Gráfico 13 – Quantidade do tipo de umidade encontrada nas edificações



Fonte: Autora (2023).

Dessa forma, o Gráfico 14 mostra, em percentual, a hipotética ocorrência dos tipos de umidade que foram encontrados nas edificações analisadas. Em que, nota-se que os tipos de umidade que mais se manifestaram nas edificações são os de umidade de infiltração (30,61% do total) e umidade ascendente (30,61% do total).

Gráfico 14 – Tipos de umidade encontradas nas fachadas das edificações

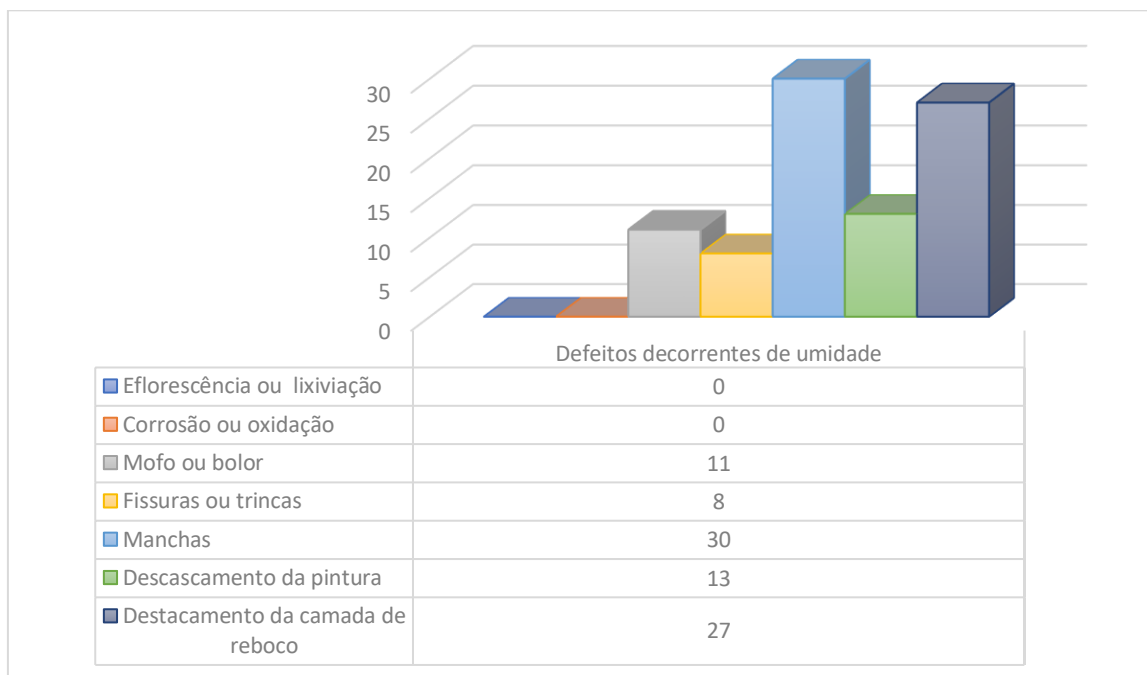


Fonte: Autora (2023).

Além disso, também pôde-se caracterizar os possíveis defeitos de umidade de cada edificação, dentre eles: eflorescência ou lixiviação, corrosão ou oxidação, mofo ou bolor, fissuras ou trincas, manchas, descascamento da pintura, destacamento no revestimento. As análises foram estabelecidas mediante pesquisa em campo, registros fotográficos e questionários.

