



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**SERGIO MURILO CAVALCANTI DE LIMA FILHO**

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM EDIFÍCIO  
RESIDENCIAL NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE**

**RECIFE**

**2025**

**SERGIO MURILO CAVALCANTI DE LIMA FILHO**

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM EDIFÍCIO  
RESIDENCIAL NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Lima Filho, Sergio Murilo Cavalcanti de .

Análise das manifestações patológicas em um edifício residencial na cidade de  
Jaboatão dos Guararapes-PE / Sergio Murilo Cavalcanti de Lima Filho. -  
Recife, 2025.

62 p.

Orientador(a): Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade  
(Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e  
Geociências, , 2025.

Inclui referências.

1. Patologias das Edificações. 2. Desempenho Estrutural. 3. Manutenção  
Preventiva. 4. Matriz GUT. 5. Avaliação de Riscos. 6. Defeitos Construtivos. I.  
Oliveira Andrade, Tibério Wanderley Correia de. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

**SERGIO MURILO CAVALCANTI DE LIMA FILHO**

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM EDIFÍCIO  
RESIDENCIAL NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Pernambuco, Centro de  
Tecnologia e Geociências, como requisito parcial  
para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Aprovado em: 05/05/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

João Ribeiro (Examinador Externo)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, sou grato a Deus por tudo o que Ele fez por mim e por tudo o que ainda fará. Agradeço por me dar forças para buscar sempre o melhor para mim e nunca desistir dos meus sonhos.

Sou extremamente grato aos meus pais, Josiane e Sergio, por tudo o que sempre fizeram por mim, pelas oportunidades que me deram para focar nos estudos e por todo o apoio que sempre me deram e continuam dando. Sem eles, essa jornada seria impossível.

Ao meu orientador, Tibério Wanderley, que, apesar de sua intensa rotina, aceitou me orientar e ofereceu valiosas contribuições ao longo de todo o processo, que foi essencial para a conclusão satisfatória deste trabalho.

## RESUMO

Há uma preocupação com o desempenho das edificações desde os primórdios da construção civil, devido a necessidade de atender à requisitos mínimos estabelecidos por normas, além de preservar o valor histórico no caso de edifícios antigos. Com o avanço das tecnologias e o aumento da demanda por construções, muitos optaram por projetos de baixa qualidade, uso de materiais inadequados e falta de conhecimento técnico para acelerar o processo e aumentar a lucratividade. Tais fatores levam ao surgimento de patologias e à redução da vida útil das edificações, tornando-se ainda mais preocupante em edificação habitacional, que abriga uma quantidade significativa de pessoas e, com o passar do tempo, a edificação se deteriora e todo edifício possui um tempo de vida útil. A ausência de manutenções regulares pode comprometer a segurança dos frequentadores. Portanto, é essencial realizar inspeções precoces para prevenir ou corrigir anomalias ainda em estágio inicial, evitando custos elevados com reparos futuros. Este estudo identifica e diagnostica as principais manifestações patológicas em uma edificação. Assim como a análise das possíveis causas, caracterização do grau de risco e gravidade de cada patologia. A análise dos dados foi realizada por meio do uso da matriz de priorização GUT com a finalidade de relacionar as patologias com sua prioridade de resolução, baseada em visitas in loco, registros fotográficos e aplicação de checklists. Os resultados evidenciaram que mais da metade das patologias identificadas comprometeram diretamente o desempenho estrutural da edificação. As manifestações mais recorrentes incluíram fissuras em elementos de concreto armado, infiltrações em paredes e lajes, eflorescências, desagregações superficiais e falhas no revestimento. A origem dos problemas esteve frequentemente relacionada à ausência de manutenção preventiva, uso inadequado de materiais durante a construção e falhas executivas.

Palavras-chave: Patologias das Edificações, Desempenho Estrutural, Manutenção Preventiva, Matriz GUT, Avaliação de Riscos, Defeitos Construtivos.

## ABSTRACT

There has been concern with building performance since the early days of civil construction, due to the need to meet minimum requirements established by standards, as well as to preserve historical value in the case of old buildings. With the advancement of technology and the growing demand for new constructions, many opted for low-quality designs, the use of inadequate materials, and a lack of technical knowledge in order to speed up the process and increase profitability. These factors lead to the appearance of pathologies and a reduction in the service life of buildings, which is especially concerning in residential structures that house a significant number of people. Over time, buildings deteriorate, and every structure has a finite service life. The absence of regular maintenance can compromise the safety of occupants. Therefore, early inspections are essential to prevent or correct anomalies while they are still in the initial stage, avoiding high repair costs in the future. This study identified and diagnosed the main pathological manifestations in a building, as well as analyzed their possible causes, and characterized the level of risk and severity of each pathology. The data analysis was conducted using the GUT prioritization matrix, with the aim of associating the pathologies with their resolution priority, based on on-site visits, photographic records, and the application of checklists. The results showed that more than half of the identified pathologies directly compromised the structural performance of the building. The most frequent manifestations included cracks in reinforced concrete elements, water infiltration in walls and slabs, efflorescence, surface disintegration, and coating failures. The origin of these problems was often related to the lack of preventive maintenance, improper use of materials during construction, and execution errors.

**Keywords:** Building Pathologies, Structural Performance, Preventive Maintenance, GUT Matrix, Risk Assessment, Construction Defects.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Lei de Sitter                                                                                                                                                      | 15 |
| Figura 2 - Origens dos problemas patológicos nas construções                                                                                                                  | 16 |
| Figura 3 - Desempenho com e sem manutenção                                                                                                                                    | 19 |
| Figura 4 - Diferentes configurações de fissuras em função do tipo de esforço aplicado.                                                                                        | 22 |
| Figura 5 - Passos para analisar problemas patológicos nas edificações                                                                                                         | 28 |
| Figura 6- Manifestação 01 (Desplacamento do revestimento cerâmico)                                                                                                            | 37 |
| Figura 7- Manifestação 02 (Eflorescência)                                                                                                                                     | 39 |
| Figura 8- Manifestação 03 (Fissuras)                                                                                                                                          | 41 |
| Figura 9- Manifestação 04 (Bolor)                                                                                                                                             | 44 |
| Figura 10- Manifestação 05 (Corrosão de estrutura metálica)                                                                                                                   | 46 |
| Figura 11- Manifestação 06 (Fissuras no bloco da fundação)                                                                                                                    | 48 |
| Figura 12– Aspecto geral do concreto. Observa-se se material branco neoformado no vazio (B). Lupa estereoscópica, aumento 38x.                                                | 52 |
| Figura 13– Aspecto geral do concreto. Observa-se material neoformado sobre o agregado (Ag), nos poros (P), na borda (B) e na argamassa (A). Lupa estereoscópica, aumento 36x. | 52 |
| Figura 14– Aspecto geral do concreto. Observa-se se material branco neoformado sobre o agregado (Ag), argamassa (A) e poros (P). Lupa estereoscópica, aumento 18x.            | 53 |
| Figura 15- Incidências das manifestações patológicas identificadas                                                                                                            | 56 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Sais mais comuns em eflorescências, sua solubilidade em água e a fonte provável para seu aparecimento | 24 |
| Quadro 2 - Aspectos principais da matriz GUT                                                                     | 31 |
| Quadro 3 - Critérios relevantes para pontuação                                                                   | 32 |
| Quadro 4 - Dados de implantação da edificação analisada nesse estudo                                             | 35 |
| Quadro 5 - Manifestações patológicas 01, causas e terapia sugerida                                               | 36 |
| Quadro 6 - Manifestações patológicas 02, causas e terapia sugerida                                               | 38 |
| Quadro 7 - Manifestações patológicas 03, causas e terapia sugerida                                               | 40 |
| Quadro 8 - Manifestações patológicas 04, causas e terapia sugerida                                               | 43 |
| Quadro 9 - Manifestações patológicas 05, causas e terapia sugerida                                               | 45 |
| Quadro 10 - Manifestações patológicas 06, causas e terapia sugerida                                              | 47 |
| Quadro 11- Pontuação para os parâmetros GUT de cada manifestação patológica                                      | 54 |
| Quadro 12 – Priorização para resolução das manifestações patológicas                                             | 54 |
| Quadro 13 - Frequências das patologias encontradas                                                               | 54 |

## SUMÁRIO

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                                | <b>12</b> |
| 1.1 JUSTIFICATIVA                                                   | 13        |
| <b>2. OBJETIVOS</b>                                                 | <b>14</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL                                                  | 14        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                           | 14        |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b>                                     | <b>14</b> |
| 3.1 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES                                       | 14        |
| 3.2 FALHAS DURANTE O PLANEJAMENTO E PROJETO                         | 16        |
| 3.3 FALHAS DURANTE A EXECUÇÃO                                       | 17        |
| 3.4 MATERIAIS INADEQUADOS                                           | 18        |
| 3.5 UTILIZAÇÃO INADEQUADA                                           | 18        |
| 3.6 SINTOMAS                                                        | 19        |
| 3.7 CAUSAS                                                          | 20        |
| 3.8 PRINCIPAIS TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS                   | 20        |
| 3.8.1 UMIDADE                                                       | 21        |
| 3.9 FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS                                  | 21        |
| 3.10 EFLORESCÊNCIA                                                  | 23        |
| 3.11 CORROSÃO DAS ARMADURAS                                         | 25        |
| 3.12 BOLOR OU MOFO                                                  | 25        |
| 3.13 DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO                                       | 25        |
| 3.14 DESPLACAMENTO                                                  | 26        |
| 3.15 MANUTENÇÃO                                                     | 27        |
| 3.16 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO                                      | 28        |
| 3.17 NORMAS E LEGISLAÇÕES VIGENTES                                  | 29        |
| 3.18 MATRIZ GUT – GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA                   | 30        |
| <b>4. METODOLOGIA</b>                                               | <b>32</b> |
| 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS NO LEVANTAMENTO DOS DADOS                  | 33        |
| 4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS                                     | 33        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                                   | <b>35</b> |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E HISTÓRICO                    | 35        |
| 5.2 DEFINIÇÃO E CONDUTA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS | 35        |
| 5.3 OCORRÊNCIA DE DIAGNÓSTICOS                                      | 55        |
| <b>6. CONCLUSÃO</b>                                                 | <b>57</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                  | <b>59</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A prática da construção tem sido uma atividade fundamental para a humanidade ao longo dos anos, pois o ser humano sempre precisou de um local para servir de abrigo. A indústria da construção civil desempenha um papel significativo na economia do país, contribuindo para seu crescimento e desenvolvimento (PEREIRA, 2022).

