



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL  
CAMPUS SERRA TALHADA**

**JOHNNY DE MOURA ROSA**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDOS DE  
CASO EM SERRA TALHADA-PE**

**SERRA TALHADA**

**2023**

JOHNNY DE MOURA ROSA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDOS DE  
CASO EM SERRA TALHADA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Ma. Rafaella Pereira Marinho

SERRA TALHADA  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

R789 Rosa, Johnny de Moura.

Manifestações patológicas na construção civil: : estudos de caso em Serra Talhada-PE /  
Johnny de Moura Rosa. - Serra Talhada, 2023.  
67 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2023.  
Orientação: Prof. Msc. Rafaella Pereira Marinho.

1. Engenharia civil. 2. Manifestações patológicas. 3. Reparo. 4. Custos. I. Título.

CDD 624

---

**INSTITUTO FEDERAL DO SERTÃO PERNAMBUCANO – IFSertãoPE**  
**CAMPUS SERRA TALHADA**  
**CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**JOHNNY DE MOURA ROSA**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDOS  
DE CASO EM SERRA TALHADA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Aprovado em 20 de dezembro de 2023**

**Banca Examinadora**



(Prof<sup>ª</sup>. Ma. Rafaella Pereira Marinho, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano)



(Prof<sup>º</sup> Me. Elivelthon Carlos do Nascimento, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano)



(Prof<sup>º</sup> Me. Nilberte Muniz de Sousa, Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira)

## EPÍGRAFE

*Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem  
perder o bem que poderíamos conquistar  
se não fosse o medo de tentar.*  
O menestrel – William Shakespeare

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por guiar meus passos e me proporcionar força e orientação ao longo dessa trajetória.

Às pessoas que sempre estiveram ao meu lado, meus pais, Antônio Carlos Rosa e Maria das Neves de Moura Rosa, agradeço por aceitarem e confiarem em meus objetivos. O constante apoio e fé em mim foram fundamentais.

À minha esposa, Hosana Maria Rocha Cardoso, expressei minha profunda gratidão. Mesmo nos tempos difíceis, sua presença ao meu lado foi um farol que iluminou os momentos sombrios.

Ao meu grande irmão, Carlos Jonathan de Moura Rosa, agradeço pelos valiosos conselhos e pelo exemplo de determinação. Sua influência positiva foi um motivador constante.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Ma. Rafaella Pereira Marinho, agradeço sinceramente pelo aprendizado ao longo do curso e por aceitar o desafio de me orientar no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Sua orientação foi fundamental para meu crescimento acadêmico.

Aos familiares que, mesmo à distância, me apoiaram incondicionalmente, agradeço por sua constante presença e incentivo.

Aos colegas de curso, em especial a Alexandre Barbosa, Amanda Myrelle, Thainara Silva e Vinícius Roberto, agradeço por compartilharmos juntos os desafios e conquistas durante esse período universitário. Sua amizade e admiração são tesouros que levarei para a vida.

Aos professores que contribuíram para meu aprendizado e enriqueceram minha experiência acadêmica, minha eterna gratidão. A primeira turma de engenharia civil do IFSertãoPE, Campus Serra Talhada, tornou-se composta por bons engenheiros graças à dedicação e competência de vocês.

Aos amigos Livia e Higor Amaral, meu sincero agradecimento por auxiliarem-me no desenvolvimento do TCC.

Cada um de vocês desempenhou um papel fundamental em minha jornada, e por isso, expressei minha profunda gratidão. Vocês são parte integrante do meu sucesso e da pessoa que me tornei.

## RESUMO

As manifestações patológicas são danos que atingem as edificações e podem ser identificadas em todos os elementos da construção. Estes problemas podem ser causados em diversas etapas da construção como má execução de obra, falta de manutenção ou por elementos externos como a chuva e o sol. Este trabalho explora os conceitos associados a esses fenômenos na construção civil e o foco principal recai sobre a identificação, descrição e compreensão das principais manifestações patológicas, como defeitos em pinturas, trincas, infiltrações, até problemas estruturais mais complexos que impactam a integridade das edificações, com o intuito de proporcionar uma compreensão clara de suas causas e, conseqüentemente, apresentar soluções eficazes para prevenção e reparo. Adicionado o levantamento de dados quantitativos para apresentar os custos de reparo para sanar tais problemas. Para tal compreensão foram realizados dois estudos de casos na cidade de Serra Talhada-PE, o primeiro com problemas associados principalmente a falta de impermeabilização da fundação e proteção externa do imóvel enquanto o segundo retrata a falta de impermeabilização da laje. A metodologia adotada nesta pesquisa abrangeu uma análise minuciosa de casos através de visitas ao local com capturas imagéticas dos defeitos e fontes orais dos proprietários dos imóveis, integrando dados qualitativos e quantitativos. A inspeção predial, análise de dados e a proposição de soluções foram conduzidas de maneira sistemática, destacando a importância de uma boa execução durante a fase construtiva e de manutenções ao longo da vida útil das edificações. Uma avaliação detalhada dos custos associados à implementação de algumas soluções propostas foi conduzida utilizando a Tabela SINAPI, ORSE e SEINFRA. Os resultados obtidos evidenciam a eficácia das abordagens propostas, ressaltando a necessidade de práticas construtivas seguindo toda a regulamentação necessária e intervenções para prevenir ou eliminar as manifestações patológicas.

Palavras-chave: manifestações patológicas; reparo; custos.

## **ABSTRACT**

Pathological manifestations are damages that affect buildings and can be identified in all construction elements. These problems can be caused at different stages of construction, such as poor execution of work, lack of maintenance or external elements such as rain and sun. This work explores the concepts associated with these phenomena in civil construction and the main focus is on the identification, description and understanding of the main pathological manifestations, such as defects in paintings, cracks, infiltrations, even more complex structural problems that impact the integrity of buildings, with the aim of providing a clear understanding of its causes and, consequently, presenting effective solutions for prevention and repair. Added quantitative data collection to present repair costs to resolve such problems. For this understanding, two case studies were carried out in the city of Serra Talhada-PE, the first with problems associated mainly with the lack of waterproofing of the foundation and external protection of the property while the second portrays the lack of waterproofing of the slab. The methodology adopted in this research included a thorough analysis of cases through site visits with image captures of defects and oral sources from property owners, integrating qualitative and quantitative data. The building inspection, data analysis and proposal of solutions were carried out systematically, highlighting the importance of good execution during the construction phase and maintenance throughout the useful life of the buildings. A detailed assessment of the costs associated with the implementation of some proposed solutions was conducted using the SINAPI, ORSE and SEINFRA tables. The results obtained demonstrate the effectiveness of the proposed approaches, highlighting the need for construction practices following all necessary regulations and interventions to prevent or eliminate pathological manifestations.

Keywords: pathological manifestation; repair; costs.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diferentes desempenhos de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos. ....	19
Figura 2: Locais onde podem se concentram a umidade na edificação.....	22
Figura 3: Circulação de ar no banheiro. ....	23
Figura 4: Alinhamento de portas e janelas. ....	23
Figura 5: Funcionamento da capilaridade. ....	24
Figura 6: Eflorescência.....	25
Figura 7: Carbonatação no processo de corrosão de armaduras.....	30
Figura 8: Aumento da área de contato das sapatas.....	33
Figura 9: Tópicos e subtópicos da metodologia de análise das manifestações patológicas. ...	37
Figura 10: Localização da cidade de Serra Talhada – PE. ....	37
Figura 11: Croqui das plantas realizada no AutoCAD.....	42
Figura 12: Localização das fotos no hall de entrada. ....	43
Figura 13: Análise do hall de entrada.....	43
Figura 14: Análise do hall de entrada.....	43
Figura 15: Localização das fotos no “quarto 01” e “circulação”. ....	44
Figura 16: Análise do quarto 01.....	45
Figura 17: Análise do quarto 01.....	45
Figura 18: Análise do quarto 01.....	45
Figura 19: Análise da circulação. ....	45
Figura 20: Localização das fotos no quarto 02.....	46
Figura 21: Análise do quarto 02.....	46
Figura 22: Análise do quarto 02.....	46
Figura 23: Localização das fotos na cozinha.....	47
Figura 24: Análise da cozinha. ....	48
Figura 25: Análise da cozinha. ....	48
Figura 26: Eflorescência na escada. ....	48
Figura 27: Localização das fotos no primeiro pavimento. ....	49
Figura 28: Eflorescência no quarto 04.....	49
Figura 29: Eflorescência no quarto 04.....	49
Figura 30: Mancha de umidade no quarto 04.....	50
Figura 31: Mancha de umidade acima da escada. ....	50

Figura 32: Primeiro pavimento, vista externa. ....	52
Figura 33: Croqui do estudo de caso 02, realizado no AutoCad. ....	58
Figura 34: Manifestação patológica. ....	59
Figura 35: Manifestação patológica. ....	59
Figura 36: Manifestação patológica. ....	59
Figura 37: Manifestação patológica. ....	59
Figura 38: Manifestação patológica. ....	60
Figura 39: Cobrimento do pilar. ....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vida útil de Projeto em anos para setores da edificação. ....	20
Tabela 2: Definição de anomalias de acordo com a espessura da abertura. ....	26
Tabela 3: Quantitativo para o orçamento. ....	54
Tabela 4: Orçamento da impermeabilização da fundação. ....	55
Tabela 5: Orçamento de revestimento e pintura externa. ....	56
Tabela 6: Orçamento do reparo estrutural do pilar. ....	57
Tabela 7: Quantitativo para o orçamento. ....	62
Tabela 8: Orçamento para demolição e execução da laje, e reparo estrutural das vigas e pilares. ....	62

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Quadro resumo sobre fissuras .....	27
Quadro 2: Danos e diagnósticos .....	51
Quadro 3: Conduas aos problemas identificados. ....	52

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**BDI** – Benefícios e Despesas Indiretas.

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**NBR** – Norma Brasileira.

**ORSE** – Orçamento de Obras de Sergipe

**SEINFRA** – Secretaria de Infraestrutura do Ceará.

**SINAPI** – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil.

**VUP** – Vida Útil de Projeto.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13-14
<b>2.</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	15
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	16
<b>3.2</b>	<b>Objetivo Específico</b> .....	16
<b>4.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
<b>4.1</b>	<b>Patologia</b> .....	17-20
<b>4.2</b>	<b>Manutenção</b> .....	20
4.2.1	Manutenção Corretiva .....	20
4.2.2	Manutenção Preventiva .....	21
4.2.3	Manutenção Rotineira .....	21
<b>4.3</b>	<b>Manifestações patológicas</b> .....	21
4.3.1	Manchas, Mofos e bolores .....	22-23
4.3.2	Eflorescência .....	23-25
4.3.3	Fissuras, Trincas, Rachaduras e Fendas .....	25-29
4.3.4	Corrosão das armaduras .....	30
<b>4.4</b>	<b>Tratamento de manifestações patologias</b> .....	31
4.4.1	Impermeabilização da fundação .....	31-32
4.4.2	Reabilitação da pintura por destacamento. ....	32-33
4.4.3	Reforço de fundação em Sapata .....	33
4.4.4	Reabilitação de eflorescências .....	33-34
4.4.5	Reabilitação de elementos estruturais como pilares, vigas e lajes .....	34-35
4.4.6	Reabilitação de placas pré-fabricadas de gesso .....	35
4.4.6.1	Pequenos reparos .....	35
4.4.6.2	Reparos de fissuras .....	35
<b>4.5</b>	<b>Orçamento</b> .....	35-36
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	37-38
<b>6.</b>	<b>ESTUDOS DE CASO</b> .....	39
<b>6.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo</b> .....	39-40
<b>6.2</b>	<b>Caso 01 – Residência A</b> .....	41
6.2.1	Descrição da edificação .....	41
6.2.2	Vistoria do local .....	41-42

6.2.2.1	Danos apresentados.....	43
6.2.2.1.1	Térreo.....	43-48
6.2.2.1.2	Primeiro pavimento.....	48-50
6.2.2.2	Anamnese.....	50
6.2.3	Diagnóstico.....	50-52
6.2.4	Conduta.....	52-54
6.2.5	Elaboração do orçamento.....	54-57
<b>6.3</b>	<b>Caso 02 – Residência B</b> .....	<b>58</b>
6.3.1	Descrição da edificação.....	58
6.3.2	Vistoria do local.....	58
6.3.2.1	Danos apresentados.....	59-60
6.3.2.2	Anamnese.....	60
6.3.3	Diagnóstico.....	61
6.3.4	Conduta.....	61
6.3.5	Elaboração de orçamento.....	61-63
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65-67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No período Neolítico defendido pelos historiadores, o homem passou por um processo de sedentarismo, ocasionando a formação dos primeiros aglomerados populacionais que se tem registro. As construções antes desse período se restringem em abrigos geralmente de galhos de árvores, logo após, houve a preocupação da defesa coletiva do grupo, locais de habitação e desenvolvimento da agricultura (DE AGUIAR, 2022). Os primeiros abrigos, sem intenção de cometer anacronismo, tiveram uma matéria prima mais simples tais como pedras e galhos, além de utilizar a topografia do terreno para fortificar suas primeiras edificações (SANCHES, 2013).

Com o avanço do conhecimento dos materiais de construção, em especial após as revoluções industriais, o processo construtivo se tornou mais sofisticado principalmente pelo surgimento do concreto armado. E fatores como a segurança, durabilidade, vida útil e estética entraram em questão no segmento da engenharia civil.

Segundo Zuchetti (2015), as edificações construídas pelo homem têm uma gama de tipos e variedades, tais como casas, igrejas, universidades, viadutos, estádios e ginásios para esportes, postos de gasolina, estações de ônibus e trem, prédios, e etc, na qual todas estas instalações se convergem para um objetivo comum: dar acolhimento e suporte suficiente para que o homem exerça suas funções diárias.

As edificações são regidas de normativas que estabelecem os requisitos mínimos e necessários para que haja segurança dos que ali habitam, entre elas destacam-se as normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como a NBR 15575 que trata sobre o desempenho de edificações habitacionais, a NBR 5674 que aborda a gestão de manutenção em edificações, a NBR 6118 aborda do projeto de estruturas de concreto, a NBR 14037 retrata o manual de uso, operação e manutenção das edificações, entre outras.

As normativas dos processos construtivos garantem a segurança das edificações, proporcionando uma vida útil por longos períodos, se realizado a manutenção corretamente. O próprio conceito de manutenção que engloba um aparato de cuidados técnicos para a conservação, restauração, substituição e prevenção para o bom funcionamento do objeto em questão, nos remetem que toda e quaisquer obras possuem um prazo de validade. Ou seja, os materiais que são utilizados na construção deixam de exercer seu papel por questão de erros humanos ou pelas perdas de propriedades no decorrer nos anos. Segundo Peña (2004), estruturas de concreto não são eternas, pois a estrutura interage com o meio ambiente, isto é, existe um elo com alguns agentes do intemperismo que atuam durante seu uso, ocasionando deterioração.

No âmbito da construção civil, pode-se perceber que, embora muitas inovações e processos construtivos tenham sido desenvolvidos ao longo do tempo, surgem simultaneamente novos desafios como manifestações patológicas. Dentre as causas dessas manifestações, Machado e Hervé (2023), destacam o envelhecimento natural das estruturas, a exposição a intempéries, irresponsabilidades dos profissionais e a ocorrência de erros de projeto. As manifestações patológicas são de menor gravidade quando atingem, por exemplo, a estética de uma parede com o desbotamento, enquanto outras apresentam elevado potencial de risco para a segurança das pessoas, como o rompimento de estrutura de concreto armado, podendo inclusive resultar em desastres. Nesse sentido, torna-se imprescindível empreender um estudo especializado com o objetivo de identificar, conter e recuperar as manifestações patológicas que apresentam do menor ao maior grau de ameaça, visando reduzir ou até mesmo eliminar os riscos envolvidos (MACHADO; HERVÉ, 2023).

Assim, este trabalho de conclusão de curso busca explorar as manifestações patológicas frequentes em edificações, bem como métodos de reparo. Para fundamentar essas discussões, foram conduzidos dois estudos de caso envolvendo uma inspeção predial, a análise dos dados obtidos e a proposição de soluções. Além disso, foi realizado um levantamento dos custos necessários para a implementação dos reparos sugeridos nas edificações estudadas, visando proporcionar uma abordagem abrangente e prática no tratamento das manifestações patológicas.