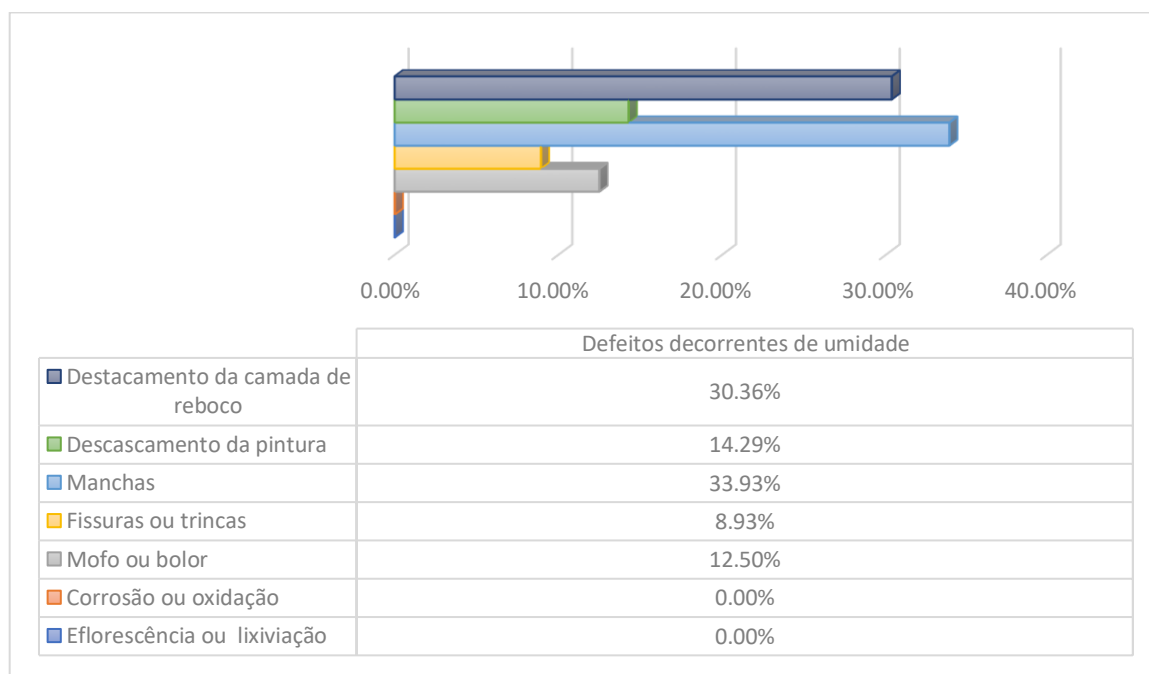
A quantidade de cada defeito encontrado é mostrada no Gráfico 15. Já o Gráfico 16, retrata, em percentual, a hipotética ocorrência dos defeitos de umidade que foram encontrados nas edificações analisadas. No qual, nota-se que as anomalias que mais se manifestaram nas edificações internamente foram de destacamento no revestimento (30,36% do total) e manchas (33,93% do total).

Gráfico 15 – Quantidade de defeitos decorrentes de umidade encontrado nas edificações



Fonte: Autora (2023).

Gráfico 16 – Defeitos decorrentes de umidade nas edificações



Fonte: Autora (2023).


Para uma melhor compreensão sobre os resultados obtidos mediante os registros fotográficos, foi elaborado fichas técnicas de algumas residências avaliadas internamente, como apresentadas no Quadro 14, Quadro 15, Quadro 16 e Quadro 17. Os quadros apresentam o dano observado, a estimativa de ação ou efeito, o possível agente causador, recomendações e o grau de criticidade e sua pontuação através da ferramenta GUT da possível anomalia mais crítica presente na edificação.

No Quadro 14, a edificação apresentou umidade ascendente, umidade de infiltração. Já os defeitos que foram encontrados são: manchas, descascamento da pintura e destacamento da camada de reboco. No entanto, na ficha técnica foi analisado somente o defeito de destacamento da camada de reboco.

Diante disso, observou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrada, possivelmente, decorreu da má execução de atividades e/ou do mal uso de materiais. Com isso, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, supõe-se que seja pela perda de adesão do material aplicado.

Portanto, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a prática de manutenção corretiva, no qual, primeiramente, realiza-se a remoção da área afetada. E em seguida, executa-se uma nova camada de revestimento com adição de impermeabilizante na superfície danificada.