Entretanto, muitas construções, tanto já concluídas quanto ainda em andamento, apresentam condições patológicas que podem ser observadas em várias etapas do processo de construção, inclusive na fase inicial de planejamento. Por isso, é necessário realizar um estudo detalhado para identificar as possíveis causas dessas patologias, bem como buscar soluções para evitar que essas anomalias reapareçam no futuro.

O surgimento de sintomas patológicos em uma estrutura pode comprometer aspectos cruciais da construção, como a estética, a funcionalidade e até mesmo a capacidade de resistência mecânica. Sob essa perspectiva, há uma relação entre a patologia e o comportamento da edificação, sendo que sua avaliação está relacionada ao desempenho durante o uso (SILVA, 2023).

Conforme a ABNT NBR 15575-1:2024, uma estrutura deve proporcionar conforto e segurança por, no mínimo, 50 anos para a função à qual foi construída, prevendo no projeto o tempo para execução de reformas e manutenções, que devem ser obedecidos para alcançar o devido tempo de vida útil do empreendimento.

Souza e Ripper (1998) apresentam o termo “Patologia das Estruturas” como sendo um novo campo da Engenharia das Construções, que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

A Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012), no que se refere à ordem de prioridades, recomenda que esta seja determinada em ordem decrescente quanto ao grau de risco e à intensidade das anomalias e falhas, reconhecidas por meio de metodologias técnicas adequadas, como a GUT (ferramenta de gerenciamento de risco baseada nos critérios de Gravidade, Urgência e Tendência).

Para tratar uma manifestação patológica, é essencial realizar um estudo que detalhe sua origem. Esse estudo pode ajudar a identificar e esclarecer os problemas encontrados.

Neste trabalho, foi realizado um estudo de caso em uma edificação residencial, com o levantamento das manifestações patológicas e a análise das possíveis causas que levaram ao surgimento das anomalias identificadas na obra. A habitação apresenta vários problemas, tais como infiltrações, fissuras nas paredes e deficiências estruturais, que podem ocasionar graves riscos tanto à edificação quanto à vida dos moradores.

### 1.1 Justificativa

O edifício residencial objeto deste estudo abriga um número significativo de famílias, sendo, portanto, responsável por assegurar condições adequadas de habitabilidade, segurança e conforto a um grande contingente de pessoas. Considerando que toda edificação possui uma vida útil limitada e está sujeita a processos naturais de deterioração ao longo do tempo, torna-se essencial a realização de ações preventivas e corretivas de manutenção.

No entanto, observou-se que o edifício em questão não possui histórico de manutenções preventivas, o que resultou no surgimento de diversas manifestações patológicas, como deslocamento de revestimentos cerâmicos, fissuras e trincas em elementos estruturais, corrosão de armaduras e suspeitas de degradação do concreto nas fundações. Diante dessa situação, a administração do condomínio, por meio do síndico e da comissão de obras, buscou apoio técnico para realizar uma avaliação detalhada do estado da edificação e orientar as intervenções necessárias.

A escolha do tema deste trabalho justifica-se, portanto, pela relevância técnica e social da manutenção predial, especialmente em edificações com uso coletivo e prolongado. A identificação e o diagnóstico precoce das patologias são fundamentais para evitar a progressão dos danos, preservar a integridade estrutural da edificação e reduzir custos com reparos mais complexos no futuro. O investimento em manutenção preventiva e corretiva é, de modo geral, significativamente inferior ao custo de uma recuperação estrutural em estágio avançado de deterioração.

Dessa forma, este trabalho busca não apenas diagnosticar as patologias existentes na edificação, mas também propor soluções técnicas viáveis e economicamente sustentáveis, contribuindo para a preservação da estrutura, a segurança dos usuários e a ampliação da vida útil da construção.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Análise das manifestações patológicas de um edifício residencial na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar as principais manifestações patológicas no local em estudos;
- Analisar, por meio de registros fotográficos e referências bibliográficas, as causas das anomalias na estrutura;
- Calcular a prioridade dos problemas identificados na estrutura de acordo com os resultados da matriz GUT.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Patologia das construções**

O estudo das patologias é uma parte essencial da construção civil, sendo incomum encontrar uma edificação que não apresente alguma manifestação patológica. Assim como na medicina, a Patologia, de acordo com os dicionários, estuda as doenças, sendo a palavra de origem grega *phatos*, que significa sofrimento, e de *logia*, que é estudo, ciência. Então, pode-se definir essa palavra como a ciência que estuda os sintomas, origem e natureza das doenças (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

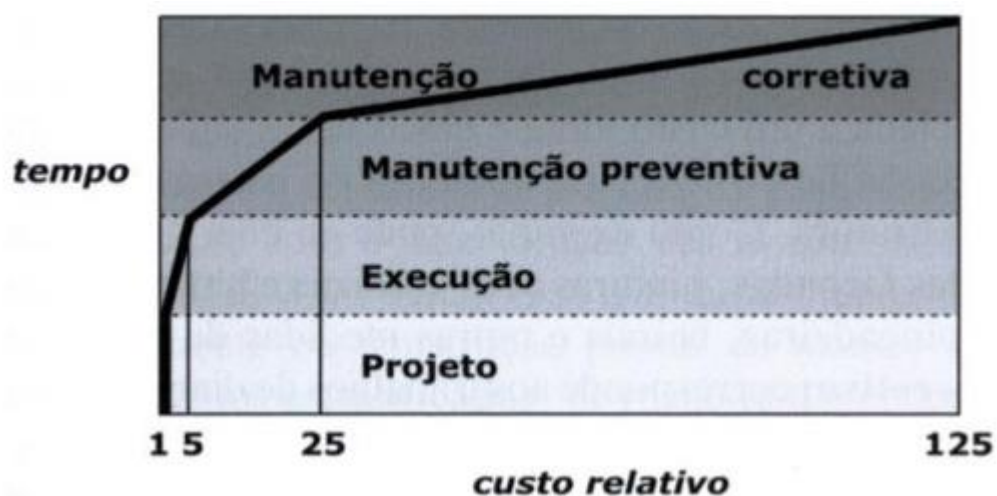
Assim, a pesquisa neste campo da construção civil é de extrema importância para garantir a qualidade, permitindo o tratamento eficaz desses problemas. Uma análise cuidadosa da origem das manifestações é essencial para abordar as possíveis causas de deterioração na estrutura. Entender completamente o problema é fundamental para realizar um tratamento rápido e adequado.

Segundo Medeiros (2019), o adiamento das atividades de manutenção nas edificações resulta em intervenções progressivamente mais complexas e dispendiosas. Nesse contexto, a chamada "Lei de Sitter" é amplamente utilizada para ilustrar a relação entre o tempo de intervenção e o aumento dos custos associados à durabilidade das construções.

De acordo com essa lei, quando as medidas preventivas são adotadas ainda na fase de projeto para se obter uma determinada vida útil para um empreendimento, o custo relativo é unitário. Caso essas medidas sejam postergadas para a fase de execução da obra, esse custo quintuplica. Se intervenções ocorrerem após a entrega do empreendimento, ainda em uma fase inicial de uso, em não existem sinais visíveis de deterioração, o custo pode ser 25 vezes maior, sendo essas ações denominadas de manutenção preventiva. Por fim, caso as ações de intervenção sejam realizadas apenas quando já existirem manifestações patológicas evidentes, em uma fase avançada de uso, o custo pode atingir até 125 vezes o valor que seria despendido na fase de projeto. Dessa forma, a aplicação de medidas preventivas desde as etapas iniciais do ciclo de vida da edificação se mostra essencial para a otimização dos recursos e a preservação da durabilidade da estrutura.

Essa correlação exemplifica a importância de se pensar na durabilidade da construção já na fase de concepção de projeto, conforme a Figura 1 obtidos de SITTER.