## 2. JUSTIFICATIVA

As manifestações patológicas podem ser causadas por diferentes elementos, como a falta de mão de obra qualificada, má qualidade dos materiais com o intuito de baratear a obra e erros na execução ou leitura do projeto.

A prevenção de problemas futuros e o aprimoramento de técnicas construtivas eficientes, garantindo conforto e segurança, são alcançados por meio do estudo das manifestações patológicas em edificações em fase de construção ou já construídas. Esses estudos proporcionam uma base para profissionais que desejam utilizar esse conhecimento.

O estudo das manifestações patológicas na construção civil é a garantia de segurança das pessoas que usufruem das edificações. Compreender falhas estruturais, infiltrações, recalques, trincas em geral, entre outros, permite a adoção de medidas preventivas e corretivas com o intuito de garantir a integridade física, funcional e estética da construção. Além de beneficiar a sua durabilidade e qualidade ao longo dos anos.

Outro fator que justifica esta pesquisa é a redução de custos. A identificação das manifestações patológicas logo no seu estado inicial, proporciona o reparo e correção de maneira mais rápida e eficiente, resultando numa redução significativa dos custos para o dono da edificação. Segundo Silva (2021), os custos de impermeabilização das vigas baldrame durante a construção da obra e os custos para corrigir depois de construir os problemas de infiltração ocasionado pela falta de impermeabilizante é aproximadamente 7 vezes maior do que a medida preventiva.

Assim, o aumento da qualidade, segurança, conforto, durabilidade e a redução de custo das edificações são prioridades dentro de uma edificação. O crescimento do estudo das manifestações patológicas na engenharia civil contribui para o desenvolvimento de novas técnicas de construção e materiais mais eficientes e duráveis.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

- Identificar e descrever as principais manifestações patológicas que ocorrem em construções civis, suas causas e possíveis soluções de reparo ou reforço, através de dois estudos de caso na cidade de Serra Talhada-PE.

#### **3.2. Objetivo Específico**

- Apresentar os conceitos e as principais causas das manifestações patológicas;
- Identificar e analisar as manifestações patológicas de estudos de caso em duas residências situadas no município de Serra Talhada-PE;
- Definir possíveis soluções para as manifestações patológicas;
- Realizar a estimativa de custos para as intervenções necessárias nas residências analisadas nos estudos de caso, visando a reabilitação dos problemas identificados.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Patologia

O estudo envolvendo a deterioração na construção civil, a fim de compreender todo o aparato do diagnóstico até a solução do problema, denomina-se patologia. Segundo HELENE (1992),

Patologia é a ciência que estuda a origem, os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças. O termo provém das palavras gregas *pathos* (sofrimento, doença) e *logia* (ciência, estudo), cujo significado é “estudo das doenças”. Assim, essa ciência pode ser compreendida como o estudo do desvio daquilo que é admitido como a condição normal ou esperada de algo, ou seja, uma anormalidade, que conflita com a integridade ou o comportamento habitual do elemento [...]. Trata-se [...] de uma área do conhecimento que visa entender qual é a doença instalada, para que esta possa ser curada definitiva e corretamente. (HELENE, 1992, p.8)

O dicionário online *DICIO* define esta palavra como um ramo da ciência, em especial a medicina, que estuda os aspectos das doenças no ser humano, ela abrange as causas, sintomas e alterações fisiológicas ou anatômicas. No meio técnico ainda existem equívocos na diferenciação no conceito de patologia e manifestações patológicas, muitas vezes referenciado como sinônimos. Este último são os mecanismos de degradação da edificação enquanto o primeiro é uma ciência contemplada de um conjunto de teorias para explicar o comportamento desses mecanismos, isto é, ao detectar o aparecimento de fissuras, trincas, manchas, deformações, entre outros, a terminologia correta para referenciá-los são manifestações patológicas e a ciência que estuda seu comportamento a fim de compreender as causas e levantar possíveis soluções é a Patologia (SILVA, 2022).

Dentro da engenharia civil, delinea-se no mesmo sentido da medicina, uma análise envolvendo a doença, mas para a edificação. Segundo Silva (2011), as manifestações patológicas nas construções podem ser inspiradas com as doenças advindas da medicina. Ambas podem ser motivadas por diversos elementos, no ramo da engenharia civil são problemas no projeto ou na execução ou até falta de manutenção periódica e adequada. Assim como as doenças, as manifestações patológicas nas construções possuem diferentes níveis de gravidade e podem ter consequências muitas vezes irreversíveis, como a perda de vidas humanas em casos extremos. Além disso, ambas podem ter sintomas que indicam a presença de um problema, como trincas em paredes ou febre no corpo humano.

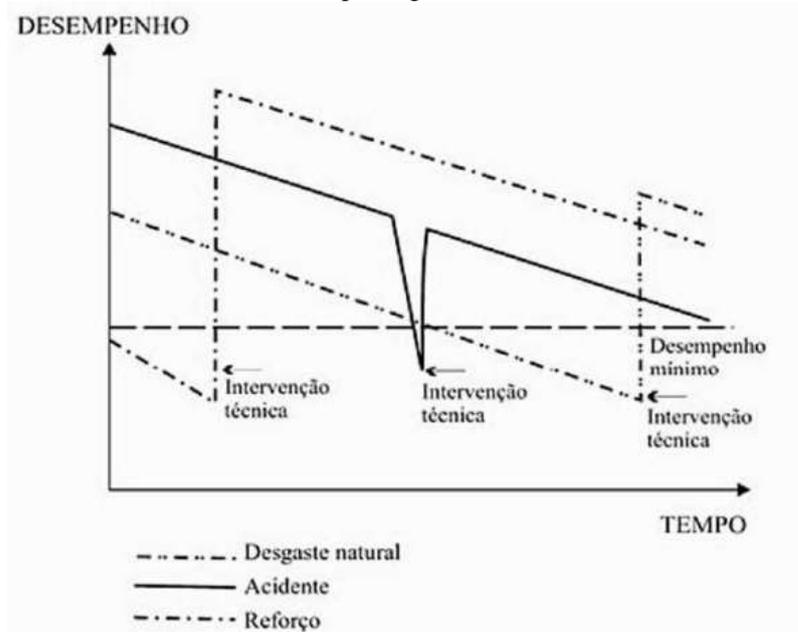
Assim como a medicina emprega técnicas específicas de diagnóstico para identificar e tratar doenças, a engenharia civil utiliza métodos específicos de inspeção e análise para detectar e solucionar patologias em edificações (SILVA, 2011). A necessidade de inspeções regulares garante o desempenho da edificação que, de acordo com SOUZA e RIPPER (1998), entende-se como desempenho o comportamento da edificação em serviço ao longo da vida útil.

[...] o requisito de desempenho é a formulação qualitativa das propriedades a serem alcançadas pelo edifício, ou por suas partes, de maneira a atender determinadas necessidades do usuário. Os requisitos de desempenho são relativos ao uso propriamente dito da edificação, à resistência que esta deverá oferecer aos desgastes que sobre ela atuam e às consequências que ela produzirá sobre o meio ambiente (GNIPPER; MIKALDO, 2007, p. 02)

O processo de construção deve seguir uma série de exigências e normas técnicas para que possa atender determinadas exigências durante sua vida útil, o proprietário da edificação deve nortear seus projetos e execução em profissionais e serviços devidamente qualificados para que o desempenho tenha efetividade no qual foi projetado. É um processo de pensar os fins antes dos meios, o que não significa que este não tenha sua importância, mas os fins alcançados são levados em consideração quando se trata de desempenho. Vale destacar que, o desempenho não é uma constante durante o tempo, mas o contato com o ambiente desenrola sua diminuição (ZUCHETTI, 2015).

Os materiais ou componentes na construção apresentam um prazo de validade e são instáveis ao decorrer dos anos, principalmente quando são expostos a agentes exógenos como exposição ao sol, chuva, ventos, entre outros, onde o processo de deterioração é natural e pode ser acelerado devido a esses agentes externos (SOUZA; RIPPER, 1998). O desempenho se caracterizado pelo funcionamento adequado tem uma referência mínima para segurança e funcionalidade. A Figura 1, apresenta três situações de desempenho para uma edificação.

Figura 1: Diferentes desempenhos de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos.



Fonte: SOUZA e RIPPER (1998).

O primeiro caso, ilustrado como desgaste natural, acontece quando ao longo do tempo o desempenho da edificação naturalmente vai perdendo sua efetividade, necessitando uma intervenção técnica para o retorno aos propósitos adequados, nota-se que esta intervenção acontece num período mais distante. O segundo caso, representado pela linha contínua, envolve os acidentes devido a problemas graves, necessita de uma intervenção imediata para que possa voltar ao seu processo de desgaste natural. O terceiro caso, intitulado como reforço e ilustrado pela linha traço-monoponto, representa os erros de projeto ou execução, onde a construção já inicia o seu desempenho abaixo do mínimo e necessita de reforço para atender seu propósito inicial. Logo, a construção deve se desenvolver com atenção desde a etapa inicial e em medidas que atendam suas necessidades para minimizar o aparecimento de manifestações patológicas.

A NBR 15575 define a vida útil de projeto (VUP) como o período estimado que compõe o sistema da edificação no qual foi projetado. A Tabela 1 define a VUP em anos para diversos setores da edificação, sendo a estrutura em pelo menos 50 anos, vedação vertical interna maior ou igual a 20 anos.

Tabela 1: Vida útil de Projeto em anos para setores da edificação.

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Máximo
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

Fonte: NBR 15575 (ABNT, 2013).

## 4.2. Manutenção

O conceito de manutenção, de acordo com Macedo (2017), se baseia numa série de atividades necessárias à edificação, com o intuito de conservar ou recuperar a capacidade funcional que foi projetada, preservando a segurança dos usuários. Segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012), o sistema de manutenção está incluso meios para conservação das características originais da edificação e prevenir uma queda no gráfico de desempenho pela degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes.

Um aspecto crucial em relação à manutenção é a correlação que ela possui com um bom projeto. No entanto, é importante ter em mente que, além de um projeto bem planejado, é necessário estabelecer condições adequadas para sua execução e assegurar seu funcionamento eficaz (MACÊDO, 2015). A NBR 5674 (ABNT, 2012) define três diferentes tipos de manutenção: a preventiva, corretiva e rotineira.

### 4.2.1. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é “caracterizada por serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componente das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários” (NBR 5674, 2012, p. 3). Este tipo de manutenção é acionado quando ocorrem falhas nas edificações que afetam seu desempenho, podendo gerar desconfortos e acidentes, ou seja, de acordo com o surgimento do problema o usuário solicita a manutenção pois o componente ou equipamento perdeu seu funcionamento. A negligência da solicitação pode gerar rompimento na estrutura e perda de vidas.

### **4.2.2. Manutenção Preventiva**

A NBR 5674:2012 caracteriza manutenção preventiva

[...] por serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas de durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificação periódicas sobre o seu estado de degradação (NBR 5674, 2012, p. 3).

Este tipo de manutenção antecipa um problema futuro observando o histórico de falhas de operação, desempenho, entre outros. Segundo Oliveira e Lima (2022), o planejamento tem como finalidade evitar falhas ou prever a diminuição no desempenho num determinado período definido, ou seja, garante que a edificação mantenha sua máxima eficiência no tempo estimado.

### **4.2.3. Manutenção Rotineira**

A manutenção rotineira “caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, citando-se, por exemplo, limpeza geral e lavagem de áreas de áreas comuns” (NBR 5674, 2012, p. 3). Estas atividades se relacionam com o desempenho predial, concentradas nas atividades básicas do dia a dia na edificação.

### **4.3. Manifestações patológicas**

A vida útil de uma edificação está diretamente ligada aos cuidados que foram demonstrados desde o planejamento inicial, projetos, execução e manutenção. A edificação está sujeita a agentes do intemperismo que agredem a estrutura como um todo e os cuidados são essenciais para o prolongamento do bom estado, caso não ocorra, pode resultar no surgimento de manifestações patológicas. Dentre as manifestações patológicas encontradas em edificações, pode-se destacar:

- Manchas, mofos e bolores;
- Eflorescências;
- Fissuras, trincas, rachaduras e fendas;
- Corrosão das armaduras;

### 4.3.1. Manchas, Mofos e bolores

A presença de umidade é um agente causador de algumas manifestações patológicas, como manchas, mofos, bolores e eflorescência (SANTOS, 2021), sua compreensão é fundamental para o entendimento das manifestações patológicas associadas à sua presença.

De acordo com Montecielo e Edler (2016), o termo umidade tem como significado a qualidade ou estado de úmido ou ligeiramente molhado. A umidade age como intermédio de outras manifestações, podemos citar a infiltração por capilaridade pela falta de impermeabilização das fundações.

A umidade se manifesta em diversos locais na edificação como pisos, paredes, vigas, pilares, entre outros elementos. Tal presença pode ocasionar lesão financeira, desconforto estético, danificar materiais ou bens próximos, podendo causar enfermidade à saúde do usuário como a presença de mofo (SANTOS, 2021). A Figura 2 mostra como a umidade pode aparecer nas edificações com a presença de chuva, condensação em locais com pouca ou nenhuma ventilação, infiltrações por capilaridade ou vazamento de tubulações nas redes hidráulicas. Toda a edificação está sujeita a essa agressão, por isso a necessidade de proteção e manutenção para diminuir ou excluir a enfermidade.

Figura 2: Locais onde podem se concentrar a umidade na edificação.

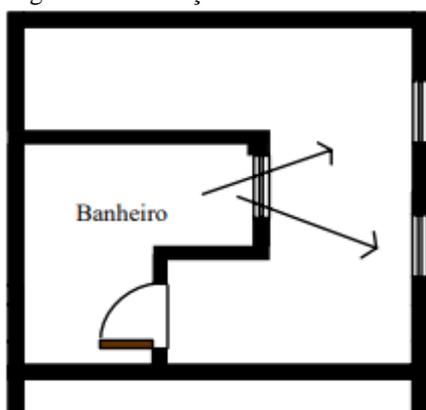


Fonte: Santos, 2021.

De acordo com Bauermann (2018), mofo e bolor são problemas causados por fungos que danificam as áreas afetadas que geralmente surgem em locais úmidos e propensos a infiltração. Esses fungos são caracterizados por manchas escuras ou esverdeadas e podem levar à deterioração das superfícies. Essa manifestação ocorre devido à formação e multiplicação de micro-organismos conhecido como fungos.

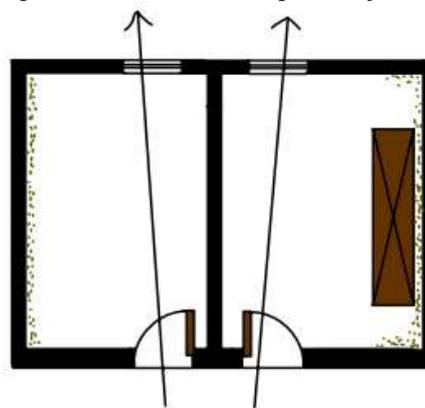
O mofo geralmente se desenvolve em áreas da casa com pouca circulação de ar, falta de luz solar, e que são quentes e úmidas. No entanto, também pode surgir devido a infiltrações ou vazamentos de canos inseridos nas paredes. As Figuras 3 e 4 mostram que a configuração do espaço com o a circulação de ar influência no aparecimento da manifestação patológica. A Figura 3 retrata o banheiro com abertura para outro ambiente, acumulando vapor de água nos seus elementos construtivos, principalmente em períodos chuvosos, quando as janelas ficam fechadas. Na Figura 4, o alinhamento de portas e janelas dificulta a circulação de ar no ambiente acumulando umidade nas áreas mais internas das paredes ou atrás de algum móvel da casa.

Figura 3: Circulação de ar no banheiro.



Fonte: Souza, 2008.

Figura 4: Alinhamento de portas e janelas.



Fonte: Souza, 2008.