Quadro 14 – Características internas de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Destacamento da camada de reboco		
Estimativa de ação ou efeito	Materiais e execução		
Possível agente causador	Perda de adesão do material aplicado		
Recomendações	Manutenção corretiva: remover a área afetada e impermeabilizar a parede em aproximadamente 1m a 1,5m do chão		
Grau de criticidade	G	U	T
	2	2	3
	Pontuação de deterioração	$2 \times 2 \times 3 = 12$	


Fonte: Autora (2023).

No Quadro 15, a edificação apresentou diversos tipos de umidade. No entanto, os defeitos encontrados foram: fissuras, manchas, descascamento da pintura e destacamento no reboco. Entretanto, na ficha técnica foi analisado somente o defeito de manchas.

Posto isso, observou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrada, possivelmente, ocorreu da má execução de atividades e/ou do mal uso de materiais. Assim, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, acredita-se que foi devido a vazamentos em tubulações hidrossanitárias.

Contudo, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a prática de manutenção corretiva. No qual efetua-se a troca dos tubos ineficientes e aplica-se impermeabilizante na laje.

Quadro 15 – Características internas de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Manchas de infiltração		
Estimativa de ação ou efeito	Materiais e execução		
Possível agente causador	Vazamento de tubulação hidrossanitária		
Recomendações	Manutenção corretiva: troca de tubos e impermeabilização do teto		
Grau de criticidade	G	U	T
	4	4	4
	Pontuação de deterioração	$4 \times 4 \times 4 = 64$	

Fonte: Autora (2023).


No Quadro 16, os defeitos encontrados foram: mofo e bolor, manchas, descascamento da pintura e destacamento no reboco. Entretanto, na ficha técnica foi analisado somente o defeito de mofo e bolor.

Assim, observou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrada, possivelmente, surgiu de falhas de execução e materiais, além disso por infiltração accidental. Com isso, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, imagina-se que seja desagregação do material aplicado, devido à baixa quantidade de resina e

ocasionando a expansão do material que divide a camada do reboco e pintura como também pelo mal dimensionamento da tubulação e/ou pela ausência de vedação entre suas ligações.

Posto isso, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a prática de manutenção corretiva. No qual, executa-se a remoção de toda a área afetada, em seguida, aplica-se uma nova camada de revestimento com adição de impermeabilizante à aproximadamente 1 a 1,5 metro de altura do chão e troca de tubulação e vedação das suas ligações.

Quadro 16 – Características internas de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL			
			
Dano observado	Manchas e bolhas na pintura		
Estimativa de ação ou efeito	Materiais e execução		
Possível agente causador	Proliferação de intempéries		
Recomendações	Manutenção corretiva: remover a área afetada, impermeabilizar a superfície 1 a 1,5m de altura do chão, executar uma nova camada de revestimento e trocar tubos e vedar as ligações		
Grau de criticidade	G	U	T
	3	3	3
	Pontuação de deterioração	$3 \times 3 \times 3 = 27$	


Fonte: Autora (2023).

No Quadro 17, a edificação apresentou alguns tipos de umidade. Todavia, os principais defeitos encontrados foram: mofo, bolor e manchas localizados em regiões próximas ao aparelho de hidrômetro residencial.

Sendo assim, observou-se que a estimativa de ação e/ou efeito encontrada, possivelmente, manifestou da má execução de atividades e/ou do mal uso de materiais. Com isso, o possível agente causador da anomalia encontrada, que pela utilização de conhecimentos teóricos durante o estudo da pesquisa, teoricamente, ocorreu da umidade presente no solo e/ou vazamento no hidrômetro.

À vista disso, para o correto reparo do defeito crítico encontrado na referida edificação, recomenda-se a prática de manutenção corretiva. Para isso, necessita-se da remoção da área afetada à aproximadamente 1 a 1,5 metro do chão, em seguida, aplica-se uma nova camada de revestimento com adição de impermeabilizante.