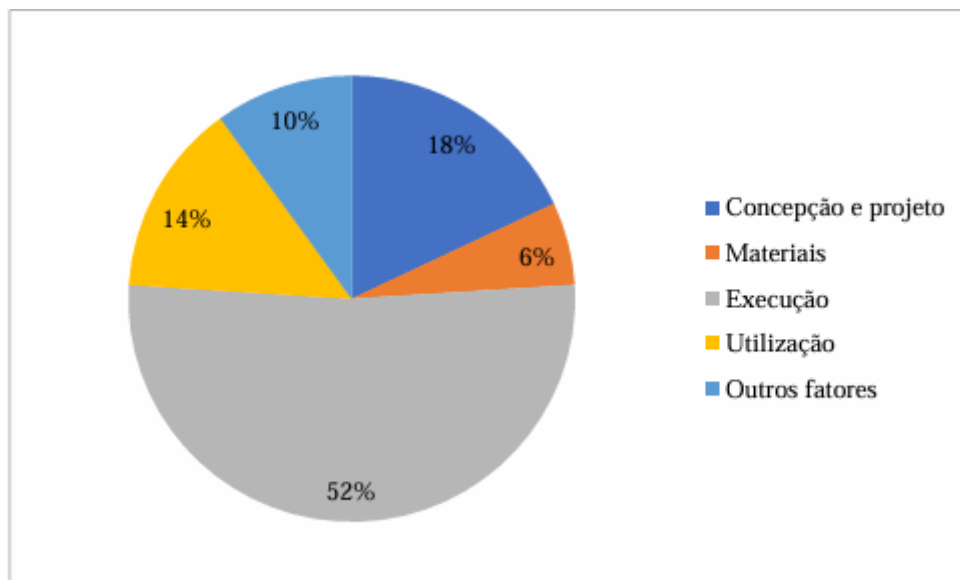
Figura 1 - Lei de Sitter



Fonte: SITTER, (1984) apud VITÓRIO, (2015).

Já na Figura 2, observam-se as principais origens de manifestações patológicas nas construções e os seus respectivos percentuais obtidos de RIPPER, 2002 apud CARVALHO JÚNIOR, 2015.

Figura 2 -Origens dos problemas patológicos nas construções



Fonte: Adaptado de RIPPER, (2002) apud CARVALHO JÚNIOR, (2015).

### 3.2 Falhas durante o planejamento e projeto

O planejamento e o projeto são etapas cruciais no ciclo de vida de um empreendimento de engenharia civil. Erros e falhas nessas fases podem resultar em atrasos, aumento de custos, problemas de qualidade e, em casos extremos, falhas catastróficas das estruturas.

Com isso, averiguou-se que são exatamente nessas fases onde a obra promove os custos mais reduzidos. Contudo, é a partir das medidas escolhidas no estágio de concepção e desenvolvimento que irão definir os processos seguintes de produção e na vida útil da edificação (BERTEZINI, 2006). Segundo Silva (2010), todas as informações técnicas que forem utilizadas têm que constar nos projetos e/ou nos memoriais descritivos, de forma detalhada, para possibilitar posteriormente uma execução correta.

Todavia, o que se observa é que, ao passar do tempo, os projetos estão sendo desenvolvidos cada vez com menos qualidade e, como requer tempo para fazer essas correções, as empresas geralmente optam por iniciar a construção sem as devidas

medidas tomadas. Com isso, essas atitudes geram anomalias, que poderiam ter sido evitadas com a utilização de projetos executivos melhores (SILVA, 2015).

De acordo com o mesmo autor, tem-se que esses problemas podem proporcionar também mais retrabalho, maior duração e custo para a realização da obra. Além disso, outro fator bastante importante é a compatibilização dos projetos, que pode gerar uma redução no custo da obra entre 5% e 8% (SILVA, 2015).

Com isso, Souza e Ripper (1998) afirmam que, para seguir uma ordem coerente nas construções, é preciso primeiramente haver a realização de todos os estudos e projetos necessários, para depois iniciar a execução da obra.

Ainda em relação a erros de projetos ou nas compatibilizações desses diversos projetos, sabe-se que pode levar a sérios problemas com consequências graves para a qualidade dos empreendimentos, refletindo no aparecimento de manifestações patológicas prematuras de difícil intervenção para saná-las.

Logo, é por isso que se deve ter uma grande preocupação na elaboração dos projetos e na compatibilização dos mesmos, pois caso não seja dada à devida atenção, poderá gerar custos adicionais elevados e desgastes grandes com os clientes (TRINDADE, 2015).

### 3.3 Falhas durante a execução

As falhas podem ocorrer em várias etapas do processo de construção e ter impactos significativos na durabilidade, segurança e funcionalidade da edificação. Segundo Souza e Ripper (1998), muitos dos problemas patológicos têm origem ainda na fase de execução da obra, sendo agravados por decisões inadequadas ou falta de controle técnico. Algumas das principais falhas durante a execução do projeto são: erro de interpretação dos projetos, falta de fiscalização adequada, uso de materiais inadequados ou de baixa qualidade, execução fora das especificações técnicas, falta de treinamento e capacitação da mão de obra, condicionantes ambientais desconsideradas e alterações durante a obra sem revisão dos projetos (HELENE; PEREIRA, 2013).

Essas falhas podem gerar consequências e levar a uma série de patologias na edificação, como: fissuras e trincas, infiltrações, desempenho insuficiente podendo não atender os requisitos necessários de segurança, conforto térmico e acústico,

redução da vida útil, dentre outros, com custos elevados de correções, manutenções e reparos (MEDEIROS; GUSMÃO, 2014). Ainda segundo a ABNT NBR 15575:2021, o desempenho da edificação deve ser garantido desde a fase de projeto até sua utilização, o que evidencia a importância de práticas construtivas corretas e de uma fiscalização contínua.

### 3.4 Materiais inadequados

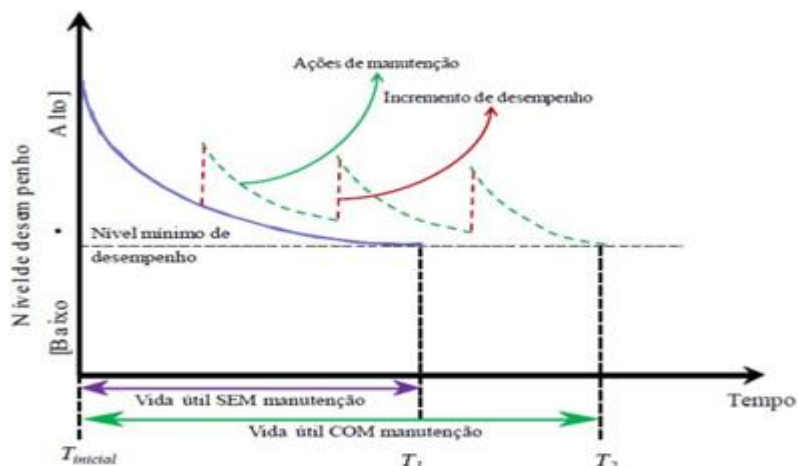
O uso de materiais inadequados pode comprometer seriamente a durabilidade e a segurança dos empreendimentos, resultando em falhas prematuras e risco para os usuários. De acordo com Helene e Pereira (2013), a escolha errada de materiais é uma das causas mais frequentes de manifestações patológicas, sendo muitas vezes associada à falta de controle de qualidade e desconhecimento técnico. Materiais inadequados frequentemente levam a custos adicionais devido à necessidade de reparos e substituições, além de atrasos significativos no cronograma dos projetos (MEDEIROS; GUSMÃO, 2014). Além disso, segundo Souza e Ripper (1998), o uso de materiais não conformes pode comprometer o desempenho da edificação a longo prazo e gerar disputas legais e contratuais, que são custosas e demoradas para se resolver, impactando negativamente todas as partes envolvidas.

### 3.5 Utilização inadequada

Depois de concluído a obra, sendo usados materiais com qualidade e projetos de acordo com as especificações técnicas, mesmo assim pode acontecer de a edificação apresentar anomalias devido à utilização inadequada ou por não haver manutenção. Logo, o principal agente que gerou esse problema foi o próprio usuário, seja por falta de conhecimento ou cuidado (SOUZA; RIPPER, 1998).

Com isso, pode-se observar a importância que é dada à manutenção em uma edificação, para assim aumentar sua vida útil. Na Figura 3, é possível comparar essa relação entre a vida útil com e sem manutenção.

Figura 3 - Desempenho com e sem manutenção



Fonte: POSSAN; DEMOLINER, 2013.

É fundamental que as construtoras entreguem aos proprietários o Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações, documento essencial para orientar os usuários — geralmente leigos em assuntos técnicos — sobre a forma correta de utilizar, conservar e manter os sistemas, componentes e instalações da edificação. Esse manual tem como objetivo prolongar a vida útil da construção, reduzir a ocorrência de falhas por mau uso e promover a segurança dos ocupantes (MEDEIROS; GUSMÃO, 2014). Sua elaboração deve considerar a linguagem acessível, com instruções claras e específicas para cada ambiente e sistema da edificação, conforme destacado por Helene e Pereira (2013), que enfatizam a importância da comunicação eficaz entre construtora e usuário final.