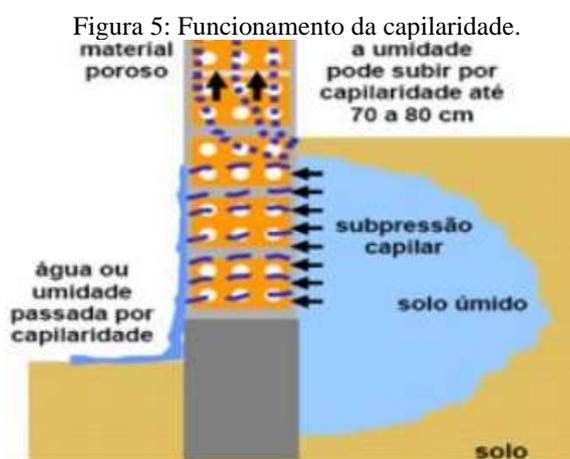
Manter o controle da umidade relativa do ambiente é essencial para prevenir a formação de mofo. Para evitar a proliferação desse fungo, é importante adotar algumas precauções, como garantir que o ambiente esteja seco para evitar a condensação de água e promover a circulação de ar mantendo portas e janelas abertas. (GONZAGA, 2016). Como esta manifestação patológica é provocada por micro-organismos entrando em contato com o morador da edificação, torna-se nocivo, acarretando em problemas de saúde, por isso, não deve ser negligenciada.

#### 4.3.2. Eflorescência

A eflorescência é uma condição construtiva indesejável que resulta em uma aparência antiestética. Depósitos cristalinos de cor esbranquiçada aparecem nas superfícies de elementos da edificação executada com cimento e/ou revestimentos seja pintura, gesso ou cerâmico. Existe uma interação de alguns fatores para seu surgimento, como a água, sais solúveis em água e condições ambientais (LEITES, 2020).

A principal causa desse processo é a presença de umidade das alvenarias que estão em contato com o solo, ou em outros meios como infiltrações por quebra de tubulações da rede de abastecimento de água. Segundo Santos (2021), chama-se de umidade ascensional ou por capilaridade aquela que ocorre devido a presença de água no solo e que consegue infiltrar pelos poros por meio do efeito de capilaridade.

De acordo com Ferreira e Rodrigues (2019) existe uma descontinuidade dos materiais de construção, acarretando em espaços vazios, que por meio de uma tensão capilar são preenchidos pela água, normalmente quando estes materiais estão em contato com o solo. A Figura 5 apresenta uma exemplificação didático de como funciona a ascensão da água até o material poroso, em sua grande maioria as alvenarias.



Fonte: Ferreira e Rodrigues, 2019.

De acordo com Taguchi (2010),

Quimicamente a eflorescência é constituída principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio, solúveis ou parcialmente solúveis em água). Pela ação da água da chuva ou do solo, estes sais são dissolvidos e migram para superfície e a evaporação da água resulta na formação de depósitos salinos (TAGUCHI, 2010, p. 44).

As eflorescências surgem quando a água atravessa algum elemento (tijolo, argamassa, areia ou concreto) que se encontra com sais solúveis (MONTECIELO e EDLER, 2016). Quando os materiais contêm sais solúveis e a umidade atua como um agente que dissolve esses sais, eles são transportados para a superfície do revestimento. Nesse processo, ocorre a cristalização desses sais à medida que a umidade evapora. Essa deposição de sais na superfície dos revestimentos pode levar ao descolamento, dependendo das circunstâncias em que o sal se forma (SANTOS, 2021).

A eflorescência é vista como um problema porque altera a aparência do elemento onde ocorre o depósito. Em alguns casos, os sais presentes na eflorescência podem ser agressivos e causar danos significativos, inclusive comprometendo a aderência dos revestimentos (LEITES, 2020). Essa alteração visual é bastante perceptível, com um contraste de cor entre os sais e a superfície em que se depositam, como identificado na Figura 6.

Figura 6: Eflorescência



Fonte: Autor, 2023.

Segundo Júnior (2018), as regiões áridas e semiáridas possuem clima propenso à salinização do solo, como exemplo o Nordeste. Essa condição, combinada com ventos constantes, torna a região propícia ao surgimento de eflorescências. Os sais responsáveis por esse problema podem estar presentes nos materiais de construção, exigindo cuidado ao adquiri-los. Atualmente, existem diferentes formas de evitar ou reduzir os danos causados pela eflorescência, incluindo o uso de cimentos específicos resistentes a sulfatos.

#### **4.3.3. Fissuras, Trincas, Rachaduras e Fendas**

“As fissuras, trincas, rachaduras são aberturas no formato de linhas que surgem nas superfícies das estruturas e são definidas de acordo com sua dimensão e profundidade” (SILVA, 2022, p.20). Santos (2021) afirma que, as fissuras são aberturas que danificam a integridade da superfície de um elemento da edificação, permitindo que agentes agressivos atuem de forma acelerada seu processo de desgaste.

Alguns defeitos são localizados e têm pouca relevância, não afetando a integridade geral da estrutura, podendo ser identificados imediatamente, sem a necessidade de estudos aprofundados ou ensaios de laboratório. No entanto, existem defeitos mais graves que exigem um conhecimento abrangente da obra, incluindo o histórico completo da estrutura, análise do projeto e todas as informações relevantes para identificar as causas subjacentes que levaram à ocorrência da manifestação patológica (VITÓRIO, 2003). Esses problemas podem surgir após

longos períodos de uso, em questão de dias ou até mesmo horas, e suas causas são diversas, assim como os métodos utilizados para diagnosticá-los (SANTOS, 2021). A Tabela 2 identifica a classificação de anomalias de acordo com sua dimensão de abertura. Um material denominado como fissurômetro é um instrumento adequada para essa medição.

Tabela 2: Definição de anomalias de acordo com a espessura da abertura.

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	0 até 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,0
Rachadura	de 1,0 a 1,5
Fenda	> 1,5

Fonte: Silva, 2022.

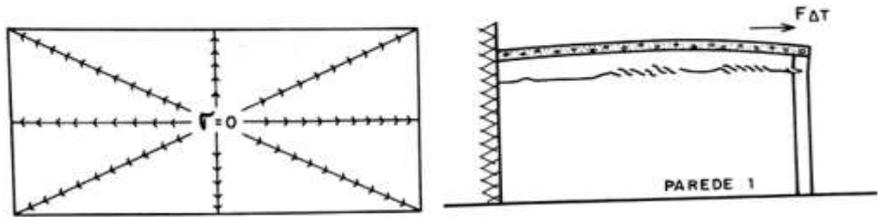
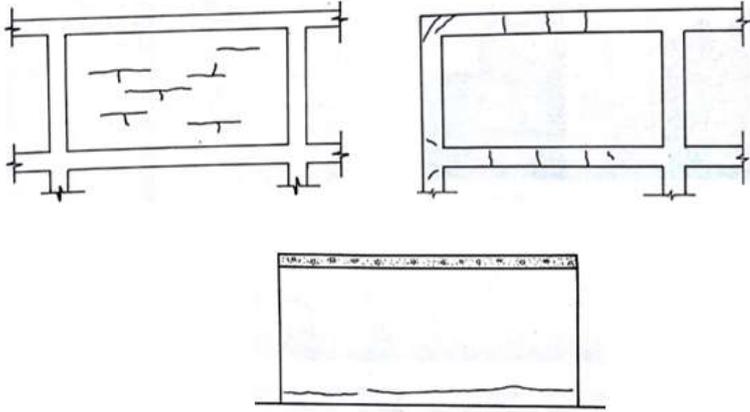
De acordo com Vitório (2003), as fissuras podem ser classificadas de maneira geral em passivas ou ativas. As fissuras passivas atingem sua amplitude máxima e se estabilizam devido à interrupção das causas que as originaram, como no caso de fissuras de retração hidráulica ou causadas por um recalque diferencial de fundação que já está estabilizado. Por outro lado, as fissuras ativas são causadas por ações de magnitude variável, que resultam em deformações igualmente variáveis no concreto. Isso ocorre, por exemplo, em fissuras térmicas ou causadas por cargas dinâmicas. Os problemas encontrados em uma estrutura danificada podem ser diversos e complexos.

Segundo Corsini (2010),

Tanto em alvenarias quanto em estruturas de concreto, a fissura é originada por conta da atuação de tensões nos materiais. Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões. Quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, maiores serão a magnitude e a intensidade de fissuração. (CORSINI, 2010, p.1.)

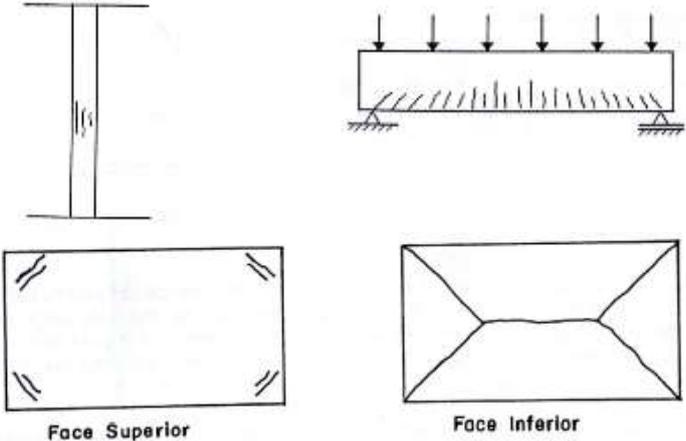
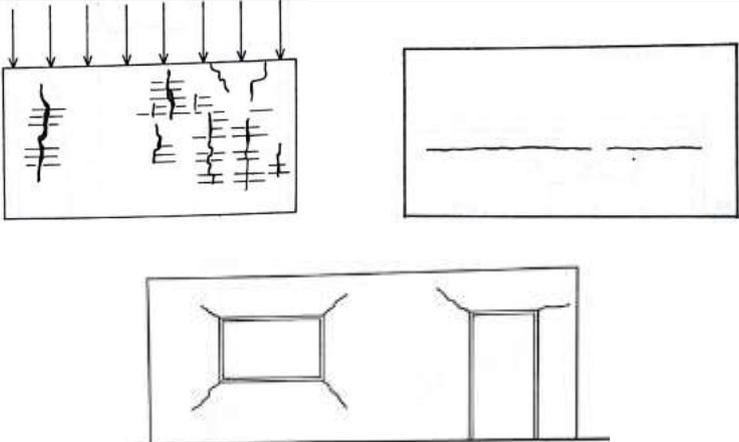
De acordo com Thomaz (2020), as manifestações patológicas em construções podem ser categorizadas em diversas classes. Essas incluem movimentação térmica, movimentação higroscópica, atuação de sobrecargas, deformação excessiva de estruturas e recalque de fundações. Um resumo detalhado dessas classificações, incluindo descrições e exemplos, é fornecido no Quadro 1 a seguir, com referências do mesmo autor.

Quadro 1: Quadro resumo sobre fissuras

<b>Por movimentações térmicas</b>	
Descrição	Variações de temperatura em construções causam movimentações de dilatação ou contração, gerando tensões nos materiais. Essas mudanças dimensionais são limitadas pelos vínculos na estrutura, resultando em possíveis fissuras.
Configuração típica	As tensões geradas são nulas no centro da laje e aumentam em direção ao bordo. A dilatação induz tensões de tração e cisalhamento nas paredes, resultando em trincas perpendiculares às forças de tração (Figura 7).
Exemplos	
<b>Por movimentações higroscópicas</b>	
Descrição	Mudanças de umidade em materiais porosos na construção podem causar alterações dimensionais e fissuras devido a vínculos rígidos. A umidade, proveniente de diversas fontes, como produção, execução da obra e fenômenos meteorológicos, influencia a qualidade dos materiais.
Configuração típica	Trincas horizontais surgem em alvenarias de alta resistência à compressão, afetando a própria alvenaria e elementos estruturais como vigas e pilares. Manifestam-se na base devido à falta de impermeabilização e na parte superior pela ausência de proteção contra umidade (Figura 8).
Exemplos	

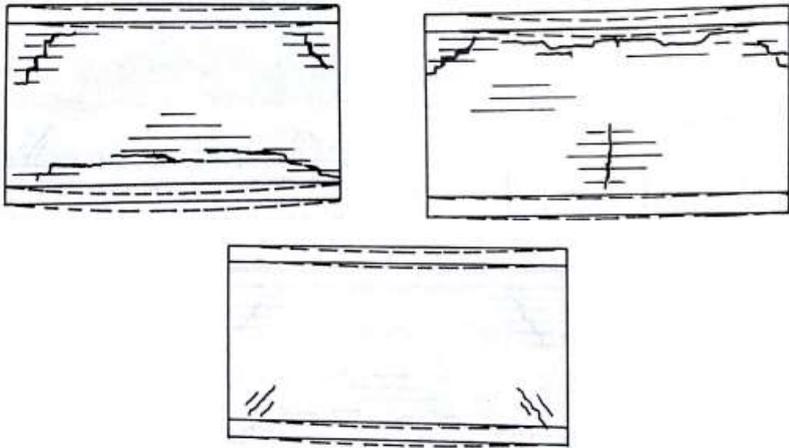
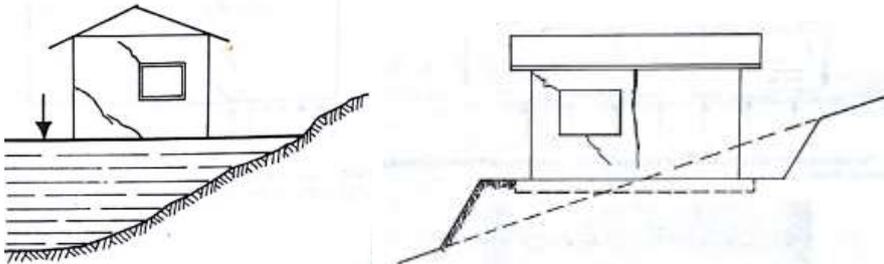
Fonte: Adaptado de Thomaz, 2020.

Quadro 1: Quadro resumo sobre fissuras (continuação).

<b>Por atuação de sobrecargas</b>	
Descrição	As sobrecargas podem causar fissuras em componentes estruturais, como pilares, vigas e paredes. Sobrecargas podem ter sido consideradas no projeto estrutural, se ocorrer uma falha, pode ser devido à execução inadequada da peça ou a erros no cálculo estrutural.
<b>Por atuação de sobrecargas em elementos de concreto amado</b>	
Configuração típica	Em vigas isostáticas sob flexão, fissuras surgem perpendicularmente às trajetórias de tração, inclinadas a cerca de 45°. Nas lajes, o comportamento das fissuras depende das condições de contorno, incluindo apoio livre ou engastamento, relação entre comprimento e largura, tipo de armação e natureza da solicitação. Em pilares, fissuras verticais podem ocorrer devido ao esmagamento do concreto, especialmente na base (Figura 9).
Exemplos	
<b>Por atuação de sobrecargas em alvenarias</b>	
Configuração típica	Fissuras verticais em paredes de alvenaria resultam da deformação transversal da argamassa em tensões de compressão, gerando tração lateral nos tijolos. Fissuras horizontais ocorrem pela ruptura de compressão da alvenaria ou argamassa. Trincas em painéis de alvenaria com aberturas frequentemente aparecem em um ângulo de 45°, especialmente quando não há vergas e contravergas (Figura 10).
Exemplos	

Fonte: Adaptado de Thomaz, 2020.

Quadro 1: Quadro resumo sobre fissuras (continuação).