Quadro 17 – Características internas de uma das edificações avaliadas

EDIFICAÇÃO COMERCIAL			
			
Dano observado	Manchas por vazamento acidental		
Estimativa de ação ou efeito	Materiais e execução		
Possível agente causador	Umidade presente no solo e vazamento da tubulação		
Recomendações	Manutenção corretiva: remover a área afetada, impermeabilizar a parede em aproximadamente 1 a 1,5m do chão e executar manutenção no hidrômetro para evitar futuras novas incidências		
Grau de criticidade	G	U	T
	3	3	4
	Pontuação de deterioração	$3 \times 3 \times 4 = 36$	

Fonte: Autora (2023).

4.4 Cartilha informativa

Considerando o índice de ocorrência de manifestações patológicas associadas a umidade encontradas em pesquisas em campo como também, devido a ausência da aplicabilidade do sistema de impermeabilização nas edificações do Bairro Alto da Bela Vista, objeto de estudo do trabalho, optou-se por conscientizar os usuários das edificações avaliadas, através de cartilhas informativas (APÊNDICE B). À vista disso, a elaboração das cartilhas, assim como o questionário aplicado, teve uma linguagem coloquial, como meio de suprir a dificuldade da interpretação pela variedade linguística e cultural da região de estudo.

Com isso, o intuito da cartilha é reduzir futuras novas incidências de manifestações patológicas associadas a umidade e propor soluções corrigindo as já existentes. Assim, as informações contidas no informativo baseiam-se em possíveis causas e efeitos de algumas tipologias de umidade encontradas nas edificações, como também, recomendações de modos de reparo de três casos avaliados na vistoria visual realizada em campo.

Os informativos foram entregues a cada usuário, cuja vistoria visual foi realizada para estudo da pesquisa. Contudo, na Figura 12 e Figura 13, mostram alguns registros fotográficos da respectiva ação realizada em campo. Em que, em ambas as residências foi feito procedimentos de análises tanto em vistorias internas quanto em vistorias externas.

Figura 12 – Entrega da cartilha informativa ao morador de uma edificação comercial



Fonte: Autora (2023).

Figura 13 – Entrega da cartilha informativa ao morador de uma edificação residencial



Fonte: Autora (2023).

5 CONCLUSÃO

As manifestações patológicas decorrentes de umidade apresentam diversas ações e efeitos, que dependendo da sua natureza e criticidade, compromete a vida útil da edificação como também, implica danos a segurança e saúde do usuário. Além disso, apesar de haver vários estudos para combater as incidências das manifestações patológicas, a melhor recomendação por vários autores, até o presente momento, é a aplicação de manutenções corretivas e preventivas.

Para isso, necessita-se de que haja interesse do usuário na execução dessas atividades, no qual, perante os resultados expostos, observa-se que o período de manutenções e reparos são consideráveis perante o estado em que as anomalias foram encontradas. Todavia, a ausência do sistema de impermeabilização, em praticamente, todas as edificações, propiciam no aumento da patologia e agrava, com o passar do tempo, o estado em que o defeito se encontra.

Contudo, dentre as manifestações patológicas encontradas, as que mais se manifestaram nas edificações de estudo, tanto em análises realizadas em fachadas quanto em análises internas, foram decorrentes de umidade ascendente e de infiltração. Entretanto, os defeitos que essas manifestações apresentaram foram dos mais variados destacando-se: mofo ou bolor, manchas, destacamento da camada de reboco e descascamento da pintura.

À vista disso, enfatiza-se a necessidade da execução de manutenção corretiva e aplicação de sistema de impermeabilização. Baseado nisso, como forma de conscientizar e prevenir, foi entregue cartilhas informativas, os residentes das edificações analisadas, na redução de futuras novas incidências de manifestações patológicas decorrente de umidade e propor soluções para corrigir as já existentes.