A elaboração desse manual está regulamentada pela ABNT NBR 14037:2021 – Manual de uso, operação e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação, que define os requisitos mínimos para seu conteúdo e forma (ABNT, 2021). Além disso, a ABNT NBR 15575 – Norma de Desempenho também reforça a obrigatoriedade da entrega desse documento como parte das exigências de desempenho das edificações habitacionais (ABNT, 2021). Dessa forma, o manual não é apenas uma boa prática, mas uma exigência normativa, que visa garantir o desempenho adequado da edificação ao longo do tempo, desde que os usuários sigam corretamente as recomendações nele contidas (SOUZA; RIPPER, 1998).

### 3.6 Sintomas

Os problemas patológicos na maioria das vezes apresentam manifestações externas com características particulares, o que proporciona a dedução de sua origem, natureza, mecanismos envolvidos no fenômeno e a suposição de suas prováveis consequências (HELENE, 1992).

O estudo desses sinais faz-se de interesse da sintomatologia e seu objetivo é identificar tal problema ou manifestação patológica. Para que seja feito um diagnóstico correto de uma manifestação patológica, é necessário, inicialmente, realizar uma inspeção visual a fim de coletar os dados e identificar todos os sintomas verificados, assim como a intensidade e localização (TUTIKIAN;PACHECO, 2013).

### 3.7 Causas

Segundo Souza e Ripper (1998), antes de possível prescrição, faz-se necessário o conhecimento e a análise das manifestações patológicas existentes para que se possa compreender as causas que levaram ao aparecimento das mesmas. Sem esse cuidado as ações de intervenções podem não ser assertivas, levando em pouco tempo a volta dessas manifestações patológicas.

As manifestações patológicas nas edificações podem ter causas internas ou externas. As causas internas estão relacionadas aos próprios elementos físicos da construção e podem surgir durante a execução ou ao longo da utilização da edificação, sendo decorrentes de falhas humanas, características dos materiais ou até acidentes. Já as causas externas não dependem dos materiais ou da execução, mas sim de agentes externos — como ações climáticas, variações de temperatura ou atmosferas agressivas — que atuam sobre os diversos sistemas da edificação ao longo do tempo, provocando danos tanto em elementos estruturais quanto em componentes não estruturais (SOUZA e RIPPER, 1998).

### 3.8 Principais tipos de manifestações patológicas

Existem várias maneiras de ocorrerem as manifestações patológicas, assim como podem se apresentar nas mais variadas intensidades. Logo, é preciso haver um diagnóstico apropriado, para posteriormente obter uma solução (SOUZA, 2021).

De acordo com Santos, Silva e Nascimento (2017), os principais problemas patológicos que mais se apresentam nas obras abrangem todo o sistema da edificação, incluindo elementos estruturais e não estruturais, e envolvem

manifestações como umidade, bolor, fissuras, trincas, rachaduras, eflorescência, corrosão de armaduras e degradação de materiais diversos, como o concreto, alvenarias e revestimentos.

### 3.8.1 Umidade

A umidade é um dos problemas mais complicados de serem solucionados na construção, devido a essas anomalias serem complexas e ainda não haver estudos suficientes sobre o tema (PERES, 2001). Costuma-se ter relação com apenas uma causa e podem se apresentar em várias partes das edificações, sejam nas paredes, fachadas, pisos, elementos de concreto, entre outros locais (SILVA; SALES, 2013).

Quando a umidade ocorre com frequência nos locais, causa manchas, principalmente devido à infiltração. Pode-se observar que onde costuma haver mais a presença dessa anomalia é nas vedações externas, visto que está em contato direto com as intempéries, com maior ou menor incidência de chuva e variação térmica.

A umidade, em maior ou menor intensidade surge a partir da ascensão capilar em elementos que estão em contato com solo úmido, nas lajes de cobertura que não foram impermeabilizadas corretamente e/ou nos revestimentos de paredes, quer seja pela ação da água da chuva, bem como vazamentos em tubulações de água fria, água servida ou águas pluviais. Diante disso, torna-se bastante evidente o aparecimento das manifestações patológicas através de manchas, que podem ou não aparecer junto com eflorescência ou vesículas, a desintegração do revestimento juntamente com pulverulência ou bolor nos locais onde o sol não atinge (MILITO, 2009). Portanto, ela é o principal causador do surgimento de eflorescências, mofo, bolor, ferrugem, perda do reboco, de pinturas e deterioração da estrutura de concreto armado, principalmente em edificações antigas, com armaduras já despassivadas (SOUZA, 2008).

### 3.9 Fissuras, trincas e rachaduras

As rachaduras, trincas e, principalmente, as fissuras que ocorrem nos revestimentos de piso, paredes e tetos e nos elementos estruturais de concreto armado são inerentes aos sistemas construtivos empregados na maioria das obras no Brasil.

O emprego de materiais frágeis de baixa resistência à tração, como concreto, blocos de concreto, cerâmica e gesso e revestimentos argamassados são susceptíveis a fissuração, mesmo quando os projetos atendem as recomendações das normas técnicas e as obras são executadas dentro dos padrões técnicos.

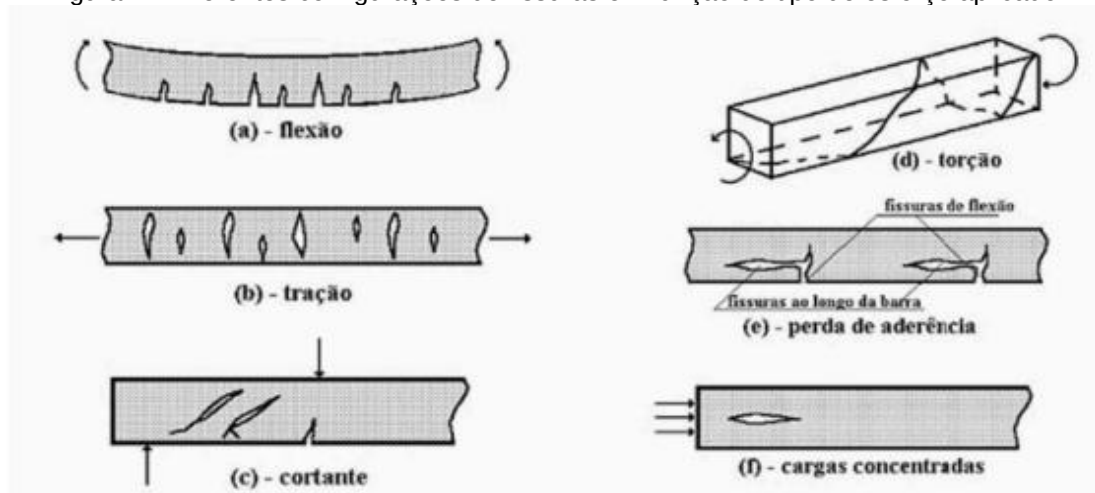
O importante é identificar as causas que induziram essas fissuras, trincas ou rachaduras, que na maioria das vezes, principalmente as fissuras tem como causas o surgimento de tensões parasitas, originadas de variações térmicas, retração por secagem e higroscópicas. Nesses casos não existe implicações estruturais, apenas desconforto estético.

O IBAPE/SP (2021) classifica anomalias na forma de fissuras, trincas ou rachaduras que surgem nos elementos estruturais da seguinte maneira:

- Fissura: é uma abertura que aparece na superfície de qualquer material sólido e cuja espessura é inferior a 0,5 mm.
- Trinca: é uma abertura que aparece na superfície de qualquer material sólido com espessura de 0,5 mm até 1 mm.
- Rachadura: é uma abertura que aparece na superfície de qualquer material sólido e cuja espessura é superior a 1 mm.

Souza e Ripper (1998) comentam que as principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são fissurações, trincas e rachaduras. Essas manifestações podem ter várias causas, como expansão do próprio concreto, pelo mecanismo de reação álcali-agregado ou formação de etringita tardia; pela expansão da armadura por corrosão. Além dessas causas citadas acima, afirmam que a ação de esforços não previstos na Figura 4, também podem originar essas anomalias.

Figura 4 - Diferentes configurações de fissuras em função do tipo de esforço aplicado.



Fonte: Souza e Ripper (1998)

### 3.10 Eflorescência

São formações salinas e bases que se depositam nas superfícies das alvenarias, revestimentos argamassados e cerâmicos ou no concreto. Geralmente esses sais e bases são substâncias que estão no próprio material e que são dissolvidos pela água que transpassa o material por meio de fissuras e trincas existentes, juntas e falhas de concretagem no concreto e argamassas. Essa água dissolve esses sais e bases e os transportam para a superfície e à medida que a água é evaporada, esses sais e bases se precipitam, se depositando próximo a essas falhas por onde a água percolou.

A percepção visual é forte no lugar onde há uma discrepância na cor entre os sais e bases e o substrato de bloco cerâmico vermelho. Quimicamente, a eflorescência é formada basicamente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio, solúveis ou parcialmente solúveis em água) (GRANATO, 2002).

Pode-se considerar que uma das principais causas da eflorescência, segundo Menezes (2006), são os sais solúveis facilmente encontrados nas matérias-primas. No quadro 01, descrita por Bauer (2001), são indicados os sais mais comuns em eflorescências, sua solubilidade em água e a fonte provável para seu aparecimento.