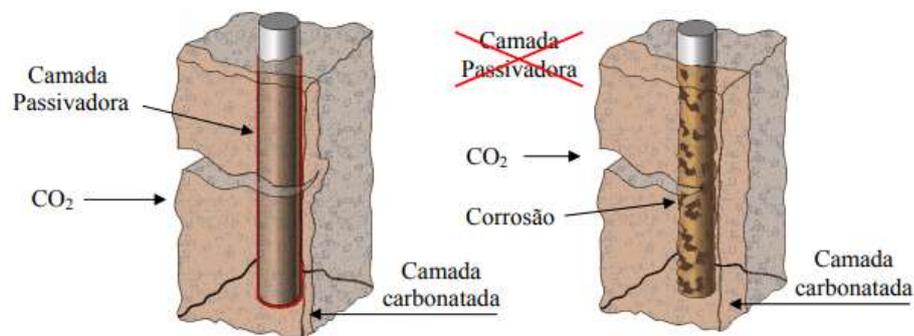
<b>Por deformabilidade excessiva de estruturas</b>	
Descrição	O concreto armado evoluiu ao longo do tempo devido a avanços na produção de aço, qualidade do cimento e métodos de cálculo mais precisos. Essa evolução resultou em estruturas mais flexíveis, exigindo maior prudência em relação às deformações e suas consequências.
Configuração típica	Paredes sem função estrutural e sem aberturas podem apresentar três tipos de trincas: 1) deformação maior no componente de apoio, com trincas inclinadas nos cantos superiores e horizontais na parte inferior; 2) deformação menor no componente de apoio; 3) deformações aproximadamente iguais, com fissuras nos cantos inferiores inclinadas a 45° (Figura 11).
Exemplos	
<b>Por recalque de fundação</b>	
Descrição	Os solos são compostos principalmente por partículas sólidas, água e ocasionalmente material orgânico. Quando submetidos a cargas externas, todos os solos apresentam algum nível de deformação. Se essas deformações forem diferentes ao longo do plano de fundação de uma construção, tensões intensas serão aplicadas à estrutura, o que pode resultar no surgimento de trincas
Configuração típica	Em sua grande maioria, as fissuras são causadas por recalque diferencial são inclinadas (Figura 12).
Exemplos	

Fonte: Adaptado de Thomaz, 2020.

#### 4.3.4. Corrosão das armaduras

A carbonatação é o resultado da reação do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) com minerais presentes no cimento hidratado na presença de umidade. Essa reação ocorre principalmente entre o  $\text{CO}_2$  e o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), formando carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Esse processo começa na superfície exposta ao  $\text{CO}_2$  e se espalha de fora para dentro do elemento estrutural. À medida que avança para o interior, a velocidade do processo diminui, pois o  $\text{CO}_2$  precisa se difundir pelos poros, incluindo as áreas já carbonatadas, exemplificada na Figura 7 (SILVA, 2022).

Figura 7: Carbonatação no processo de corrosão de armaduras.



Fonte: Carmona, 2005.

A carbonatação é um dos motivos comuns para a corrosão em estruturas de concreto reforçado. Isso acontece quando o hidróxido de cálcio, que tem um pH alto, se converte em carbonato de cálcio, que tem um pH mais neutro. Além disso, outros fatores que aceleram esse processo incluem a quantidade de  $\text{CO}_2$  no ar, a permeabilidade do concreto e a existência de rachaduras (VITÓRIO, 2003).

De acordo com Lapa (2008), o concreto tem um pH de aproximadamente 12,5 devido ao hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). No entanto, quando o hidróxido de cálcio desaparece da pasta de cimento hidratado e se transforma em carbonato de cálcio, o pH cai de 12,5 para 9,4. Isso é relevante para o início da corrosão das armaduras. A intensidade da corrosão causada pela carbonatação é influenciada pela espessura do revestimento, começando nas áreas onde o revestimento é mais fino. Existem várias técnicas para detectar a presença de carbonatação, como difração de raios-X, análise térmica diferencial, termografia e observação microscópica. No entanto, o método mais comum é o uso de indicadores de pH à base de fenolftaleína.

#### **4.4. Tratamento de manifestações patológicas**

O autor Macêdo (2015), afirma que a reabilitação das manifestações patológicas desempenha um papel crucial na garantia da segurança, conforto e estética de uma edificação. É um processo que deve ser cuidadosamente executado, sendo essencial iniciar após uma identificação minuciosa da origem do problema. Esta abordagem sistemática não apenas engloba as questões visíveis, como fissuras e infiltrações, mas também se aprofunda nos elementos estruturais, fundações e sistemas de impermeabilização para compreender as causas subjacentes das manifestações patológicas. A compreensão precisa dessas causas é fundamental para orientar as intervenções de reabilitação de maneira eficaz. Além de corrigir os problemas existentes, essa abordagem integrada visa prevenir futuras manifestações patológicas, promovendo a sustentabilidade e a vida útil da edificação.

##### **4.4.1. Impermeabilização da fundação**

Para resolver o problema, é crucial impermeabilizar a fundação, mesmo após a conclusão da obra, já que isso desempenha um papel essencial e pode ser corrigido por diferentes métodos. De acordo Souza e Silva (2023), uma maneira de corrigir a umidade ascendente é usar uma barreira física, que envolve fazer um corte na base da parede. Nesse corte, uma camada contínua de material impermeabilizante é aplicada, podendo ser feita com materiais rígidos ou flexíveis. O objetivo desse método é evitar que a água do solo suba por capilaridade. Outro método é fazer furos na base parede e injetar cristalizantes nesses furos. Esses cristalizantes preenchem os poros vazios na alvenaria, bloqueando o processo de capilaridade, agindo como uma barreira química.

Para uma descrição detalhada, Silva (2021) aborda que, o primeiro método para solucionar segue a seguinte metodologia: Realiza-se a execução de rasgos na alvenaria, cada um com aproximadamente 15 cm de altura e 1 m de comprimento, alternando a distância entre eles em 80 cm. Posteriormente, procede-se à remoção da impermeabilização existente, realizando a limpeza e regularização dos alicerces, que incluem vigas baldrame, fundações ou qualquer base da alvenaria. Aplica-se uma nova impermeabilização ao longo de toda a extensão dos rasgos. Em seguida, executa-se uma camada de proteção de argamassa de cimento e areia, com um traço de 1:4, e procede-se à reconstrução da alvenaria, utilizando tijolos recozidos ou prensados no comprimento do rasgo. É crucial atentar para o devido encunhamento com a alvenaria acima durante esse processo.

Após a conclusão da reconstrução, realiza-se a execução de novos rasgos nos 80 cm alternados entre os espaços já reparados. O procedimento anterior é repetido, incluindo a impermeabilização, com um transpasse de 10 cm nas áreas já tratadas, em cada lado. Os passos anteriores são reiterados nos demais rasgos, culminando no fechamento completo da parede. Em seguida, procede-se à remoção do revestimento úmido acima da área reconstruída, permitindo que a alvenaria descoberta seque.

Para o revestimento interno, é realizado o emboço sem aditivo impermeabilizante, a fim de permitir que a alvenaria respire. No revestimento externo, recomenda-se a utilização de um aditivo impermeabilizante no emboço para aprimorar a proteção da alvenaria.

De acordo com Silva (2021), o outro método de reparo envolve a aplicação de cristalizantes, cuja finalidade é fechar os poros do substrato e impedir a ascensão da umidade. Esses cristalizantes são considerados impermeabilizantes rígidos, formulados com cimentos especiais e aditivos minerais que penetram nos capilares da estrutura por meio de uma penetração osmótica. Esse processo resulta na formação de um gel que se cristaliza, incorporando elementos compostos de cálcio estáveis e insolúveis. Conforme Silva (2021), a aplicação do cristalizante para corrigir problemas em alvenaria de tijolos maciços segue um conjunto específico de etapas. Inicialmente, delimita-se a área a ser tratada, que deve ter uma altura de 1 metro em relação ao piso. Em seguida, remove-se todo o revestimento da área designada para o tratamento. A execução de duas linhas de furos segue, uma a 10 cm do piso e outra a 20 cm, sendo esses furos inclinados a 45°. Os furos são saturados com água, e o produto é aplicado por gravidade. Posteriormente, realiza-se novamente o revestimento da área tratada, sendo recomendado o uso de argamassa com aditivo hidrófugo para otimizar o desempenho do processo.

#### **4.4.2. Reabilitação da pintura por destacamento.**

Chaves (2009) aborda que, para resolver a manifestação patológica presente, requer a remoção completa do revestimento de pintura envelhecido. Após essa remoção, é crucial realizar uma análise para verificar se o substrato está íntegro e em condições estáveis para receber o novo acabamento. Caso haja danos, especialmente se existirem fissuras no suporte, é imperativo tratar essas questões previamente. Antes de aplicar um novo produto de pintura, é aconselhável verificar sua compatibilidade com as condições de exposição e a natureza do suporte existente. Além disso, é de extrema importância aplicar um primário promotor de

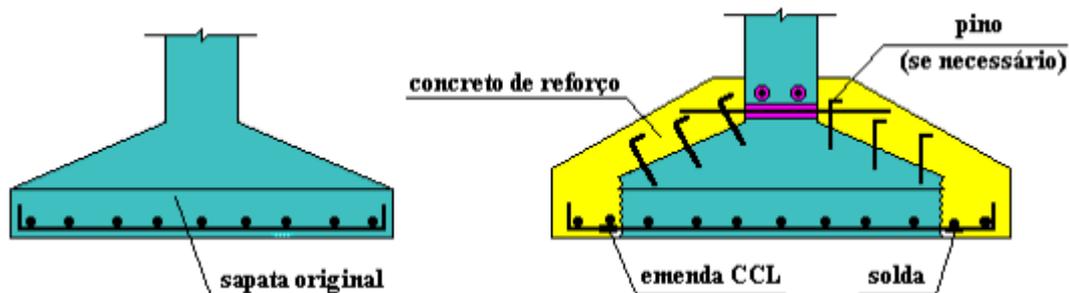
aderência sobre o suporte, preparando adequadamente a superfície para garantir uma adesão eficaz do novo acabamento.

Barros (2021) apresenta uma metodologia mais detalhada em que compreende as seguintes etapas: Para superfícies apresentando imperfeições, o primeiro passo é realizar o lixamento, eliminando o pó e nivelando com massa corrida. Em seguida, procede-se à limpeza utilizando um pano ou esponja macia em conjunto com detergente neutro, seguido por um segundo processo de limpeza utilizando um pano umedecido em água. Após a preparação da superfície, a próxima etapa envolve a aplicação do selador. No caso de pinturas internas, inicia-se com a aplicação de massa PVA. Posteriormente, realiza-se a aplicação da tinta diluída em 50%, seguida pela aplicação da tinta látex em duas a três demãos.

#### 4.4.3. Reforço de fundação em Sapata

As fundações em sapatas podem ser reforçadas pelo alargamento da base quando o terreno de apoio não possui resistência suficiente para suportar as cargas da edificação, especialmente em casos de aumento de carga. Nesse contexto, o procedimento envolve estender as ferragens de flexão existentes e aumentar a altura da sapata para atender às novas demandas. Isso é feito quebrando as bordas da sapata, expondo cerca de 15 cm do trecho reto da ferragem para realizar as soldas necessárias (Figura 8) (PIANCASTELLI apud MARINHO, 2013).

Figura 8: Aumento da área de contato das sapatas



Fonte: Marinho, 2013

#### 4.4.4. Reabilitação de eflorescências

A eflorescência está associada a presença de umidade, motivo na qual antes de tratar desta manifestação é necessário identificar de onde provém esta umidade. É frequente observar que a umidade está associada à ausência de impermeabilização do solo, infiltrações provenientes de vazamentos em sistemas hidrossanitários ou à falta de proteção externa da edificação contra a chuva. Logo, é essencial investigar e corrigir a fonte da umidade antes de lidar efetivamente com o problema da eflorescência.

Os autores Bessa e Codes (2021) sugerem a reabilitação através da remoção eletroquímica dos sais. Essa técnica envolve a colocação de pares de eletrodos na área afetada pelos sais. Quando os eletrodos entram em contato com a superfície salina e são conectados a uma fonte de energia, uma corrente elétrica é introduzida no material. Isso permite que os sais presentes na superfície migrem para os eletrodos, que podem estar ligados a compressas para posterior remoção. No entanto, essa técnica ainda não é amplamente utilizada devido a diversos fatores, como a quantidade de umidade nos materiais, solubilidade dos sais e a intensidade da corrente a ser aplicada.

Barros (2021) propõe a reabilitação da seguinte forma: O procedimento se inicia com a escovação minuciosa das superfícies afetadas pela eflorescência, visando a remoção de quaisquer depósitos indesejados que possam comprometer a integridade da área. Em seguida, realiza-se a coleta das eflorescências que tenham caído no pavimento, prevenindo assim a possível penetração dos sais provenientes dessas substâncias, o que contribui para manter a qualidade da superfície. Para garantir uma preparação adequada para as próximas etapas, é efetuada uma limpeza cuidadosa da superfície utilizando um pano umedecido, assegurando um substrato propício para intervenções subsequentes.

Por fim, implementa-se a aplicação de produtos químicos com o propósito de reduzir a presença dos sais responsáveis pela manifestação, almejando a correção imediata e prevenção de problemas futuros na área interna.

#### **4.4.5. Reabilitação de elementos estruturais como pilares, vigas e lajes.**

A conduta abordada por Pimentel (2021), retrata que durante o processo de recuperação estrutural, é crucial demarcar visualmente as áreas desagregadas, com falhas de concretagem e armaduras expostas, orientando o profissional na remoção do concreto degradado. Para garantir a segurança da estrutura e dos trabalhadores, as lajes devem ser escoradas, sendo o material metálico escolhido devido à sua versatilidade. Após identificar e escorar as áreas a serem intervencionadas, inicia-se a remoção do concreto deteriorado. O corte deve ultrapassar as mesmas em, no mínimo, 2 centímetros de profundidade.

A limpeza das armaduras é fundamental para o sucesso da recuperação. As barras devem ser escovadas para remover óxidos de ferro, enquanto a armadura de recomposição passa pelo mesmo processo de limpeza. A etapa de limpeza final com ar comprimido elimina partículas que poderiam interferir no processo de recuperação. O revestimento do aço com primer anticorrosivo e a utilização de ponte de aderência à base de adesivo epóxi para o concreto são

recomendados. Reparos superficiais e profundos exigem argamassa mineral ou polimérica para garantir resistência. O graute à base mineral, como o G30, é indicado para reparos estruturais, sendo aplicado em forma de compensado e seguido por limpeza final (PIMENTEL, 2021).

A adição de nova malha de armadura é essencial para compensar a redução de 15% no diâmetro das existentes, e a ancoragem das barras deve seguir as normas da NBR 6118:2014. A montagem das armaduras deve respeitar espaçamentos e ser ancorada às vigas e lajes previamente recuperadas, seguida por revestimento anticorrosivo (PIMENTEL, 2021).

#### **4.4.6. Reabilitação de placas pré-fabricadas de gesso**

##### **4.4.6.1. Pequenos reparos**

Para pequenos reparos, como furos, as etapas começam com a limpeza da área danificada. Em seguida, utilizando uma espátula, realiza-se o preenchimento do furo ou abertura com a massa de reparo recomendada pelo fabricante. Após a aplicação das demãos necessárias e aguardando o tempo de secagem adequado, conclui-se o reparo com o lixamento e a pintura da região (FRANCESCATTO, 2019).

##### **4.4.6.2. Reparos de fissuras**

Na recuperação de fissuras, o processo inicia-se com a limpeza da área a ser reparada. Em seguida, aplica-se uma camada de massa sobre a fissura, seguida pela colocação da fita de papel, que é pressionada com o auxílio de uma espátula. Posteriormente, realiza-se uma nova aplicação de massa. Após a completa secagem, procede-se ao lixamento da área reparada, e, se necessário, aplica-se uma camada adicional com uma espátula de maior porte. Para finalizar, é recomendável aguardar a completa secagem do material, realizar novo lixamento e proceder à pintura da superfície. (FRANCESCATTO, 2019).

#### **4.5. Orçamento**

Na elaboração de orçamentos de obras, o preço final é determinado pela soma de dois componentes: os custos diretos e o BDI. Os custos diretos são estabelecidos com base nas especificações de materiais e nas normas de execução presentes nos projetos, memoriais descritivos e caderno de encargos. Por sua vez, o BDI, representando Benefícios ou Bonificações e Despesas Indiretas, é uma taxa aplicada sobre o custo direto para cobrir despesas indiretas e lucro da construtora. Essa taxa pode ser integrada aos custos unitários ou aplicada ao final do orçamento, resultando no preço de execução da obra, que é equivalente ao custo da obra acrescido da taxa de BDI (MENDES; BASTOS, 2001).

Existem Tabelas de referências amplamente utilizadas para orientar orçamentos na construção civil, destacando-se o SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil), a SEINFRA (Tabela de Custo da Secretaria de Infraestrutura do Ceará) e o ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe).