Entretanto, como proposta de estudos futuros, recomenda-se expandir a pesquisa em campo em outros bairros da cidade, assim, aumentando o grau de confiabilidade dos dados de ocorrências de umidade na cidade de Caridade. Também, sugere-se avaliar a ocorrência das manifestações patológicas através de ensaios *in-situ* para complementar as análises realizadas visualmente.

REFERÊNCIAS

- ABNT CATÁLOGO.** Web Page. 2021. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 06 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575: Desempenho parte 1: requisitos gerais.** Referências. Rio de Janeiro. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16747: Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento:** referências. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Referências. Rio de Janeiro, 2014.
- BAUERMANN, C.V. **Patologias provocadas por umidade em edificações.** Anápolis, 2018. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Anápolis, GO, 2018.
- CAPORRINO, C. F. **Patologia em Alvenaria.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2018. 96 p.
- CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO CEARÁ. **Ações fiscalizatórias por mês.** Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMWUyYjAyY2MtMmE3OS00ZjY3LW11MGUtNjdkNDAYYTA3ODM4IiwidCI6IjZkNTM1YjUzLTcxODItNDI5YS1hZmY3LWMyNWZhNmMzMDQ5YSJ9>>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- COSTA. A. E. **O Conceito de Patologias da Construção Civil.** São Paulo. 2011.
- CRESWELL, J. W., PLANO Clark, V., GUTMANN, M., e HANSON, W. (2003). **Advances in mixed method design In A Tashakkori e C. Teddlie (Eds.), Handbook of Mixed methods in the social and behavioral sciences. Thousand Oaks, CA: Sage.** Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

DEPOSITPHOTOS. Fotos de Eflorescência. Disponível em: FEITOSA, André Ayres. **Inspeção predial: estudo de caso na cidade de fortaleza/ce.** 2018. 59 p. – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DE SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** Monografia (Especialização em Construção Civil: Avaliações e Perícias), Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FELIPE, Edson *et al.* **Estudo de manifestações patológicas em edificações na cidade de Pouso Alegre – MG.** Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA. 2022.

FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais - Estudo de caso.** Recife, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, PE, 2016.

FIGUEIREDO, E. P.; B. **Corrosão das Armaduras das Estruturas de Concreto.** Porto alegre: Boletim técnico ALCONPAT Internacional, 2013.

FONSECA, R.P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

FORTES, Alexandre. **Ciclo PDCA.** Disponível em: <<https://www.alexandrefortes.com.br/qualidade-dotrabalho-que-faz-a-diferenca/ciclo-pdca/>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

FORUM - **Sistema de Impermeabilização.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=1306>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendário de chuvas.** Disponível em: <<http://www.funceme.br/app-calendario/mes/municipios/maxima/2023/6>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

GOMES, Victor. O cenário da construção civil para 2022. **Diário do comércio.** Minas Gerais, 25 set. 2021. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/opiniaio/o-cenario-da-construcao-civil-para-2022/>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

GOMIDE, **SEGUNDA GERAÇÃO DE INSPEÇÃO PREDIAL ATENDE NORMAS DE DESEMPENHO E MANUTENÇÃO DA ABNT,** São Paulo, maio, 2013. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot7662.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2022.

GOMIDE, T. L.F.; NETO, J. C. P. F.; GULLO, M. A. **Normas Técnicas para Engenharia diagnóstica em Edificações**. 1. ed. São Paulo. PINI. 2009.

GOMIDE, Tito et al. **Manual De Engenharia diagnóstica** - 2a. Edição. São Paulo: Leud, 2021.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; GULLO, Marco Antonio; NETO, Jerônimo Cabral P. Fagundes; FLORA, Stella Marys Della. **Inspeção Predial Total**. 3. ed. São Paulo: oficina de textos, 2019.

GOMIDE, Tito; NETO, Jerônimo; GULLO, Marco. **Engenharia Diagnóstica em Edificações**. São Paulo: Editora PINI, 2006.