Quadro 1 – Sais mais comuns em eflorescências, sua solubilidade em água e a fonte provável para seu aparecimento

| Composição química            | Solubilidade em água | Fonte provável                                                               |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Carbonato de cálcio           | Pouco solúvel        | Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada          |
| Carbonato de magnésio         | Pouco solúvel        | Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.         |
| Carbonato de potássio         | Muito solúvel        | Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis  |
| Carbonato de sódio            | Muito solúvel        | Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis. |
| Hidróxido de cálcio           | Solúvel              | Cal liberada na hidratação do cimento.                                       |
| Sulfato de cálcio desidratado | Parcialmente Solúvel | Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo.                                   |
| Sulfato de magnésio           | Solúvel              | Tijolo e água de amassamento.                                                |
| Sulfato de cálcio             | Parcialmente solúvel | Tijolo e água de amassamento.                                                |
| Sulfato de potássio           | Muito solúvel        | Tijolo, água de amassamento e cimento                                        |
|                               |                      |                                                                              |
|                               |                      |                                                                              |
| Sulfato de sódio              | Muito solúvel        | Tijolo, água de amassamento e cimento.                                       |
| Cloreto de cálcio             | Muito solúvel        | Água de amassamento.                                                         |
| Cloreto de magnésio           | Muito solúvel        | Água de amassamento                                                          |
| Nitrato de magnésio           | Muito solúvel        | Solo adubado ou contaminado.                                                 |
| Nitrato de sódio              | Muito solúvel        | Solo adubado ou contaminado.                                                 |
| Nitrato de amônio             | Muito solúvel        | Solo adubado ou contaminado.                                                 |

Fonte: Bauer (2001)

### 3.11 Corrosão das armaduras

Para Bauer (1994), a corrosão é a transformação não intencional de um metal em seu óxido, através do contato desse metal com o oxigênio do ar atmosférico. Quando o óxido formado dessa reação do metal com o oxigênio é expansivo, solúvel e não aderente ao metal, como nos aços comuns, a pode haver a destruição relativamente rápida do elemento produzido desse metal.

De uma forma geral, a corrosão poderá ser compreendida como a deterioração de um material, por uma ação química ou eletroquímica com o ambiente em que esse metal está inserido. Para Helene (1992), corrosão é uma interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica.

No caso específico dos aços no interior do concreto (armaduras), o efeito da corrosão leva a destruição gradativa do aço, com aumento do seu volume de 8 a 10 vezes o volume original da barra, criando fortes tensões no concreto, que não suporta essas tensões, fissurando o concreto na direção das barras. Com a evolução da corrosão essas fissuras vão se transformando em trincas, expondo mais armaduras que vão perdendo seção e reduzindo a capacidade portante dos elementos estruturais afetados (NEVILLE, 1997).

### 3.12 Bolor ou mofo

O bolor é a manifestação patológica que causa manchas esverdeadas e escuras, por causa da umidade, temperatura e pH, fatores importantes para o surgimento destes fungos que são os agentes causadores do problema. Para tratar o problema caso esteja de forma superficial, é aplicada uma solução de 1/3 de água sanitária no local e feita a limpeza com auxílio de uma escova com cerdas duras. Caso esteja de forma profunda, será necessário refazer o local atingido pelo problema (MIOTTO, 2010).

### 3.13 Desagregação do concreto

Segundo Santos, Silva e Nascimento (2017, p. 79), “quando ocorre um ataque químico expansivo devido a componentes intrínsecos ao concreto ou pela baixa resistência do mesmo, há uma redução da massa, a qual denominamos de desagregação do concreto”.

Também pode ser definida como a separação física das placas de concreto, na qual promove a perda da sua funcionalidade de aglomerante do cimento e do engrenamento entre os agregados na pasta. Consequentemente, o elemento que se desagregar diminuirá a sua aptidão para resistir aos esforços que o solicitam, tanto de forma global como localizada (SOUZA; RIPPER, 1998).

Existem diversas condições que podem fazer com que cause a desagregação do concreto, dentre elas: fissuras, concreto sofrendo corrosão, ataques biológicos, movimentação das formas e a calcinação (TRINDADE, 2015).

### 3.14 Desplacamento

Nessas condições, o revestimento cerâmico leva consigo não somente as placas cerâmicas, mas também parte do emboço. O descolamento é causado pelo incremento da deficiência na aderência das ligações entre as camadas que constituem o sistema de revestimento. Este ocorre no decorrer do tempo, não sendo associado a uma queda imediata. O problema se manifesta através de um som cavo (oco). Em havendo a queda de placas cerâmicas, levando ou não consigo argamassa de assentamento ou mesmo parte do emboço, ocorre o que é denominado deslocamento (HELENE; PEREIRA, 2013; ABNT, 2020). Para um diagnóstico adequado, é importante conhecer primeiramente em que etapa do processo construtivo se originou a falha, onde ocorreu a ruptura. Face à gravidade deste problema, uma simples correção localizada muitas vezes não é suficiente para solucioná-lo (SOUZA; RIPPER, 1998).

O destacamento da placa cerâmica não está diretamente relacionado ao problema na própria placa; a causa pode ser, por exemplo, falta de treinamento de mão de obra, que pode não ter respeitado o tempo em aberto da massa colante (MEDEIROS; GUSMÃO, 2014). Os destacamentos são tipificados pela perda de aderência das placas ao substrato, ou também da argamassa colante, no momento em que surgem tensões que extrapolam o suporte de capacidade da aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço (ABNT, 2020).

Devido à probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo, esta patologia é considerada mais séria. Esse tipo de problema ocorre com maior frequência nos primeiros e últimos andares do edifício, devido às tensões

serem mais intensas nessas regiões (HELENE; PEREIRA, 2013). Entre as principais causas do deslocamento, podem ser citadas:

- Instabilidade do suporte, própria à acomodação da edificação total;
- Assentamento da argamassa colante sobre superfície suja ou com tempo de abertura vencido;
- Falta de detalhamento construtivo, como juntas e contravergas;
- Negligência ou imperícia da mão de obra;
- Variações de temperatura e deformação lenta da estrutura de concreto armado (ABNT, 2017; MEDEIROS; GUSMÃO, 2014).

### 3.15 Manutenção

Os mecanismos de manutenção planejados e regulares são essenciais para a proteção e eficácia da destinação da edificação. Evitam o aparecimento dos problemas e as deteriorações não esperadas, possibilitando suposição segura de gastos periódicos. Muitos problemas relacionados à durabilidade de um edifício podem ser tratados durante a sua construção. Pode-se dizer que a vida de um edifício tem duas fases: construção e uso. Durante a fase de uso, vários problemas começam a aparecer e alguns serviços serão necessários para, em certas situações, repor as condições originais, ou às vezes, fazer algum tipo de instalação que proporcione um melhor uso da construção (ROCHA, 2007).

Mais do que debater a prática ou não da manutenção em edificações, é essencial debater sobre a dualidade da manutenção preventiva versus manutenção corretiva. A manutenção preventiva deve ser entendida como um investimento a ser realizado em um bem que proporcionará maior durabilidade e menos gastos com manutenção corretiva do mesmo. Esse tipo de manutenção vem ganhando bastante evidência e importância entre os construtores e incorporadores por principal razão econômica, ou seja, de menor custo e reparo (CASTRO, 2007).

Por outro lado, a corretiva é mais comum nos casos graves de recuperação, ou seja, quando a edificação está impossibilitada de uso. As estruturas manifestam problemas oriundos de vários fatores, desde o erro nas elaborações do projeto até a ausência de manutenção. Esses aspectos, se não corrigidos de forma certa, podem deteriorar a estrutura, podendo até mesmo chegar ao desabamento (PINA, 2013).

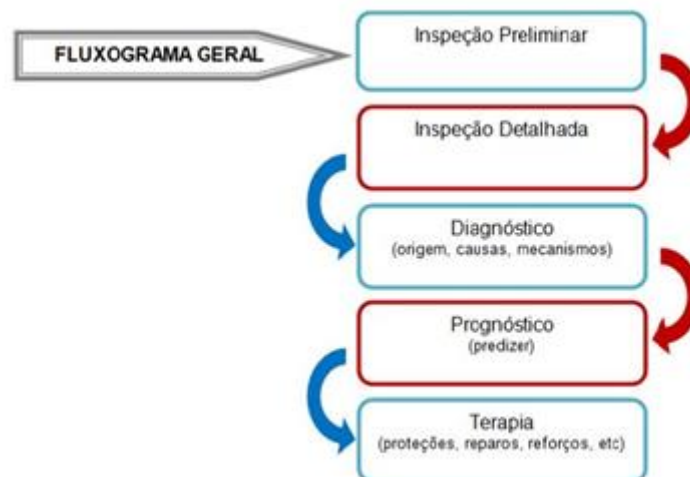
Assim, a manutenção deve ser entendida como uma ação planejada e preventiva de futuros problemas e não apenas como prática corretiva de problemas já ocorridos.