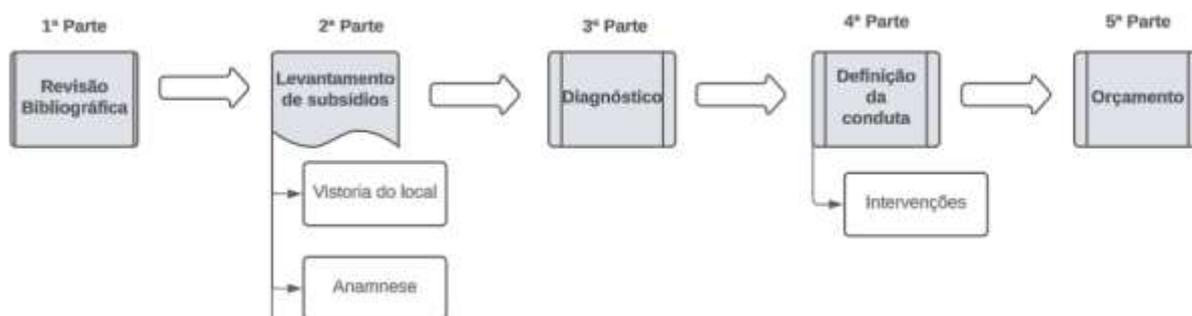
O SINAPI foi desenvolvido por trabalhos técnicos da CAIXA e do IBGE em 1969, sendo respaldado pela Lei 11.439/06 (CAIXA, 2023). A Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) foi estabelecida por meio da Lei Nº 12.961, promulgada em 3 de novembro de 1999, como parte do processo de Reforma Administrativa do Governo do Estado (CEARÁ, 2023).

O ORSE foi concebido e é mantido há mais de uma década pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe - CEHOP. Esse sistema foi criado para atender às disposições estabelecidas nos artigos 8º e 9º da Lei Estadual nº 4.189, de 28 de dezembro de 1999, que instituiu o Sistema Estadual de Registro de Preços para Obras e Serviços de Engenharia (SERGIPE, 2023).

## 5. METODOLOGIA

O método condutor deste é abordado por Lichtensein (1986) adicionando o orçamento de alguns reparos nas edificações, baseando-se numa lógica linear de cinco partes distintas: a primeira identificada como revisão bibliográfica para dar suporte teórico ao estudo de casos; a segunda por levantamento de subsídios; a terceira por diagnóstico da situação; a quarta por definição de conduta e por fim, o orçamento. A Figura 9 apresenta os subtemas que compõe cada parte citada.

Figura 9: Tópicos e subtópicos da metodologia de análise das manifestações patológicas.



Fonte: Autor, 2023.

Inicialmente, a revisão bibliográfica foi o conhecimento sobre as principais manifestações patológicas, reparos, orçamento e alguns conceitos para a compreensão do tema. A 2ª parte consiste em levantar todas as informações necessárias para o entendimento da manifestação patológica. Estes dados são obtidos em três fontes como a vistoria do local, anamnese e resultados de análises e ensaios. Iniciamos examinando a edificação, atentando para detalhes visuais. Isso envolve verificar minuciosamente cada parte da construção, capturar imagens e realizar medições quando necessário. A anamnese atua quando a observação não é suficiente, buscamos informações adicionais sobre a história da construção. Isso inclui entrevistar pessoas envolvidas na construção e analisar documentos como projetos e contratos. As análises são baseadas nas observações e no histórico da construção, realizamos medidas utilizando régua e fissurômetro no local.

A 3ª parte definida como diagnóstico é realizado após o levantamento de todas as informações pertinente ao objeto de estudo. Consiste em formular hipóteses, levantar explicações, buscando esclarecer quais foram as causas que motivaram a queda de desempenho da edificação. A 4ª parte exploramos diferentes maneiras de corrigir os problemas. Escolhemos a abordagem mais eficaz considerando o que aprendemos durante o processo. Por fim, o orçamento baseou-se na utilização de Tabelas referentes a orçamento na construção civil, sendo escolhido a SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil), ORSE

(Orçamento de Obras de Sergipe) e SEINFRA (Tabela de Custo da Secretaria de Infraestrutura do Ceará), aplicando um BDI de 20%.

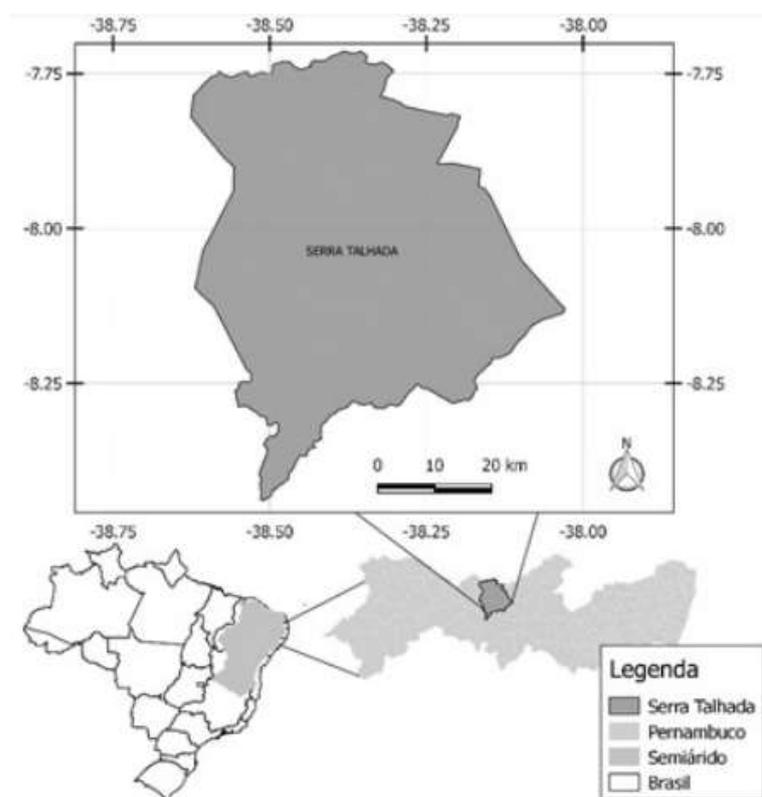
## 6. ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso aqui estudados foram conduzidos em Serra Talhada-PE. Devido à natureza privada dos locais, os proprietários concederam permissão para análise e publicação das fotos de suas propriedades, preservando o anonimato em relação à localização específica, como bairro, rua ou número do imóvel. Portanto, apenas nomes genéricos das edificações serão divulgados.

### 6.1. Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi conduzido no município de Serra Talhada, localizado na região setentrional da microrregião do Pajéu, na porção Norte do Estado de Pernambuco. Este município faz fronteira ao Norte com o Estado da Paraíba, ao Sul com Floresta, a Leste com Calumbi, Betânia e Santa Cruz da Baixa Verde, e a Oeste com São José do Belmonte e Mirandiba. A área municipal abrange 2.959 km<sup>2</sup> e está situada a uma altitude de 429 metros (BEZERRA, 2014). O acesso à cidade é realizado principalmente pela rodovia federal BR-232, que conecta Recife a Parnamirim. Conforme o Censo Demográfico do IBGE (2022), a população total do município é de 92.228 habitantes.

Figura 10: Localização da cidade de Serra Talhada – PE.



Fonte: Jardim, 2019

O município de Serra Talhada está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja. Nessa região, observa-se uma superfície de pediplanação bastante monótona, com um relevo predominantemente suave-ondulado, cortado por vales estreitos e vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam o horizonte, testemunhando os ciclos intensos de erosão que marcaram grande parte do sertão nordestino. (Ministério de Minas e Energia, 2005).

O clima na região é classificado como Tropical Semiárido, caracterizado por chuvas concentradas no verão. A temperatura média anual é de 24,8 °C, com uma precipitação média de 642,1 mm por ano. A umidade relativa do ar fica em torno de 62,5%, resultando em uma demanda atmosférica de 1.800 mm por ano e um déficit anual de 1.143 mm.

Em relação aos solos, nas áreas de Patamares Compridos e Baixas Vertentes do relevo suave-ondulado, encontramos os Planossolos, caracterizados por drenagem deficiente, fertilidade natural média e problemas relacionados a sais. Nas regiões de Topos e Altas Vertentes, os solos são classificados como Brunos não Cálcicos, apresentando baixa profundidade e fertilidade natural elevada. Já nas áreas de Topos e Altas Vertentes do relevo ondulado, é comum encontrar os Podzólicos, caracterizados por boa drenagem e fertilidade natural média. Nas Elevações Residuais, os solos são predominantemente Litólicos, sendo rasos, pedregosos, e apresentando fertilidade natural média.

A cidade de Serra Talhada, localizada no sertão pernambucano, apresenta uma caracterização econômica marcada por uma histórica ligação à agricultura e ao comércio. Primeiramente, a região possui uma rica diversidade de construções, desde estruturas antigas com valor histórico até construções mais modernas, proporcionando uma ampla gama de casos para análise. Essa variedade de edificações pode contribuir para uma compreensão mais abrangente das diferentes manifestações patológicas que podem ocorrer em ambientes urbanos diversos.

Além disso, a cidade enfrenta desafios típicos de regiões sertanejas, como variações climáticas extremas que podem influenciar no surgimento de problemas patológicos em construções. A escolha de Serra Talhada como cenário de estudo permitirá uma análise aprofundada das condições ambientais, estruturais e preventivas que impactam diretamente na durabilidade e integridade das edificações locais.

## **6.2. Caso 01 – Residência A**

### **6.2.1. Descrição da edificação**

O primeiro estudo de caso foi realizado na *Residência unifamiliar A*. O imóvel possui aproximadamente (22,30 x 5,0) metros de dimensões no térreo e (7,30 x 5,0) metros no pavimento superior.

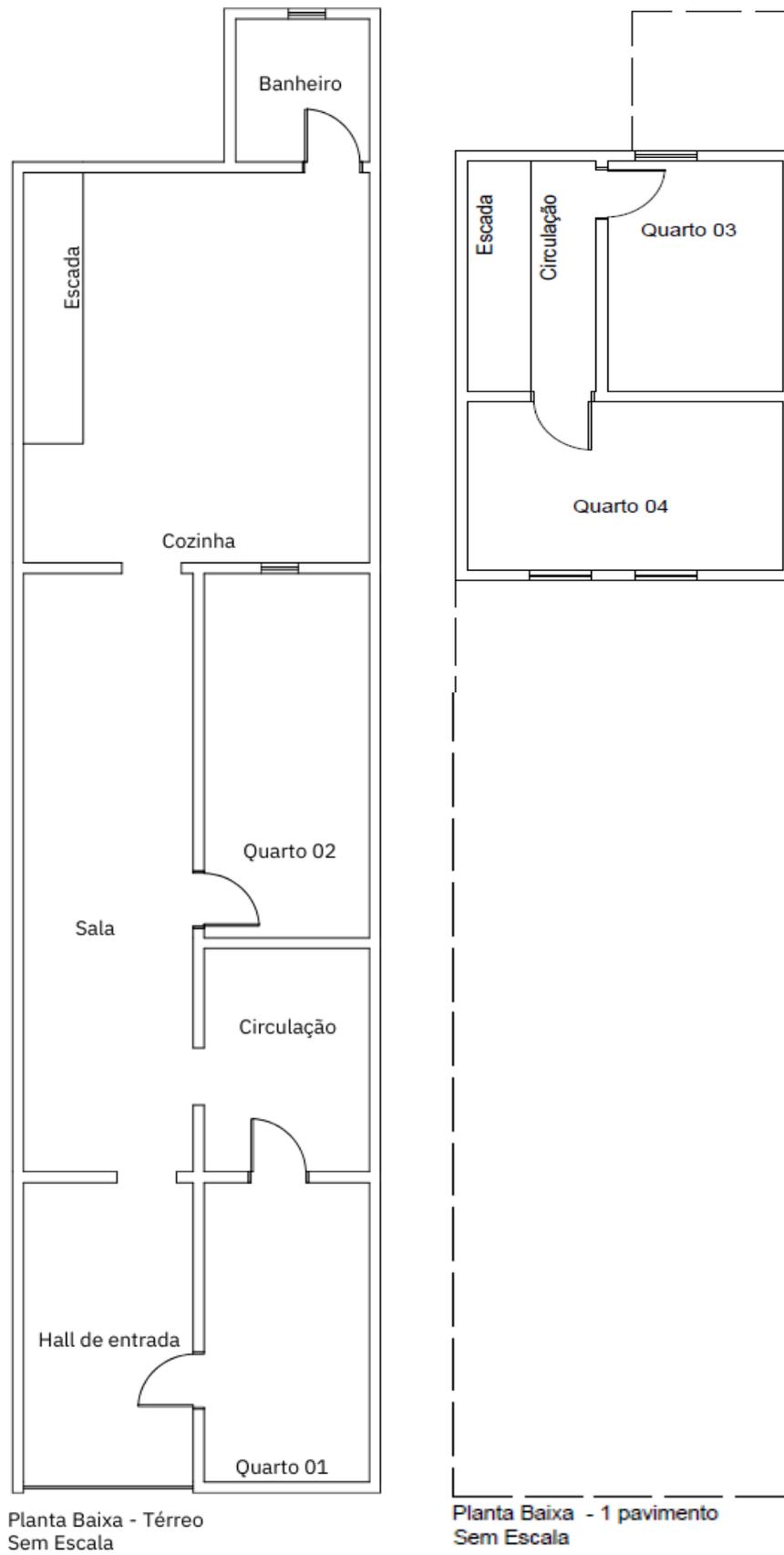
A edificação passou por uma expansão ao longo dos anos. Inicialmente, o imóvel consistia apenas em um térreo, construído sobre uma fundação de pedra argamassada, utilizando pedras rachão como base, e com paredes de tijolos maciços. A expansão tinha como objetivo adicionar uma cozinha no térreo e dois quartos no primeiro pavimento aos fundos da edificação original. Para essa ampliação, a fundação foi executada em sapatas com as vigas baldrames, e as paredes foram construídas com tijolos cerâmicos furados. Portanto, é possível identificar a presença de diferentes materiais de construção ao longo da edificação

O pavimento superior apresenta uma laje maciça, com estruturas compostas por pilares e vigas em concreto armado. A cobertura é composta por telhas coloniais que abrangem toda a extensão da edificação.

### **6.2.2. Vistoria do local**

A construção em questão não possui nenhum projeto arquitetônico, estrutural ou elétrico disponível para análise. Diante dessa situação, foram realizadas medições no local para criar um esboço da edificação, a fim de facilitar a análise da construção. O croqui foi inicialmente desenhado à mão livre em uma folha e posteriormente transferido para o software AutoCAD. A Figura 11 mostram a configuração do térreo e do primeiro pavimento, respectivamente.

Figura 11: Croqui das plantas realizada no AutoCAD.



Fonte: Autor, 2023.

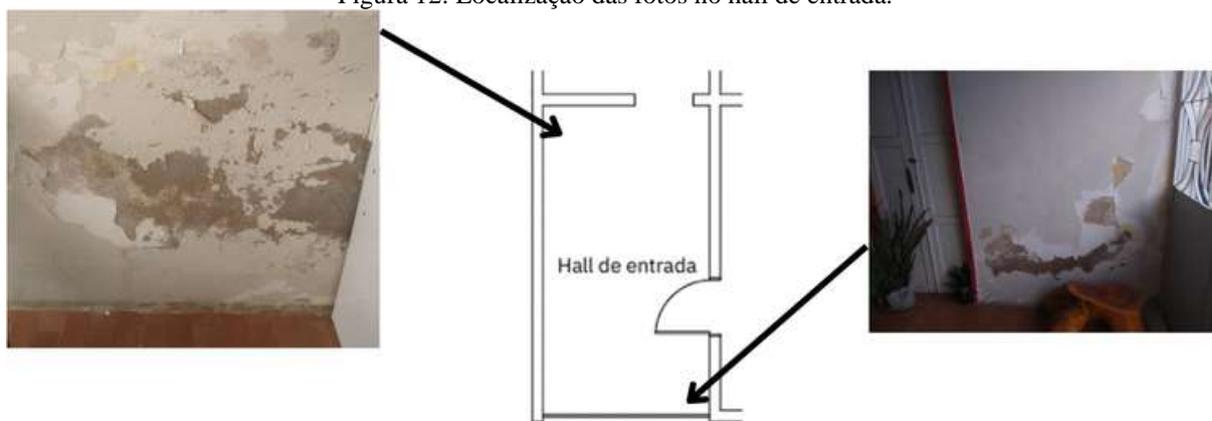
### 6.2.2.1. Danos apresentados

Iremos analisar as manifestações por ambiente individual ou em grupos, devido a repetição de problemas em diferentes ambientes.