GOOGLE. 2023. **Porto. [s.l.]: Google Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Caridade++CE/@-4.1952727,-39.2743945,11z/data=!4m5!3m4!1s0x7bf0c4dee43471f:0xc00128ff7d0f9edd!8m2!3d-4.2335008!4d-39.192086>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GREVEN, Hélio; SEELE, Jorg. **Alvenarias afetadas por umidade e sais**. São Paulo: Leud, 2022.

HELENE, P. **Manual Prático para Reparo e Reforço de Estruturas de Concreto**. Pini, São Paulo, 213 p, nov. 1992.

IBAPE NACIONAL. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. 2012.

IE. **Diretrizes Técnicas de Inspeção Predial**. In: Diretrizes Técnicas de Engenharia diagnóstica em Edificações. 1ª Edição. São Paulo: Leud, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA (INBRAENG). **Orientação Técnica OT003/2015-IBRAENG: Inspeção Predial e Auditoria Técnica Predial**. Fortaleza, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Inspeção predial “a saúde dos edifícios”**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1541781803-Cartilha-Inspecao_Predial_a_Saude_dos_Edificios.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO (IBAPE/SP). **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo: IBAPE/SP, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/096.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA/SÃO PAULO. **INSPEÇÃO PREDIAL A SAÚDE DOS EDIFÍCIOS**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/inspecao-predial-a-saude-dos-edificios/>>. Acesso em: 10 set. 2022.

KRUGER, Joel. **Inspeção e manutenção predial**. CREA-PR. Paraná, 2016. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/inspecao-e-manutencao-predial.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2022.

MARQUES, N. S. **Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações em Rio Verde-GO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Verde, 2021.

MEIRA, G. R. **Corrosão de armaduras em estruturas de concreto: fundamentos, diagnóstico e prevenção**. João Pessoa: IFPB, 2017. 130 p.

MONTECIELO, J.; EDLER, M.A.R. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. XXI Seminário Institucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Rio Grande do Sul, v. 21, n. 1, p. 1-10, 25 out. 2016.

MOREIRA, A.L.A. **A estrutura do palácio da justiça em Brasília: aspectos históricos, projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

MORSE, J. M. (1991). **Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation**. *Nllrsing Research*, 40(1),120-123. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ORTIZ, **A IMPORTÂNCIA DA INSPEÇÃO PREDIAL PERIÓDICA**, Mato Grosso, 2009. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=2011>>. Acesso em: 10 out. 2022.

PATOLOGIA. *In: DICIO, Dicionário Etimológico*. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: <<https://www.dicionarioetimologico.com.br/busca/?q=patologia>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo, 2011**. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

PUJADAS, **A MAIORIA DOS ACIDENTES PREDIAIS É CAUSADA POR FALHA EM MANUTENÇÃO**, São Paulo, 2009.

PUJADAS, F. Z. A. **Inspeção Predial**. Foz do Iguaçu, 2014, 33 p. Disponível em: <<http://www.ibape-nacional.com.br/email-marketing/boletim72/inspecaopredial-flaviapujadas.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2022.

RODRIGUES, C. M. C.; COSTA, R. S.; SILVA, R. G.. **A Etapa Planejamento do Ciclo PDCA: Um relato de Experiências Multicasos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28. Anais. Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS FILHO, L. M. **Apostila patologia das construções**. Curitiba, outubro de 2008.

SCHONARDIE, C. E. **ANÁLISE E TRATAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR INFILTRAÇÃO EM EDIFICAÇÕES**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

SENA, Gildeon et al. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020.

SILVA, M. A. **Compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico**. Rio de Janeiro. 2012.

SOARES, Juarez. Cidades do interior: uma nova fronteira para o mercado imobiliário. **A Gazeta**. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/colunas/juarez-gustavo-soares/cidades-do-interior-uma-nova-fronteira-para-o-mercado-imobiliario-0822>>. Acesso em: 18 set. 2022.

SOUZA, T. R. **Definição de Patologias da Construção Civil**. Rio de Janeiro. 2012.