### 3.16 Diagnóstico e prognóstico

Inicialmente, para se realizar um diagnóstico correto, é necessário fazer uma inspeção visual detalhada, coletando informações e identificando os sintomas que forem vistos, bem como a sua localização. Às vezes, faz-se necessário a realização de ensaios e análise de projetos para auxiliar no diagnóstico. Posterior à coleta de todos os materiais possíveis sobre os aspectos apresentados pela edificação, procede-se à análise dos dados e verifica a influência de tal informação no comportamento da construção. Além de experiência profissional, é fundamental um bom conhecimento teórico do comportamento estrutural e materiais. A partir dos dados obtidos, é possível diagnosticar o problema, sendo também necessário que o profissional apresente um prognóstico detalhando as consequências caso não seja feita a correção, como também a etapa de terapia a ser realizada (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

Na Figura 05, têm-se os passos indicando a análise que deve ser feita para esclarecer e interpretar a evidência do problema na edificação.

Figura 5 - Passos para analisar problemas patológicos nas edificações



Fonte: Andrade (1992)

O diagnóstico de um problema patológico não deve ser de imediato, mas sim, uma análise que considere a evolução do caso, pois o aspecto da manifestação pode mudar em um ou outro período. Após o diagnóstico, passa-se para a determinação da conduta a seguir, porém antes que seja tomada qualquer decisão, é necessário o prognóstico do caso, para isso o profissional irá basear-se em alguns parâmetros ao longo do tempo para alcançar alternativas de evolução da falha (TUTIKIAN; PACHECO, 2013). Os autores citam alguns parâmetros a serem considerados:

- Quadro de evolução natural do problema;
- Condições de exposição em que a edificação se encontra;
- Tipologia do problema;
- Tipo do terreno.

O grau de incerteza em uma terapia para solução de manifestação de patologia deverá ser apontado mediante a demonstração de eficiência do uso da mesma terapia em diagnósticos semelhantes. Dentre as alternativas de intervenção, deve ser escolhida a que mostrar, após comparação com as outras, possuir um equilíbrio melhor entre os custos para a intervenção e beneficiamento da vida útil do edifício, devendo também ser levado em conta se existe disponibilidade tecnológica para realização do serviço, tornando-o factível (LICHTENSTEIN, 1986).

Este estudo é importante ser realizado em casos simples, como também em problemas mais complexos, pois muitas vezes a solução utilizada é praticamente remota, porém as medidas devem ser desenvolvidas optando por controle da situação em que a mesma não venha a piorar.

### 3.17 Normas e legislações vigentes

Segundo a NBR 12722 (ABNT, 1992), que trata sobre a discriminação de serviços para construção de edifícios, em um dos seus tópicos aborda a importância da vistoria preliminar feita por um profissional habilitado tecnicamente, que ocorre quando obtiver a necessidade de conservar o interesse sobre as propriedades ao redor da obra que será executada, resultando nos seguintes documentos: planta de localização das edificações e logradouros, juntamente a um relatório que conste detalhadamente qualquer informação necessária para cada caso.

Assim como também, a Norma de Inspeção Predial Nacional (2012) trata da análise sistêmica da edificação, que também é realizada por profissionais preparados e habilitados. Diante disso, tem a função de apontar melhorias técnicas para a manutenção dos sistemas e verificar as não conformidades existentes, além de classificá-las de acordo com sua origem e grau de risco.

Além dessas normas, destaca-se a ABNT NBR 16747:2020, que estabelece diretrizes para a realização da inspeção predial em edificações de qualquer tipologia e uso. Essa norma tem como objetivo padronizar os procedimentos de vistoria, avaliação e diagnóstico das condições técnicas, de manutenção e operação das edificações, sempre com base em uma análise predominantemente sensorial. Ela reforça a necessidade da atuação de profissionais legalmente habilitados para conduzir as inspeções, e estabelece que as anomalias identificadas devem ser classificadas quanto à gravidade, urgência e tendência de agravamento, podendo, inclusive, utilizar a matriz GUT como ferramenta de priorização. Assim, a NBR 16747:2020 contribui de forma significativa para a segurança, durabilidade e funcionalidade das edificações, promovendo uma cultura de manutenção preventiva e gestão técnica do patrimônio construído.

### 3.18 Matriz GUT – Gravidade, Urgência e Tendência

A Matriz GUT foi criada por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, na década de 80, tinha como propósito ajudar na resolução de problemas complexos das indústrias americanas e japonesas. É uma ferramenta da qualidade utilizada para a priorização de tomadas de decisões. Por isso, é também conhecida como Matriz de Prioridades (NAPOLEÃO, 2019).

A utilização do Método GUT são características pertinentes aos desastres, sendo possível afirmar que é uma ferramenta de planejamento estratégico que ajuda na tomada de decisões em conformidade com a área de gestão de risco, as variáveis envolvidas de gravidade, urgência e tendência são significativas a considerar quando se qualificam problemas relacionados a esse campo (FÁVERI; SILVA 2016).

Periard (2011) relata três passos para montar a Matriz GUT, a saber: Primeiro passo: resulta em listar todos os problemas relativos ao que será realizado no seu ambiente de pesquisa, e consequentemente avaliá-los seguindo os três aspectos principais baseados nas definições abaixo:

Quadro 2 - Aspectos principais da matriz GUT

| Aspectos         | Definição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gravidade</b> | Representa o impacto do problema analisado caso ele venha a acontecer. É analisado sobre alguns aspectos, como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. Analisando sempre seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema em questão não seja resolvido;                                                                     |
| <b>Urgência</b>  | Representa o prazo, o tempo disponível ou necessário para resolver um determinado problema analisado. Quanto maior a urgência, menor será o tempo disponível para resolver esse problema. É recomendado que seja feita a seguinte pergunta: “A resolução deste problema pode esperar ou deve ser realizada imediatamente?”;                         |
| <b>Tendência</b> | Representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo. É a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema. Recomenda-se fazer a seguinte pergunta: “Se eu não resolver esse problema agora, ele vai piorar pouco a pouco ou vai piorar bruscamente?”. |

Fonte: Periard (2011)

Segundo Passo: o segundo passo é a atribuição de uma nota para cada problema característico, essa nota é estabelecida seguindo a escala em ordem crescente de 1 a 5. O autor cita, por exemplo, um problema que seja extremamente grave, urgentíssimo e com altíssima tendência a piorar com o passar do tempo, da forma que sua gravidade teria nota igual a 5, sua urgência nota 5 e tendência também nota 5.

Após atribuição da nota seguindo os três principais aspectos, deve ser multiplicado o valor final de cada aspecto visto e sua resultante definirá o estado de prioridade daquele problema. Para o exemplo citado acima, o cálculo é feito da seguinte forma:

$$(G) \times (U) \times (T)$$

O produto dessa multiplicação seria uma nota máxima de 125 pontos, ou seja, o agente de prioridade deste problema, segundo a Matriz GUT, equivale a 125. A comparação com os outros problemas que forem listados irá apontar se o mesmo é ou não o de maior necessidade a ser agredido. A recomendação dada por Periard é

que sejam levados em conta os seguintes fatores antes que seja atribuída a nota, a fim de diminuir a subjetividade no momento de atribuição:

Quadro 3 - Critérios relevantes para pontuação

| Nota | Gravidade          | Urgência                 | Tendência<br>("se nada for feito...") |
|------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 5    | extremamente grave | precisa de ação imediata | irá piorar rapidamente                |
| 4    | muito grave        | é urgente                | irá piorar em pouco tempo             |
| 3    | grave              | o mais rápido possível   | irá piorar                            |
| 2    | pouco grave        | pouco urgente            | irá piorar a longo prazo              |
| 1    | Sem gravidade      | Pode esperar             | não irá mudar                         |

Fonte: Periard (2011)

#### 4 METODOLOGIA

Nesta etapa será feita a descrição do procedimento da pesquisa e os instrumentos que serão utilizados. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um estudo de caso e levantamento de uma revisão bibliográfica para melhor compreensão do tema, a fim de identificar as principais anomalias.

A metodologia adotada neste estudo permite identificar os elementos construtivos mais comprometidos, o que contribui para o uso eficiente dos recursos disponíveis e para a priorização das intervenções mais urgentes. Para isso, é utilizada a Matriz GUT como ferramenta de apoio à tomada de decisão, a qual permite hierarquizar os problemas de acordo com os critérios de Gravidade, Urgência e Tendência. Para Meireles (2001), o grande diferencial do Método GUT, em relação a outros do gênero, é sua fácil utilização e simplicidade, bem como sua característica de poder atribuir valores para cada situação de maneira objetiva. Foi utilizada uma avaliação em ordem crescente de 1 a 1000, com a maior nota sendo de 1000 para maior gravidade, urgência e tendência.

A inspeção foi realizada por meio de visitas técnicas à edificação, conduzidas pelo autor deste trabalho em conjunto com uma engenheira especialista. A suspeita inicial de Reação Álcali-Agregado (RAA) foi investigada por meio da coleta de amostras de concreto, que foram encaminhadas à Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) para análise laboratorial. Embora não tenha sido identificado gel característico da RAA, os resultados confirmaram a presença de etringita tardia,

indicando a ocorrência de reações sulfáticas internas, responsáveis por processos de expansão e degradação do concreto.