#### 6.2.2.1.1. Térreo

Inicialmente, procede-se à análise do "Hall de entrada" da edificação, conforme evidenciado na Figura 12, que indica a origem das imagens que foram capturadas para o estudo.

Figura 12: Localização das fotos no hall de entrada.



Fonte: Autor, 2023.

Verificou-se a ocorrência de desprendimento da camada de tinta em diversas áreas do espaço, predominantemente na parte inferior das paredes (conforme ilustrado na Figura 13), onde a remoção da pintura é facilmente realizada, acompanhada por uma leve descamação do reboco. Além disso, observa-se a presença de diferentes tonalidades de tintas, após a aplicação da massa corrida, conforme demonstrado na Figura 14. O proprietário informou que ao longo do tempo, pelo menos em três ocasiões distintas, camadas adicionais de tinta foram aplicadas umas sobre as outras.

Figura 13: Análise do hall de entrada.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 14: Análise do hall de entrada



Fonte: Autor, 2023.

Dando seguimento ao trabalho, foram analisados os espaços denominados "Quarto 01" e "Circulação". Na Figura 15, serão destacadas setas indicando os pontos de interesse no ambiente. Essa análise tem como objetivo fornecer uma visão mais aprofundada e detalhada do ambiente em questão.

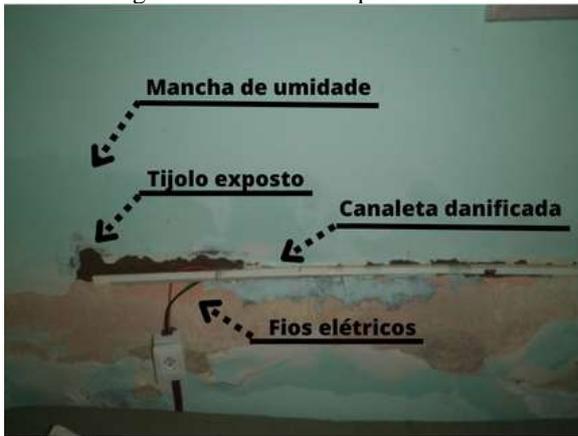


Fonte: Autor, 2023.

No ambiente referente ao "Quarto 01", conforme retratado na Figura 16, a presença de umidade é notória em toda a extensão do espaço. Em algumas áreas, é perceptível a remoção completa do revestimento, revelando o tijolo maciço. Além disso, a instalação elétrica encontra-se exposta, devido ao descolamento da pintura no ambiente, e os fios estão soltos e não mais fixados adequadamente na canaleta.

No mesmo espaço, é evidente a presença de manchas de umidade tanto no forro quanto na pintura, sendo que o proprietário relata que essas manchas se agravam durante os períodos chuvosos, como é ilustrado na Figura 17. Além disso, no mesmo vão da parede, porém do lado oposto, observam-se duas fissuras na parte superior da parede, com aproximadamente 0,25 e 0,5 mm de largura, medidas com um fissurômetro, conforme demonstrado na Figura 18. É importante ressaltar que este ambiente possui apenas portas, com a ausência de janelas, limitando a circulação de ar dentro do espaço. Na área de circulação, observam-se extensas manchas de umidade que abrangem toda a extensão do ambiente, acompanhadas pelo descolamento da camada de pintura, conforme a Figura 19.

Figura 16: Análise do quarto 01.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 17: Análise do quarto 01.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 18: Análise do quarto 01.



Fonte: Autor, 2023.

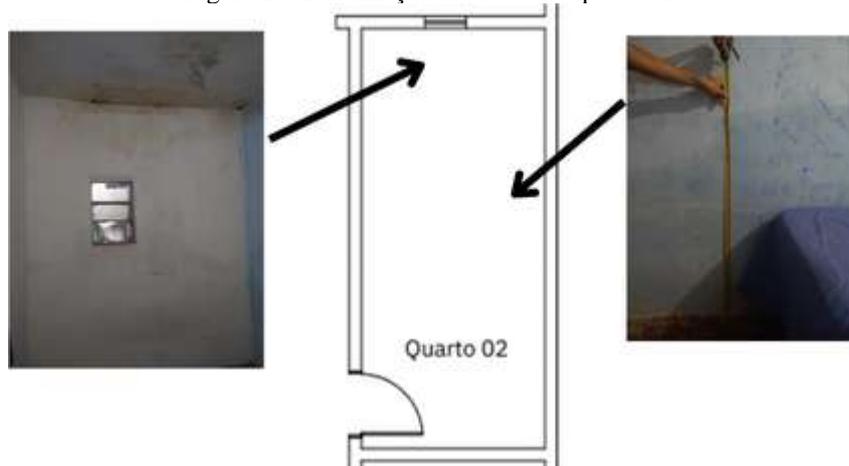
Figura 19: Análise da circulação.



Fonte: Autor, 2023.

O próximo ambiente submetido à análise foi o "Quarto 02". A Figura 20 retrata o ambiente, bem como a localização das imagens dos problemas identificados, que são pontos cruciais no diagnóstico.

Figura 20: Localização das fotos no quarto 02.



Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 21, como nos demais ambientes, observa-se a presença de umidade em toda a edificação. Na área próxima à janela, notou-se uma fissura que percorre toda a extensão da parede com um ângulo de inclinação de  $45^\circ$  e uma variação na abertura, que varia de 0,45 mm na parte superior à direita da janela para 1 mm na parte inferior à esquerda. Além disso, o forro exibe manchas de umidade, sendo mais evidente na proximidade da janela, onde também é notável a presença de bolor. Realizou-se medições da altura em que a umidade atinge utilizando uma trena, e observou-se uma variação entre 0,45 e 1 metro, conforme evidenciado na Figura 22, onde uma dessas medições pode ser observada.

Figura 21: Análise do quarto 02.



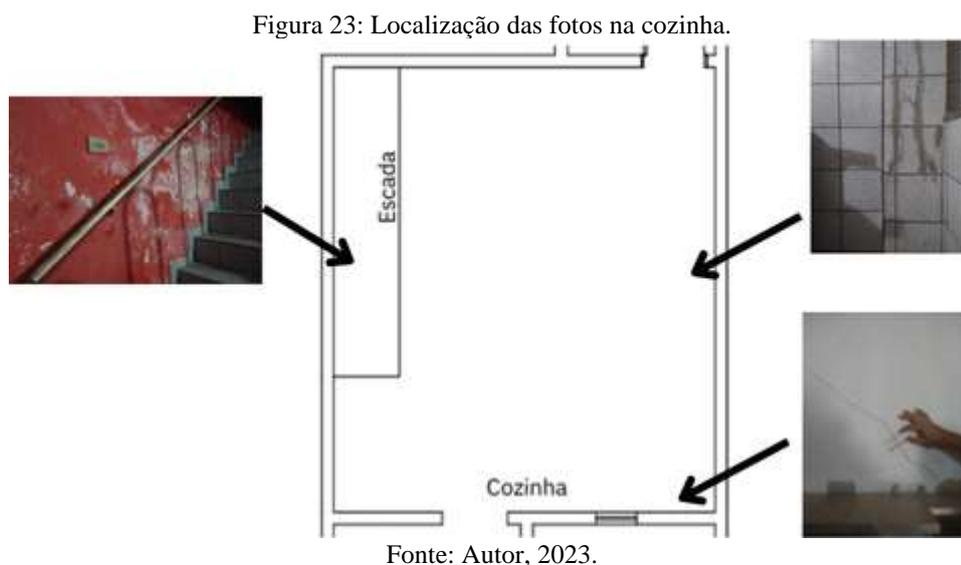
Fonte: Autor, 2023.

Figura 22: Análise do quarto 02.



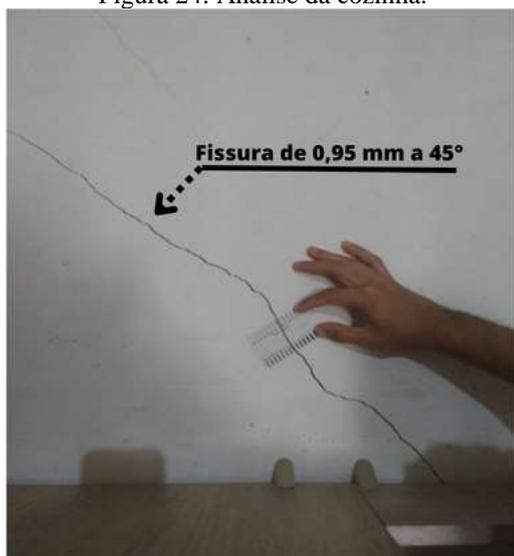
Fonte: Autor, 2023.

Para concluir o apontamento das manifestações patológicas no térreo, concentrou-se na cozinha. É importante ressaltar que não abordaremos a sala, pois foram identificadas manchas de umidade e danos na pintura, evitando assim a repetição de informações. Além disso, não foi possível realizar a análise do banheiro devido à recusa do proprietário em permitir a entrada, citando razões pessoais. Assim, a Figura 23 retrata as fontes imagéticas da cozinha diante de sua localização.



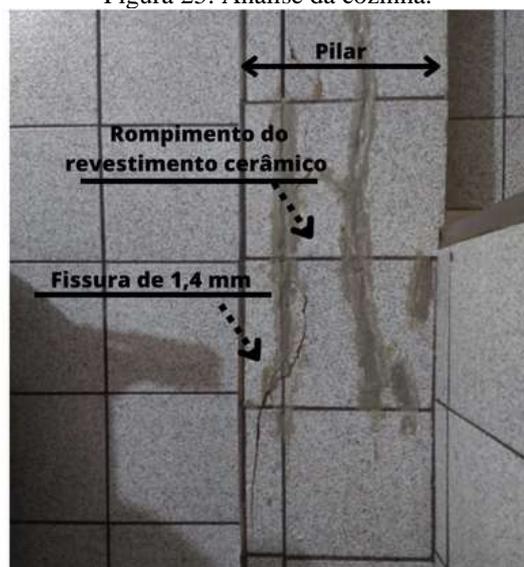
Na Figura 24, por meio do uso de um fissurômetro, é possível observar uma fissura de 0,95 mm com uma inclinação de  $45^\circ$  que se estende ao longo de toda a parede até a janela que conecta o quarto e a cozinha. Vale ressaltar que a construção da cozinha e dos quartos no pavimento superior ocorreu anos após a edificação original, uma vez que a organização dos espaços era diferente no passado. Devido a essa diferença, esse ambiente é caracterizado pela presença de pilares e vigas, com paredes construídas com tijolos de 6 furos, conforme afirmado pelo proprietário. Notavelmente, um dos pilares apresenta fissuras verticais, como ilustrado na Figura 25, com fissuras de 1,4 mm de largura, onde a cerâmica apresenta o rompimento no seu material.

Figura 24: Análise da cozinha.



Fonte: Autor, 2023

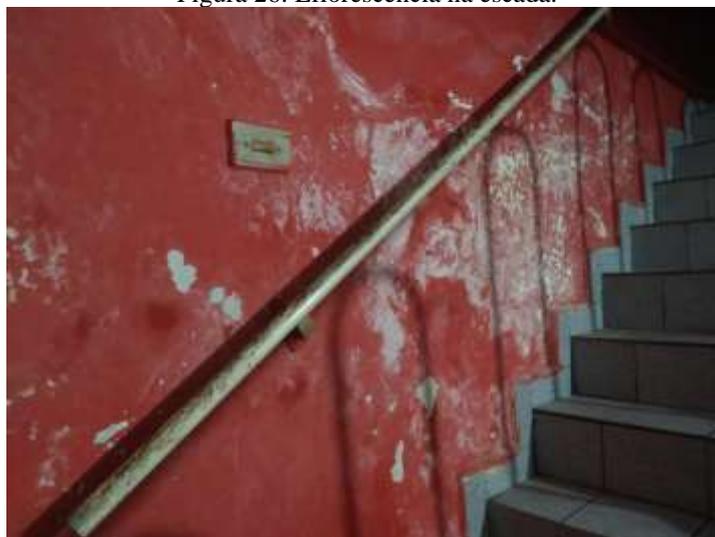
Figura 25: Análise da cozinha.



Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 26, é perceptível a presença de manchas esbranquiçadas que percorrem toda a superfície da parede, pintada em vermelho, estendendo-se até o forro do primeiro pavimento. Essas manchas indicam claramente a ocorrência de eflorescência, uma característica distintiva desse fenômeno.

Figura 26: Eflorescência na escada.

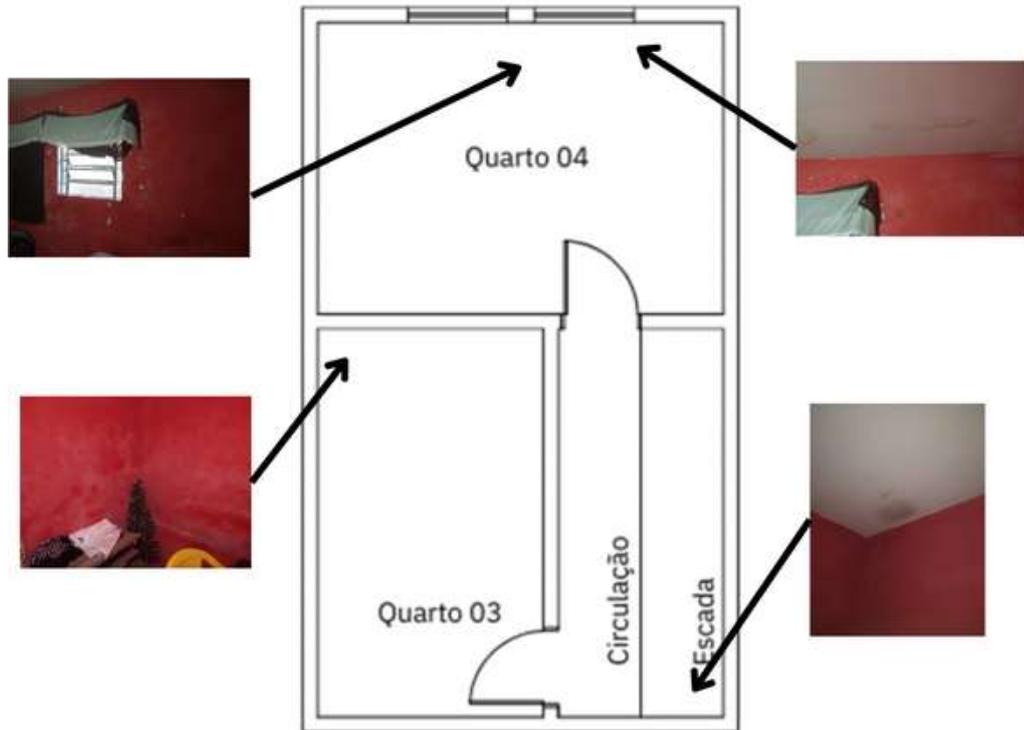


Fonte: Autor, 2023.

#### 6.2.2.1.2. Primeiro pavimento

No primeiro pavimento, foram identificadas duas manifestações patológicas, a eflorescência e manchas de umidade no forro, presentes em todos os ambientes. A Figura 27 destaca a localização das fotos para a análise.

Figura 27: Localização das fotos no primeiro pavimento.



Fonte: Autor, 2023.

Para evitar redundâncias na apresentação de fotos com o mesmo problema, as Figuras 28 e 29 retratam bem como um todo a eflorescência, destacando suas características de manchas esbranquiçadas. Além disso, nas Figuras 30 e 31, verificou-se a presença de manchas de umidade no gesso, que se manifestam de forma pontual em locais específicos.

Figura 28: Eflorescência no quarto 04.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 29: Eflorescência no quarto 04.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 30: Mancha de umidade no quarto 04.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 31: Mancha de umidade acima da escada.



Fonte: Autor, 2023.

#### 6.2.2.2. Anamnese

Durante uma conversa informal sobre a edificação, o atual proprietário revelou que a propriedade já teve diversos moradores e que ele está morando ali desde 2019. Ele estima que a casa tenha sido construída há pelo menos 20 anos, mas possui poucas informações detalhadas sobre o processo construtivo. O proprietário mencionou que a ampliação da casa foi realizada pelo antigo dono, mas tem algumas informações como o tipo de fundação, enquanto não sabe informar sobre as armaduras que foram utilizadas em suas estruturas de concreto armado.