SOTILLE, Mauro Afonso et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

SURVEYMONKEY. **Calculadora de margem de erro**. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação (1ª ed.- 16 tiragem)**. São Paulo, SP: Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de pesquisas Tecnológicas. 1989.

THOMAZ, E. **TRINCAS EM EDIFÍCIOS CAUSAS, PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO**. 2ª Edição, Revista e ampliada, Oficina de textos. 34p. 2020.

TUTIKIAN, B; PACHECO; M. **Boletín Técnico - Inspección, diagnóstico y pronóstico en la Construcción Civil**. Merida, 2013.

APÊNDICE A – Questionário sobre percepção do usuário quanto a temática de manutenções prediais, periodicidade e tipos de ocorrências de umidade recorrentes nas edificações da cidade de Caridade.

1. Qual o tipo da edificação? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Casa (Térrea);
 - b) Casa (2 andares);
 - c) Prédio residencial (no máximo 3 andares);
 - d) Edificação comercial;
 - e) Edificação pública.

2. Houve o acompanhamento da construção por um Engenheiro?
 - a) Sim;
 - b) Não.

3. Houve a realização de algum projeto (exemplos: arquitetônico, estruturais)?
 - a) Sim;
 - b) Não.

4. Qual o tipo de moradia?
 - a) Alugada;
 - b) Própria.

5. A quanto tempo você reside na edificação? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Até 5 anos;
 - b) Entre 5 a 10 anos;
 - c) Mais de 10 anos.

6. Com qual constância há a realização de manutenções ou reparos? (Escolher apenas uma opção)
 - a) A pelo menos 1 anos atrás;
 - b) A pelo menos 3 anos atrás;
 - c) A mais de 10 anos;
 - d) Não sei informar;
 - e) Nunca teve manutenção.

7. Na sua residência há indícios de umidade ou infiltrações no interior da sua residência? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Sim;
 - b) Não.

8. Nos autoriza a inspecionar e documentar (fotografar) estas manifestações patológicas para estudo acadêmico?
 - a) Sim;
 - b) Não.

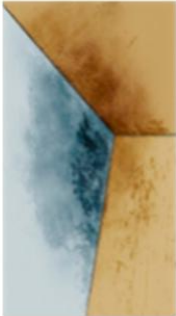
APÊNDICE B – Cartilha informativa de manifestações patológicas das construções decorrentes de umidade

CAUSAS E EFEITOS

MODOS DE REPARO


INFLTRAÇÃO DE CHUVA

1. Limpeza ou remoção da área afetada;
2. Execução de uma nova camada de reboco com impermeabilizante;
3. Aplicação da pintura.




CAPILARIDADE

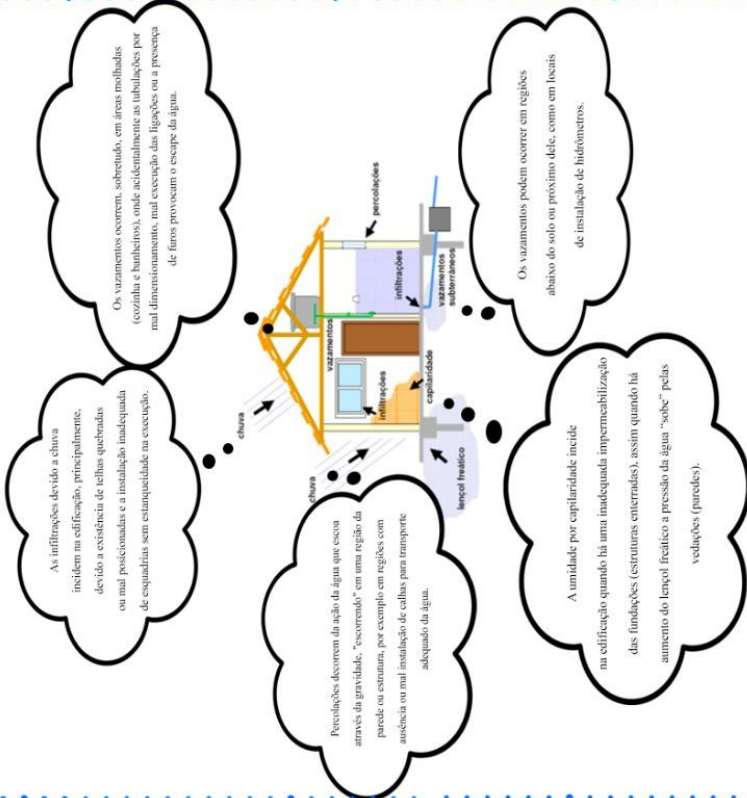
1. Limpeza ou remoção da área afetada;
2. Combater a possível fonte de umidade;
3. Execução de uma nova camada de reboco com impermeabilizante;
4. Aplicação da pintura.