#### 4.1 Materiais utilizados no levantamento dos dados

As condições atuais da edificação serão identificadas e analisadas por meio de visitas ao local, visando a constatação das anomalias construtivas existentes e das possíveis falhas de manutenção encontradas durante a inspeção visual. Em seguida, será realizado o levantamento dos dados utilizando equipamentos básicos, como câmera fotográfica e lupa.

A câmera do smartphone Samsung M54 de 2023 será usada para registrar as manifestações patológicas presentes no edifício.

A vistoria ora realizada não tem como objetivo a realização de ensaios laboratoriais, no entanto, foram realizados: ensaio a percussão, com auxílio do equipamento martelo de borda plástica ABS modelo 40670031 e marca Tramontina, nas fachadas e inspeção em 3 fundações, restringindo-se a análise tátil e visual dos subsistemas da edificação, consoante o nível 1 de inspeção, segundo a Norma de Inspeção Predial do IBAPE: imóveis simples ou restrita a uma especialidade, sem necessidade de equipe multidisciplinar para a sua realização, haja vista que o imóvel não apresenta nenhum risco iminente de colapso das estruturas, porém, deve-se notar que algumas manifestações patológicas identificadas estão em evolução, necessitando de uma intervenção imediata.

#### 4.2 Procedimentos metodológicos

A metodologia do Relatório Técnico segue Normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Normas do IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia.

Foi adotado o procedimento de inspeção, ferramenta adequada de Avaliação da Engenharia Diagnóstica, sendo entendida como Inspeção a análise técnica do fato e verificação sob a ótica da manutenção predial a ser exercida pela gestão do condomínio." Segundo Vieira (2016), a inspeção predial é uma atividade fundamental para a identificação precoce de problemas e para garantir a longevidade das edificações (Vieira, 2016, p. 102).

A inspeção não teve acesso a locais e equipamentos que dependessem de desmontagem, técnicas ou procedimentos invasivos ou do uso de ferramentas ou equipamento especializado. A inspeção procede ao diagnóstico das anomalias construtivas e falhas de manutenção que interferem e prejudicam o estado de utilização do prédio e suas instalações, tendo como objetivo verificar os aspectos de desempenho, vida útil, utilização e segurança que tenham interface direta com os usuários. Em todos os itens, na classificação quanto à criticidade, foi utilizado parâmetro de classificação de riscos da norma de inspeção predial do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícia, 2012), apresentado a seguir:

- **CRÍTICO:** Relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata.
- **REGULAR:** Relativo ao risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização, recomendando programação e intervenção no curto prazo.
- **MÍNIMO:** Relativo a pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário, recomendando programação e intervenção no médio prazo.

As vistorias foram realizadas de forma visual, sendo as fachadas submetidas ao ensaio técnico em todas as fachadas com auxílio do rapel, visando determinar uma análise quantitativa e qualitativa dos revestimentos cerâmicos que se encontravam descolados da fachada, ensaio este denominado Ensaio a Percussão. O objetivo do ensaio não destrutivo de percussão é verificar as condições de aderência do revestimento. Consiste na aplicação de impactos leves com martelo de cabeça de plástico sobre a superfície, as falhas nos revestimentos são diagnosticadas nas regiões com sons cavos. O profissional qualificado deve ser orientado e certificado quanto ao trabalho em altura de acordo com a NR 35 para execução do ensaio, utilizando equipamentos como cadeira suspensa para a inspeção de todos os panos de fachadas (PACHECO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização da área de estudo e histórico

Trata-se de um empreendimento constituído por 01 torre com 21 pavimentos, sendo:

- Subsolo c/ garagem;
- Térreo (Pilotis);
- 15 Pavimentos Tipo;
- 01 Pavimento Triplex;
- 01 Coberta.

Quadro 4 - Dados de implantação da edificação analisada nesse estudo

|                     |                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                          |
| Endereço:           | Avenida Bernardo Vieira de Melo, nº 6447 - Jaboatão dos Guararapes/PE<br>CEP: 54.450-020 |
| Coordenadas:        | Latitude: 8° 12' 45"S<br>Longitude: 34° 55' 10"W                                         |
| CNPJ:               | 40.812.927/0001-40                                                                       |
| Ano de inauguração: | 1991                                                                                     |
| Data da inspeção:   | de Julho a Setembro de 2023                                                              |

Fonte: O autor (2024)

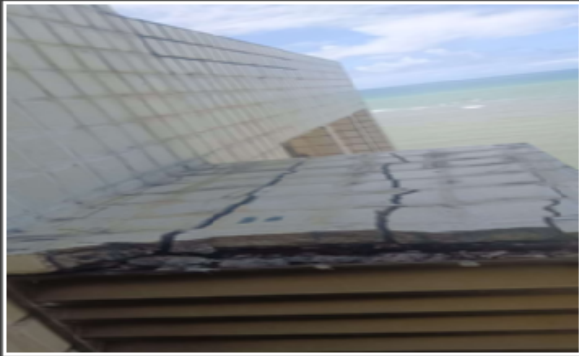
O condomínio não informou histórico de intervenções de manutenção anteriores. Em razão da idade da edificação, os problemas constatados têm como origem falhas de manutenção, que são de responsabilidade dos usuários/condomínio e devem ser resolvidos mediante intervenções de engenharia e/ou manutenção corretiva.

5.2 Definição e conduta das manifestações patológicas identificadas

Os estudos apresentados neste trabalho foram realizados por meio de uma inspeção visual dos problemas patológicos e indicaram as manifestações patológicas predominantes na edificação, suas prováveis causas e sugestões de reparos, conforme as tabelas a seguir. Além disso, os dados desta vistoria e a análise realizada

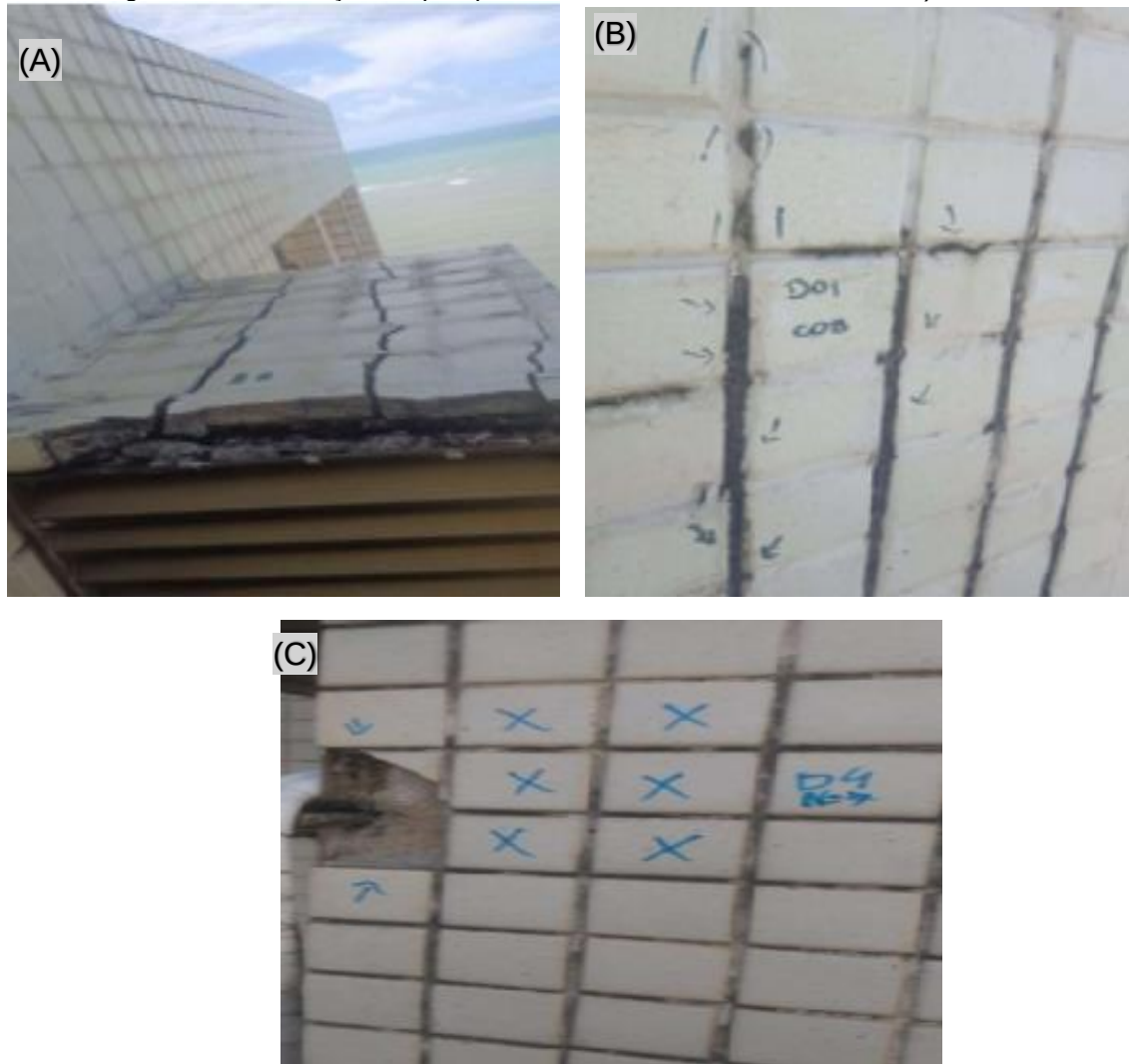
forneeceram informações importantes para a aplicação do método GUT nesse trabalho. Para cada problema foi atribuída uma nota, levando em consideração a gravidade do problema, a urgência e a tendência com que se repete. Ao todo, são apresentadas 6 quadros com diferentes anomalias que foram encontradas na edificação.