As manchas de umidade e eflorescências já estavam presentes na edificação quando o proprietário se mudou para o imóvel em 2019. De acordo com ele, as fissuras nas paredes, identificadas durante a inspeção, já existiam na sua chegada. Ele relatou que foram aplicadas camadas de tinta para tentar disfarçar essas manifestações patológicas. Em julho de 2023, a demolição da casa vizinha fez com que esses problemas voltassem a surgir.

Quanto à abertura do pilar na cozinha, o proprietário informou que não foram realizados procedimentos específicos para solucionar o problema, e a situação permanece inalterada. Além disso, ele não possui informações precisas sobre a aplicação de impermeabilizantes nas fundações da edificação.

#### 6.2.3. Diagnóstico

Para um melhor levantamento do diagnóstico das manifestações patológicas foi acrescentado um resumo dos danos apresentados como observado no Quadro 2.

Quadro 2: Danos e diagnósticos

<b>Dano Apresentado</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Diagnóstico</b>
Mancha de umidade na parte inferior das paredes	Quarto 01, quarto 02, circulação, sala e cozinha.	A presença generalizada de manchas de umidade em quase todas as paredes do térreo sugere que a falta de impermeabilização na fundação foi a provável causa dessa manifestação patológica.
Mancha de umidade na parte superior das paredes e no forro de gesso	Quarto 01, quarto 02, quarto 03, quarto 04, circulação do térreo e do primeiro pavimento.	As manchas nas paredes nesses locais se tornam mais evidentes durante os períodos chuvosos, enquanto em períodos sem chuva, elas persistem, porém com menor intensidade. A possibilidade de infiltração no telhado devido a aberturas entre as telhas não pode ser descartada. No entanto, ao analisar a disposição do ambiente e suas aberturas, é evidente que há uma circulação de ar limitada devido à ausência de janelas para ventilação. Isso pode explicar a concentração significativa de umidade nas paredes.
Destacamento da pintura	Todos os ambientes do térreo.	A ausência de um sistema adequado de impermeabilização na fundação resultou na infiltração de umidade nas paredes. Esse excesso de umidade comprometeu a eficácia da camada de tinta existente. Além disso, de acordo com as informações fornecidas pelo proprietário, a execução inadequada da nova pintura impediu uma aderência satisfatória entre a nova tinta e a superfície, o que pode explicar o destaque em toda a parede em determinados locais.
Fissuras nas paredes	Quarto 01 e quarto 02.	As fissuras na parede exibem um ângulo de inclinação de 45 graus, percorrendo toda a sua extensão, com variação na abertura de 0,25 a 1 mm. A ausência de projetos para a fase inicial da construção, aliada às expansões posteriores realizadas ao longo dos anos e movimentação de terra devido a demolição da edificação vizinha, pode ter contribuído para deslocamentos na fundação ou na própria estrutura da edificação.
Fissuras no pilar	Cozinha	As fissuras são notavelmente verticais, apresentando uma abertura de 1,4 mm, e a possível causa desse problema pode estar relacionada ao subdimensionamento dos estribos ou sobrecarga no pilar.
Eflorescência	Todos os ambientes do pavimento superior	A presença de manchas e material esbranquiçados na edificação está diretamente ligada à ausência de um revestimento externo que proteja o prédio da exposição às intempéries, como mostra a Figura 32, sobretudo à água. Essa falta de proteção contribuiu para o aparecimento do problema.

Fonte: Autor, 2023.

Figura 32: Primeiro pavimento, vista externa.



Fonte: Autor, 2023.

É importante ressaltar que a hipótese de infiltração devido a uma possível ruptura em alguma tubulação de água fria não pode ser descartada. No entanto, dada a evidente falta de impermeabilização na fundação, essa questão ganha mais destaque, tornando difícil considerar essa possibilidade como a principal causa no momento inicial da análise.

#### 6.2.4. Conduta

O Quadro 3 apresentado a seguir delinea de maneira detalhada a abordagem mais apropriada para enfrentar os problemas identificados na estrutura da edificação. Essa análise minuciosa estabelece diretrizes específicas e estratégias detalhadas destinadas a abordar cada manifestação patológica de maneira eficaz, levando em consideração as peculiaridades de cada caso.

Quadro 3: Condutas aos problemas identificados.

<b>Conduta</b>	
Impermeabilização da fundação	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Executa-se rasgos na alvenaria de aproximadamente 15 cm de altura e 1m de comprimento alternando com 80 cm de distância entre cada rasgo.</li> <li>2. Retira-se a impermeabilização existente, fazendo a limpeza e regularizando os alicerces (vigas baldrame, fundações, ou qualquer base da alvenaria).</li> <li>3. Aplica-se uma nova impermeabilização em toda a extensão do rasgo.</li> <li>4. Executa-se de camada de proteção de argamassa de cimento e areia, traço 1:4, e reconstrução da alvenaria com tijolos recozidos ou prensados no comprimento do rasgo, atentando para a devida realização do encunhamento com a alvenaria acima.</li> </ol>

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 3: Condutas aos problemas identificados (continuação).

<b>Conduta</b>	
Impermeabilização da fundação	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Executa-se dos rasgos nos 80 cm alternados entre os espaços já reparados, repetindo-se o procedimento anterior realizando a impermeabilização com um transpasse de 10 cm nas impermeabilizações já executadas, em cada lado.</li> <li>6. Repete-se os procedimentos anteriores realizados nos outros rasgos, concluindo o fechamento da parede.</li> <li>7. Retira-se o revestimento úmido que existe acima da área reconstruída e deixa secar a alvenaria descoberta.</li> <li>8. Realiza-se o revestimento interno com emboço sem aditivo impermeabilizante, para permitir que a alvenaria respire, no revestimento externo recomenda-se utilizar no emboço um aditivo impermeabilizante para melhorar a proteção da alvenaria.</li> </ol>
Reabilitação da pintura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para superfícies com imperfeições, lixar, eliminar o pó, nivelar com massa corrida.</li> <li>2. Limpeza com pano ou esponja macia e detergente neutro e, em seguida, limpar com pano umedecido de água.</li> <li>3. Aplicação do selador.</li> <li>4. Aplicação massa PVA.</li> <li>5. Aplicação da tinta diluída a 50%.</li> </ol> <p>Aplicação de tinta látex (2 a 3 demãos).</p>
Reforço de Fundações em Sapatas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar um plano de reforço considerando o alargamento da base da sapata.</li> <li>2. Estender as ferragens de flexão existentes na sapata para aumentar a área de suporte.</li> <li>3. Realizar a quebra controlada das bordas da sapata para expor cerca de 15 cm do trecho reto da ferragem.</li> <li>4. Efetuar as soldas necessárias para conectar as extensões das ferragens e garantir a integridade estrutural.</li> <li>5. Fechamento do cobrimento adequado.</li> </ol>
Reabilitação de eflorescências	<p>Primeiramente, é necessário proceder com o revestimento da área externa que se limita à alvenaria, uma vez que somente após a conclusão desse estágio será viável iniciar a reabilitação da área interna.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escovação das superfícies com eflorescência.</li> <li>2. Recolher as eflorescências caídas no pavimento, evitando a penetração dos sais.</li> <li>3. Limpeza da superfície com pano umedecido.</li> </ol> <p>Aplicação com produtos químicos com o intuito de diminuir os sais causadores da manifestação.</p>

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 3: Conduas aos problemas identificados (conclusão).

<b>Conduta</b>	
Reabilitação do pilar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remover as partes soltas e limpar cuidadosamente as superfícies.</li> <li>2. Injeção de resina epóxi sempre que a fissura for passiva.</li> <li>1. Reforçar a cabeça do pilar com chapas metálicas aderida com epóxi.</li> </ol>
Reabilitação do forro de gesso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conserto das aberturas no telhado, evitando o contato do gesso com a água.</li> <li>2. Lixamento dos locais com manchas amareladas.</li> <li>2. Pintura do local afetado.</li> </ol>

Fonte: Autor, 2023.

### 6.2.5. Elaboração do orçamento

A Tabela 3 exibe os quantitativos levados em consideração em cada etapa da manutenção, ressaltando que o comprimento total das paredes foi calculado a partir das medições realizadas no AutoCAD.

Tabela 3: Quantitativo para o orçamento.

<b>Etapa</b>	<b>Quantitativo</b>
Demolição e Construção da alvenaria	Altura – 0,15m Largura – 0,15m Comprimento – 72,00m <b>TOTAL: 1,62 m<sup>3</sup></b>
Regularização, impermeabilização e proteção mecânica da fundação	Largura – 0,20m Comprimento – 72,00m <b>TOTAL: 14,40 m<sup>2</sup></b>
Recuperação da argamassa úmida na base da alvenaria e execução de revestimento	Altura – 1,00m Comprimento – 72,00m Obs: dois lados da alvenaria <b>TOTAL: 144,00 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Autor, 2023.

O primeiro orçamento, apresentado na Tabela 4, refere-se à impermeabilização da fundação no contexto de uma manutenção corretiva. Esta Tabela é uma adaptação de um orçamento elaborado pela autora Barros (2020) em um exemplo genérico, que foi atualizado quanto aos preços e sofreu algumas modificações nos itens dos serviços. Na edificação, que possui duas alvenarias distintas, optamos por considerar apenas o tijolo maciço para fins de cálculo, dado que predomina na estrutura.

Tabela 4: Orçamento da impermeabilização da fundação.

Código	Tabela	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Preço unit. Com BDI	Total
97624	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M3	1,62	R\$ 105,48	R\$ 126,58	R\$ 205,05
C2179	SEINFR A	REGULARIZAÇÃO DE BASE C/ ARGAMASSA CIMENTO E AREIA S/ PENEIRAR, TRAÇO 1:4 - ESP= 3cm	M2	14,40	R\$ 28,68	R\$ 34,42	R\$ 495,59
98562	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	M2	14,40	R\$ 48,18	R\$ 57,82	R\$ 832,55
C 5025	SEINFR A	PROTEÇÃO MECÂNICA, COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA TRAÇO 1:4, E=2CM	M2	14,40	R\$ 34,83	R\$ 41,80	R\$ 601,86
101159	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS MACIÇOS DE 5X10X20CM (ESPESSURA 10CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_05/2020	M2	1,62	R\$ 121,67	R\$ 146,00	R\$ 236,53
97631	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M2	144,00	R\$ 11,28	R\$ 13,54	R\$ 1.949,18
87548	SINAPI	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	144,00	R\$ 28,33	R\$ 34,00	R\$ 4.895,42
C2187	SEINFR A	REGULARIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE CONCRETO APARENTE - 2 DEMÃOS	M2	144,00	R\$ 13,53	R\$ 16,24	R\$ 2.337,98
88485	SINAPI	FUNDO SELADOR ACRÍLICO, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDE, UMA DEMÃO. AF_04/2023	M2	144,00	R\$ 3,97	R\$ 4,76	R\$ 686,02
2285	ORSE	PINTURA DE ACABAMENTO COM APLICAÇÃO DE 02 DEMÃOS DE TINTA PVA LATEX PARA INTERIORES - CORES CONVENCIONAIS - REV 03	M2	144,00	R\$ 15,55	R\$ 18,66	R\$ 2.687,04
						<b>TOTAL</b>	R\$ 14.927,23

Fonte: Autor, 2023.

No segundo orçamento, optamos por proteger as alvenarias com um revestimento seguido por uma tinta apropriada, com o intuito de bloquear ou reduzir o processo de eflorescência que ocorre em todo o pavimento superior. Consideramos uma altura média de 2,90 metros para a alvenaria. Com o auxílio do croqui no AutoCAD, determinamos o comprimento total da parede com vãos em 8,80 metros e o comprimento total da parede sem vãos em 14,70 metros. A Tabela 5 apresenta detalhadamente o orçamento correspondente a essa intervenção.

Tabela 5: Orçamento de revestimento e pintura externa.

Código	Tabela	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Preço unit. Com BDI	Total
87905	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_10/2022	M2	25,52	R\$ 7,81	R\$ 10,15	R\$ 259,10
87894	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE M2 CR CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_10/2022	M2	42,63	R\$ 6,69	R\$ 8,70	R\$ 370,75
87775	SINAPI	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_08/2022	M2	25,52	R\$ 55,94	R\$ 72,72	R\$ 1.855,87
87792	SINAPI	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS), ESPESSURA DE 25 MM. AF_08/2022	M2	42,63	R\$ 41,97	R\$ 54,56	R\$ 2.325,94
88415	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. AF_06/2014	M2	68,15	R\$ 3,37	R\$ 4,38	R\$ 298,57

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 5: Orçamento de revestimento e pintura externa (continuação).

Código	Tabela	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Preço unit. Com BDI	Total
95626	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDE EXTERNAS DE CASAS, DUAS DEMÃOS. AF_11/2016	M2	68,15	R\$ 16,92	R\$ 22,00	R\$ 1.499,03
						<b>TOTAL</b>	R\$ 6.609,25

Fonte: Autor, 2023.

Na elaboração do orçamento para o reparo estrutural do pilar como demonstra a Tabela 6, foram consideradas as seguintes dimensões: altura de 3 metros, largura de 1,20 metros (pilar com dimensões de 0,40 metros x 0,20 metros) e espessura de 0,05 metros para a aplicação do graute.

Tabela 6: Orçamento do reparo estrutural do pilar.

Código	Tabela	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Preço unit. Com BDI	Total
4778	ORSE	RECUPERAÇÃO DE ARMADURA P/ PILARES 12X20CM, 4Ø10MM, INCLUSO REMOÇÃO DE ESTRIBO, LIXAMENTO, PINTURA DE PROTEÇÃO E COLOCAÇÃO DE NOVOS ESTRIBOS C/ESPAÇAM.=12CM	M	3,00	R\$ 34,12	R\$ 40,94	R\$ 122,83
4780	ORSE	APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL BASE RESINA EPOXI, COMPOUND ADESIVO, VEDACIT OU SIMILAR, APLICAÇÃO EM CHUMBAMENTO E COLAGEM DOS MAIS DIVERSOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	M2	3,60	R\$ 84,75	R\$ 101,70	R\$ 366,12
90279	SINAPI	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	M3	0,18	R\$ 601,27	R\$ 721,52	R\$ 129,87
						<b>TOTAL</b>	R\$ 618,83

Fonte: Autor, 2023.

A complexidade na análise da fundação e a falta de um projeto estrutural impossibilitaram a elaboração do orçamento para o reforço da fundação em sapatas.

### 6.3. Caso 02 – Residência B

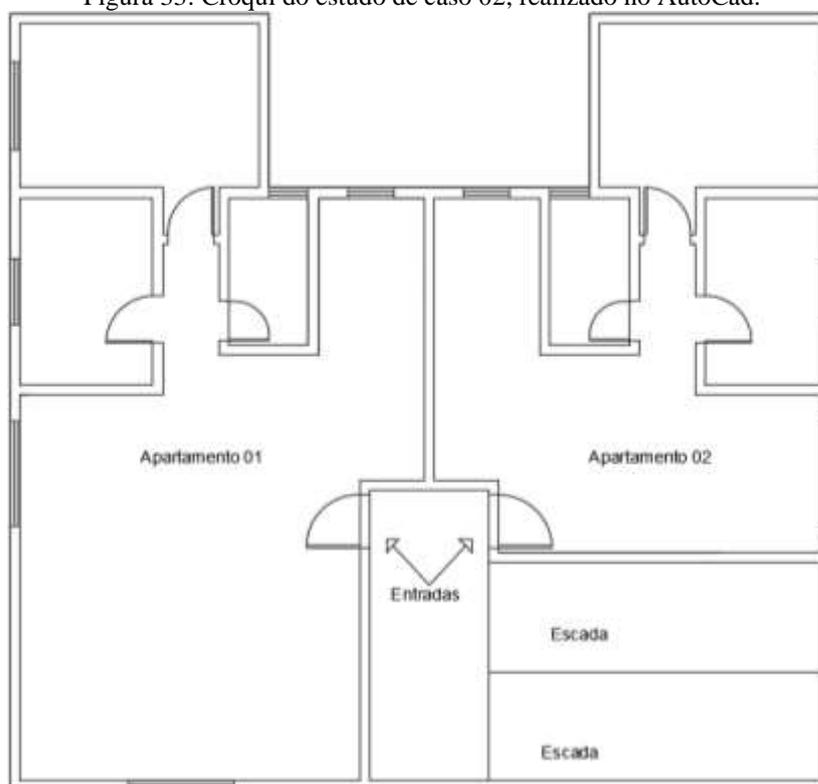
#### 6.3.1. Descrição da edificação

O edifício em análise é composto por quatro pavimentos com uma área de 133,64 m<sup>2</sup> cada, dos quais três são destinados a apartamentos, totalizando seis unidades residenciais (dois apartamentos por andar), e o térreo é destinado a um estabelecimento comercial. Atualmente, o último pavimento está desativado pelo agravamento das manifestações patológicas. A estrutura é de concreto armado, fundamentada em estacas profundas com cerca de 6 metros de profundidade. O edifício é executado em lajes do tipo treliçadas.