MOFO OU BOLOR

1. Limpeza ou remoção da área afetada;
2. Combater a possível fonte de umidade com impermeabilizante;
3. Aplicação da pintura.





As infiltrações devido a chuva incidem na edificação, principalmente, devido a existência de selhas quebradas ou mal posicionadas e a instalação inadequada de esquadrias sem estanqueidade na execução.

Os vazamentos ocorrem, sobretudo, em áreas molhadas (cozinha e banheiros), onde acidentalmente as tubulações por mal dimensionamento, mal exceção das ligações ou a presença de furos provocam o escape da água.

Percolações decorrentes da ação da água que escorra através da gravidade, "escorrendo" em uma região da parede ou estrutura, por exemplo em regiões com ausência ou mal instalação de calhas para transporte adequado da água.

Percolações podem ocorrer em regiões abaixo do solo ou próximo dele, como em locais de instalação de hidômetros.

A umidade por capilaridade incide na edificação quando há uma inadequada impermeabilização das fundações (estruturas enterradas), assim quando há aumento do lençol freático a pressão da água "sobe" pelas vedações (paredes).

Unichristus

Me chamo Leticia Barbosa Lima, sou estudante de Engenharia Civil pelo Centro Universitário Christus.

O intuito dessa cartilha é conscientizar o usuário ao correto reparo para a redução das incidências de manifestações patológicas decorrentes de umidade.

CARTILHA INFORMATIVA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS CONSTRUÇÕES DECORRENTES DE UMIDADE

ANEXOS

Questionário sobre percepção do usuário quanto a temática de manutenções prediais, periodicidade e tipos de ocorrências de umidade recorrentes nas edificações da cidade de Caridade.

1. Qual o tipo da edificação? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Casa (Térrea);
 - b) Casa (2 andares);
 - c) Prédio residencial (no máximo 3 andares);
 - d) Edificação comercial;
 - e) Edificação pública.

2. Houve o acompanhamento da construção por um Engenheiro?
 - a) Sim;
 - b) Não.

3. Houve a realização de algum projeto (exemplos: arquitetônico, estruturais)?
 - a) Sim;
 - b) Não.

4. Qual o tipo de moradia?
 - a) Alugada;
 - b) Própria.

5. A quanto tempo você reside na edificação? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Até 5 anos;
 - b) Entre 5 a 10 anos;
 - c) Mais de 10 anos.

6. Com qual constância há a realização de manutenções ou reparos? (Escolher apenas uma opção)
 - a) A pelo menos 1 anos atrás;
 - b) A pelo menos 3 anos atrás;
 - c) A mais de 10 anos;
 - d) Não sei informar;
 - e) Nunca teve manutenção.

7. Na sua residência há indícios de umidade ou infiltrações no interior da sua residência? (Escolher apenas uma opção)
 - a) Sim;
 - b) Não.

8. Nos autoriza a inspecionar e documentar (fotografar) estas manifestações patológicas para estudo acadêmico?
 - a) Sim;
 - b) Não.