#### 6.3.2. Vistoria do local

A análise foi conduzida unicamente no último pavimento, onde o problema está centralizado. A construção em questão carece de documentação, pois não dispõe de quaisquer projetos para avaliação, uma vez que esses registros foram perdidos ao longo do tempo. As manifestações patológicas se concentram no último andar na laje de cobertura, bem como nos pilares e vigas adjacentes. Devido às dificuldades com a documentação de projetos, foi elaborado um croqui para o levantamento dos dados para o orçamento utilizando o AutoCad, conforme a Figura 33.

Figura 33: Croqui do estudo de caso 02, realizado no AutoCad.



Fonte: Autor, 2023.

### 6.3.2.1. Danos apresentados

Em todo o pavimento, é evidente o desprendimento na laje. Na Figura 34, esse deslocamento é notável na laje do banheiro, onde a treliça é claramente visível. Na Figura 35, destaca-se a área mais severamente afetada por esse desprendimento, com as armaduras expostas que constituem a treliça entre as vigas de suporte, e a cobertura praticamente inexistente.

Figura 34: Manifestação patológica.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 35: Manifestação patológica.



Fonte: Autor, 2023.

A evidência de umidade na laje de cobertura é clara nas Figuras 36 e 37, onde são perceptíveis manchas escuras ou esverdeadas, indicativas da presença de mofo em diversos graus de severidade. Mesmo com a circulação no ambiente, a presença do mofo é detectada pelo odor característico que o fungo emite no local onde se desenvolve. É importante destacar que o crescimento desse micro-organismo intensifica o risco de deterioração da estrutura à medida que se desenvolve.

Figura 36: Manifestação patológica.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 37: Manifestação patológica.



Fonte: Autor, 2023.

Outras partes da estrutura da edificação apresentam manifestações, como vigas e pilares, todas próximas à laje de cobertura. Na Figura 38, as armaduras apresentam corrosão, afetando não apenas os pilares, mas também as vigas e lajes. Evidenciaram-se perdas de aderência, redução na seção das armaduras, rompimento de estribos, deslocamento do concreto e fissuras, sendo a corrosão identificada como a causa principal desses problemas. Além disso, há manchas esbranquiçadas na tinta da parede, indicando a presença de água. Por fim, realizou-se a medição do cobrimento em vigas e pilares em áreas com armaduras expostas, resultando em uma média de 18 mm. A Figura 39 ilustra uma dessas medições no pilar mais impactado.

Figura 38: Manifestação patológica.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 39: Cobrimento do pilar.



Fonte: Autor, 2023.

### 6.3.2.2. Anamnese

A edificação tem aproximadamente 20 anos desde sua construção. Durante esse período, não foram conduzidas inspeções preventivas nem manutenções regulares, como por exemplo, a aplicação de revestimentos protetores no concreto.

Com o passar dos anos, alguns moradores observaram uma infiltração significativa nos dois apartamentos do último pavimento. Em uma tentativa de conter a infiltração, em 2022, foi instalada uma cobertura com telha metálica sobre a laje de cobertura. Contudo, a manutenção corretiva na estrutura afetada ainda não foi realizada. Durante a inspeção de 2022, foram identificados problemas graves, incluindo a corrosão acentuada das armaduras, deslocamento do concreto e fissuras na estrutura principal.

### **6.3.3. Diagnóstico**

As manifestações patológicas se concentram no quarto pavimento da edificação, sendo o mofo a indicação mais evidente da umidade persistente nas peças em concreto armado. Isso resultou no desenvolvimento desses microrganismos, causando o aparecimento de manchas esverdeadas. Além disso, são observadas fissuras horizontais que ocorreram devido à oxidação e expansão avançada do aço.

O deslocamento do concreto é observado em vigas, pilares e na laje, sendo originado pelo cobrimento inadequado, desencadeando despassivação, corrosão e expansão do aço. A oxidação avançada, caracterizada por uma considerável perda de seção e expansão do aço, é igualmente evidente.

A infiltração contínua de águas pluviais pelos poros do concreto da laje de cobertura introduziu agentes agressivos nas peças estruturais. Esse cenário resultou no surgimento de todos os sintomas evidenciados neste estudo de caso, enfatizando a complexidade das manifestações patológicas na edificação. Devido à persistente presença de água, a integridade estrutural do último pavimento foi comprometida. A principal causa dessa problemática reside na ausência de impermeabilização adequada na laje de cobertura, agravada pela falta de manutenção e inspeções preventivas.

### **6.3.4. Conduta**

Diante da atual condição da laje treliçada, evidenciado pela presença de mofo, corrosão nas armaduras e a consequente perda de seção desses elementos estruturais, torna-se necessário realizar um reparo estrutural. Com o propósito de avaliar os custos relacionados tanto à demolição quanto à restauração da estrutura da edificação, optamos pela demolição total da laje treliçada, seguida pelo reparo das vigas e pilares afetados por manifestações patológicas, visando a construção de uma nova laje. Desta maneira, abordamos ambas as situações de forma abrangente.

### **6.3.5. Elaboração de orçamento**

O orçamento foi elaborado utilizando as informações obtidas nas medições do croqui, juntamente com as medidas realizadas in loco referentes ao comprimento das vigas, pilares e lajes, anotado na Tabela 07, que requerem obrigatoriamente intervenção no reparo estrutural. Na Tabela 08 apresenta-se o orçamento.

Tabela 7: Quantitativo para o orçamento.

<b>Nome</b>	<b>Quantitativo</b>
Área da laje	133,64 m <sup>2</sup>
Comprimento dos pilares danificados	2,40m
Comprimento das vigas danificadas (in loco)	30,23m
Largura considerada da viga e pilares para o adesivo estrutural (dado estimativo)	0,50m
Espessura para execução do graute (armadura + cobertura)	0,05m

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8: Orçamento para demolição e execução da laje, e reparo estrutural das vigas e pilares.

<b>Código</b>	<b>Tabela</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Preço unit. Com BDI</b>	<b>Total</b>
<b>5067</b>	ORSE	DEMOLIÇÃO DE LAJE PRE-FABRICADA COMUM OU EM TRELIÇA, INCLUSIVE CAPEAMENTO	M2	133,64	R\$ 17,53	R\$ 21,04	R\$ 2.811,25
<b>4778</b>	ORSE	RECUPERAÇÃO DE ARMADURA P/ PILARES 12X20CM, 4Ø10MM, INCLUSO REMOÇÃO DE ESTRIBO, LIXAMENTO, PINTURA DE PROTEÇÃO E COLOCAÇÃO DE NOVOS ESTRIBOS C/ESPAÇAM.=12CM (PARA CASOS DE FERRAGENS TOTALMENTE EXPOSTAS)	M	2,40	R\$ 34,12	R\$ 40,94	R\$ 98,27
<b>4776</b>	ORSE	RECUPERAÇÃO DE ARMADURA P/ VIGAS 15X40CM, 4Ø10MM, INCLUSO REMOÇÃO DE ESTRIBO, LIXAMENTO, PINTURA DE PROTEÇÃO E COLOCAÇÃO DE NOVOS ESTRIBOS C/ESPAÇAM=17CM (PARA CASOS DE FERREGENS TOTALMENTE EXPOSTAS)	M	30,23	R\$ 35,52	R\$ 42,62	R\$ 1.288,52
<b>145</b>	ORSE	LAJE PRÉ-FABRICADA COMUM PARA PISO OU COBERTURA, INCLUSIVE ESCORAMENTO EM MADEIRA E CAPEAMENTO 4CM	M2	133,64	R\$ 127,63	R\$ 153,16	R\$ 20.467,77

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8: Orçamento para demolição e execução da laje, e reparo estrutural das vigas e pilares (continuação).

Código	Tabela	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Preço unit. Com BDI	Total
4780	ORSE	APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL BASE RESINA EPOXI, COMPOUND ADESIVO, VEDACIT OU SIMILAR, APLICAÇÃO EM CHUMBAMENTO E COLAGEM DOS MAIS DIVERSOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	M2	16,32	R\$ 84,75	R\$ 101,70	R\$ 1.659,24
90279	SINAPI	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	M3	0,82	R\$ 601,27	R\$ 721,52	R\$ 588,58
4849	ORSE	IMPERMEABILIZAÇÃO COM VEDAPREN BRANCO OU SIMILAR, PARA LAJES, 06 DEMAÇOS	M2	133,64	R\$ 66,64	R\$ 79,97	R\$ 10.686,92
						<b>TOTAL</b>	R\$ 37.600,55

Fonte: Autor, 2023.

## 7. CONCLUSÃO

Diante da proposta apresentada neste trabalho, foi possível realizar uma análise detalhada dos tipos de manifestações patológicas na engenharia civil. Ao abordar uma diversidade de problemas identificados, o estudo não apenas descreve essas manifestações, mas também apresenta métodos específicos de reparo, contribuindo para a compreensão mais detalhada e contextualizada das soluções necessárias.

A realização de dois estudos de caso foi um componente crucial desta pesquisa. No estudo de caso 01 os custos para impermeabilização da fundação e reabilitação da pintura foram estimados de R\$ 14.927,23 e R\$ 6.609,25, respectivamente, como um total de R\$ 21.536,48. No estudo de caso 02 os custos para a reabilitação demolição e execução da laje, e reparo estrutural das vigas e pilares foram de R\$ 37.600,55.

Esses estudos envolveram uma extensa inspeção predial, uma análise de dados e a proposição de soluções sob medida para cada problema identificado. Isso não apenas validou a teoria discutida, mas também forneceu uma perspectiva prática e aplicada para lidar com as complexidades reais encontradas nas edificações. Este estudo não apenas enriquece a compreensão do tema, mas também fornece orientações eficazes para profissionais da construção civil enfrentarem desafios frequentes na preservação e recuperação de edificações.

A preocupação não restringiu na identificação e descrição dos problemas, mas estendeu-se ao desenvolvimento de abordagens viáveis e sustentáveis para tratá-los, considerando aspectos econômicos.

## REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15575-1**. Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Procedimento, 2013.
- \_\_\_\_\_. **NBR 14037**. Manual de operação, uso e manutenção das edificações, 2011.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5674**. Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro. 2012.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, 2014.
- BARROS, A. K. M. **Manual de reabilitação de alvenarias tradicionais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Ceará. Russas, 2021.
- BAUERMAN, C. V. **Patologias Provocadas por Umidade em Edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Para O Desenvolvimento Do Estado E Da Região Do Pantanal, Anápolis, 2018.
- BESSA, R. C.; CODES, R. N. **Análise bibliográfica referente às eflorescências e formas de mitigação do fenômeno**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró – RN, 2021
- BEZERRA, Yasmin et al. Análise da percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental II em uma escola do município de Serra Talhada (PE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (REVBEA)**, v. 9, n. 2, p. 472-488, 2014.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Serra Talhada. RECIFE: CPRM/PRODEEM, 2010.
- CAIXA. SINAPI – Sistema Nacional de Índices da Construção Civil. Referência de preços e custos. Pernambuco, setembro, 2023.
- CARMONA, T. G. **Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas de concreto sujeitas à carbonatação**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CEARÁ. Secretaria Estadual de Infraestrutura. Tabela de Custos. 2023.
- CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2009.
- CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura. São Paulo: Técnica, v. 160, 2010.
- DE AGUIAR, R. L. S. **Foi mesmo a agricultura a grande revolução do neolítico?**. Dimensões: Revista de História da Ufes, n. 48, p. 6-18, 2022.
- FERREIRA, G. C. S; RODRIGUES, V. **Análise de patologias decorrentes de infiltrações nas edificações**. TCC. Engenharia Civil. Faculdade Doctum. João Monlevade. 2019.
- FRANCESCOTTO, T. R. **Manifestações patológicas em áreas molháveis em alvenaria e gesso acartonado em edifícios hotéis**. Dissertação, São Carlos, 2019.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO JR. J. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007.

GONZAGA, G. B. M. et al. **Estudo de caso: patologias mais decorrentes nas residências da comunidade Rafael**. Caderno de Graduação, Ciências Exatas e Tecnológicas, UNI, Alagoas, v. 3, n. 3, p. 107-107, 2016.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 1992.

JUNIOR, F. A. S. O. **Identificação das causas da eflorescência nas residências de Caraúbas-RN: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2018.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

LEITES, L. D. **Revestimento externo de fachadas com porcelanato aderido, com ênfase na patologia eflorescência**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2020.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. Boletim técnico, v. 6, p. 86, 1986.

MACEDO, E. A.V. B. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências**. UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA, Rio de Janeiro, 2017.

MACÊDO, J. A. G. **Planejamento e controle da manutenção preventiva como meios para diminuir a manutenção corretiva**. Projeto (Conclusão de trabalho de curso II), Universidade Federal da Paraíba, 2015.

MACHADO, L. P. G; HERVÉ, M. Análise de riscos associados a patologias na construção civil. **Boletim do Gerenciamento**, v. 35, n. 35, p. 19-27, 2023.

MARINHO, R. M. **Patologia das fundações: estudos de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2013.

MENDES, A. L.; BASTOS, P. R. L. **Um aspecto polêmico dos orçamentos de obras públicas: benefícios e despesas indiretas (BDI)**. Revista do TCU, n. 88, p. 13-28, 2001.

MONTECIELO, J; EDLER, M. A. R. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, 2016.

OLIVEIRA, C; LIMA, D. P. **Manual de manutenção preventiva e corretiva em edificações**. Technology Sciences, v. 4, n. 1, p. 12-19, 2022.

PATOLOGIA. *In: Dicio*, 2023. Disponível em: <https://www.dicio.com.br>. Acessado em 13 de julho de 2023.

- PEÑA, M. **Estudo da fissuração associada à retração em argamassas para reparo em estruturas de concreto**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2004.
- PIMENTEL, T. E. Análise de manifestações patológicas e proposta de recuperação estrutural de um reservatório suspenso. **Revista Thema**, v. 19, n. 3, p. 760-773, 2021.
- SANCHES, M. J. **Breve síntese do povoamento pré-histórico no planalto mirandês**. Revista da Faculdade de Letras: História, Série II, vol. 6 (1989), p. 445-456, 2013.
- SANTOS, J. C. **Manifestações patológicas na construção: estudo de caso em residências do município de Crisópolis (BA)**. Bahia / Jean Carvalho dos Santos. Paripiranga, 2021.
- SERGIPE. Orçamento de obras de Sergipe. Referência de preços. Setembro, 2023.
- SILVA, F. B. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Técnica, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011. 9
- SILVA, R. O. **Custos de manutenção e reformas de estruturas por falta do sistema de impermeabilização**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2021.
- SILVA, S. L. P. **Metodologia científica**, Faculdade de Minas, 2016.
- SILVA, V. P. **Análise de patologias construtivas nas áreas comuns em um condomínio residencial de médio-baixo padrão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Anápolis, Anápolis, 2022.
- SOUZA, M. J. X.; SILVA, T. T. S. **Estudo sobre umidade e suas manifestações patológicas ocasionadas em uma residência unifamiliar na cidade de Quixaba-PE**. Revista Multidisciplinar do Sertão, v. 5, n. 2, p. 233-243, 2023.
- SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. Oficina de Textos, 2020.
- VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Recife: Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícia de Engenharia, 2003.
- ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS**. Monografia de Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Taquari, 2015