Quadro 5 – Manifestações patológicas 01, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|------|
|        | DIAGNOSTICO                                                                                                                                                                                                                       |                         | LOCALIZAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |                   |      |
|                                                                                         | DESCOLAMENTO/DESTACAMENTO DO REVESTIMENTO                                                                                                                                                                                         |                         | FACHADA SUL - D01 - COBERTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |                   |      |
|                                                                                         | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                                                                                                                                                                                                            |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| REVESTIMENTO COM CARACTERÍSTICA DE DESCOLAMENTO/DESPLACAMENTO E RISCO DE QUEDA IMINENTE |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| ITEM Nº:                                                                                | DATA DA VISTORIA                                                                                                                                                                                                                  | SISTEMA                 | SUB-SISTEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MATERIAL                           |                   |      |
| 1                                                                                       | 28/07/2023                                                                                                                                                                                                                        | REVESTIMENTO DE FACHADA | REVESTIMENTO CERÂMICO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CERÂMICA                           |                   |      |
| SUB-ITEM                                                                                | DIAGNÓSTICO                                                                                                                                                                                                                       |                         | CAUSA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RECOMENDAÇÃO                       |                   |      |
| 1.1                                                                                     | DESCOLAMENTO/DESPLACAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO                                                                                                                                                                               |                         | FALHA NA EXECUÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| 1.2                                                                                     | PRESENÇA DE SUJIDADES NO REVESTIMENTO                                                                                                                                                                                             |                         | FALHA NA MANUTENÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| 1.3                                                                                     | FISSURAS EXISTENTES NO REVESTIMENTO ARGAMASSADO E NO SILICONE DAS ESQUADRIAS                                                                                                                                                      |                         | FALHA NA EXECUÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| 1.4                                                                                     | FALHAS PONTUAIS NO REJUNTE                                                                                                                                                                                                        |                         | FALHA NA MANUTENÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| 1.5                                                                                     | REVESTIMENTO CERÂMICO QUEBRADO/DANIFICADO                                                                                                                                                                                         |                         | FALHA NA EXECUÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| ORIGEM DA PATOLOGIA                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| TIPO                                                                                    | CLASSIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                     |                         | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                   |      |
| FALHAS                                                                                  | DE PLANEJAMENTO                                                                                                                                                                                                                   |                         | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |                                    |                   |      |
| GRAU DE RISCO                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| CRÍTICO                                                                                 | Pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada. |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA)                              |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| PONTUAÇÃO                                                                               | GRAVIDADE                                                                                                                                                                                                                         |                         | URGÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    | TENDÊNCIA         |      |
|                                                                                         | Grau                                                                                                                                                                                                                              | Peso                    | Grau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Peso                               | Grau              | Peso |
| 1000                                                                                    | TOTAL                                                                                                                                                                                                                             | 10                      | TOTAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10                                 | TOTAL             | 10   |
|                                                                                         | PERDA DE VIDAS HUMANAS, DO MEIO AMBIENTE OU DO PRÓPRIO EDIFÍCIO                                                                                                                                                                   |                         | EVENTO EM OCORRÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |
| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA                                        |                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    | IMEDIATO          |      |

As imagens fotográficas apresentam manifestações patológicas no revestimento cerâmico (perda de aderência na fachada, trincas, falha no rejuntamento e revestimento com som cavo). O problema indica que seja aplicação inadequada da argamassa de assentamento, por exemplo, tempo de abertura vencido, falta de uniformidade na aplicação.

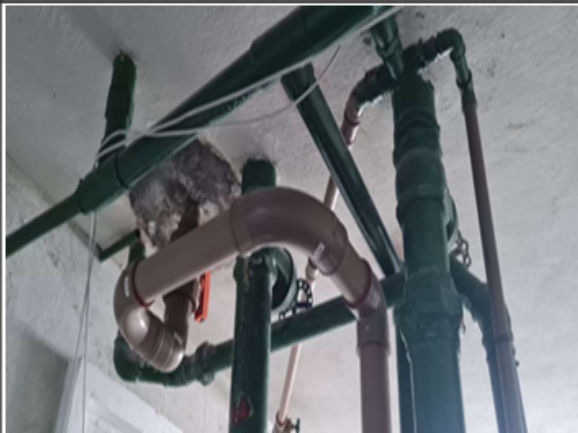
Figura 6- Manifestação 01 (Desplacamento do revestimento cerâmico)



Fonte: Autor (2023).

As Figuras 6A, 6B e 6C evidenciam diferentes aspectos desse tipo de patologia, como o destacamento parcial ou total das peças, fissuras na argamassa de assentamento e indícios de falha na aderência entre o revestimento e a base.

Quadro 6 - Manifestações patológicas 02, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                   |                                        |  |             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|-------------|--|
|  | DIAGNOSTICO                            |  | LOCALIZAÇÃO |  |
|                                                                                   | EFLORESCÊNCIA EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS |  | BARRILETE   |  |
|                                                                                   | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                 |  |             |  |
| EFLORESCÊNCIA OCASIONADA DEVIDO A PRESENÇA DE ÁGUA NO LOCAL                       |                                        |  |             |  |

| ITEM Nº: | DATA DA VISTORIA | SISTEMA      | SUB-SISTEMA | MATERIAL |
|----------|------------------|--------------|-------------|----------|
| 127      | 04/08/2023       | EQUIPAMENTOS | TUBULAÇÕES  | 0        |

| SUB-ITEM | DIAGNÓSTICO                          | CAUSA             | RECOMENDAÇÃO                       |
|----------|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 127.1    | EFLORESCÊNCIA EM ELEMENTO ESTRUTURAL | FALHA NA EXECUÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 127.2    | FISSURAS EM ELEMENTO DE ESTRUTURAL   | FALHA NA EXECUÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 127.3    | MANCHAS DE UMIDADE                   | FALHA NA EXECUÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
|          |                                      |                   |                                    |
|          |                                      |                   |                                    |

| ORIGEM DA PATOLOGIA |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO                | CLASSIFICAÇÃO   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| FALHAS              | DE PLANEJAMENTO | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |

| GRAU DE RISCO |                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REGULAR       | Pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização. |

| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA) |                                                            |      |                      |      |                   |      |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|-------------------|------|
| PONTUAÇÃO                                                  | GRAVIDADE                                                  |      | URGÊNCIA             |      | TENDÊNCIA         |      |
|                                                            | Grau                                                       | Peso | Grau                 | Peso | Grau              | Peso |
| 600                                                        | MÉDIA                                                      | 6    | TOTAL                | 10   | TOTAL             | 10   |
|                                                            | DESCONFORTOS, DETERIORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE OU DO EDIFÍCIO |      | EVENTO EM OCORRÊNCIA |      | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |

| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA |  |  |  | 180 DIAS |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|----------|--|
|--------------------------------------------------|--|--|--|----------|--|

Figura 7- Manifestação 02 (Eflorescência)



Fonte: Autor (2023).

A imagem aponta a presença de depósitos de cor branca na superfície do revestimento e também mancha de umidade.

As condições favoráveis para a formação desses depósitos no concreto são a coexistência de: água, sais solúveis em água e condições ambientais e de estrutura que possibilitem a percolação e evaporação da água. Assim, as eflorescências causam degradação estética nas paredes pintadas, pisos, teto e produto cerâmico. Os danos na aparência das construções intensificam-se quando há um contraste de cor entre os depósitos de sais e a alvenaria (SILVA, 2011).

Quadro 7 - Manifestações patológicas 03, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                   |                                                                        |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | DIAGNOSTICO                                                            | LOCALIZAÇÃO               |
|                                                                                   | FISSURAS E/OU TRINCAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS                         | SUBSOLO (DECK DA PISCINA) |
|                                                                                   | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                                                 |                           |
|                                                                                   | FISSURAS E/OU TRINCAS ENCONTRAM-SE APARENTES POR TODA EXTENSÃO DA VIGA |                           |

| ITEM N°: | DATA DA VISTORIA | SISTEMA             | SUB-SISTEMA | MATERIAL        |
|----------|------------------|---------------------|-------------|-----------------|
| 160      | 14/08/2023       | ESTRUTURA PRINCIPAL | VIGAS       | CONCRETO ARMADO |

| SUB-ITEM | DIAGNÓSTICO                           | CAUSA               | RECOMENDAÇÃO                       |
|----------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 160.1    | FISSURAS E/OU TRINCAS NO REVESTIMENTO | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 160.2    | SUJIDADES NO REVESTIMENTO             | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 160.3    | MANCHAS DE UMIDADE NO REVESTIMENTO    | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
|          |                                       |                     |                                    |
|          |                                       |                     |                                    |

| ORIGEM DA PATOLOGIA |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO                | CLASSIFICAÇÃO   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| FALHAS              | DE PLANEJAMENTO | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |

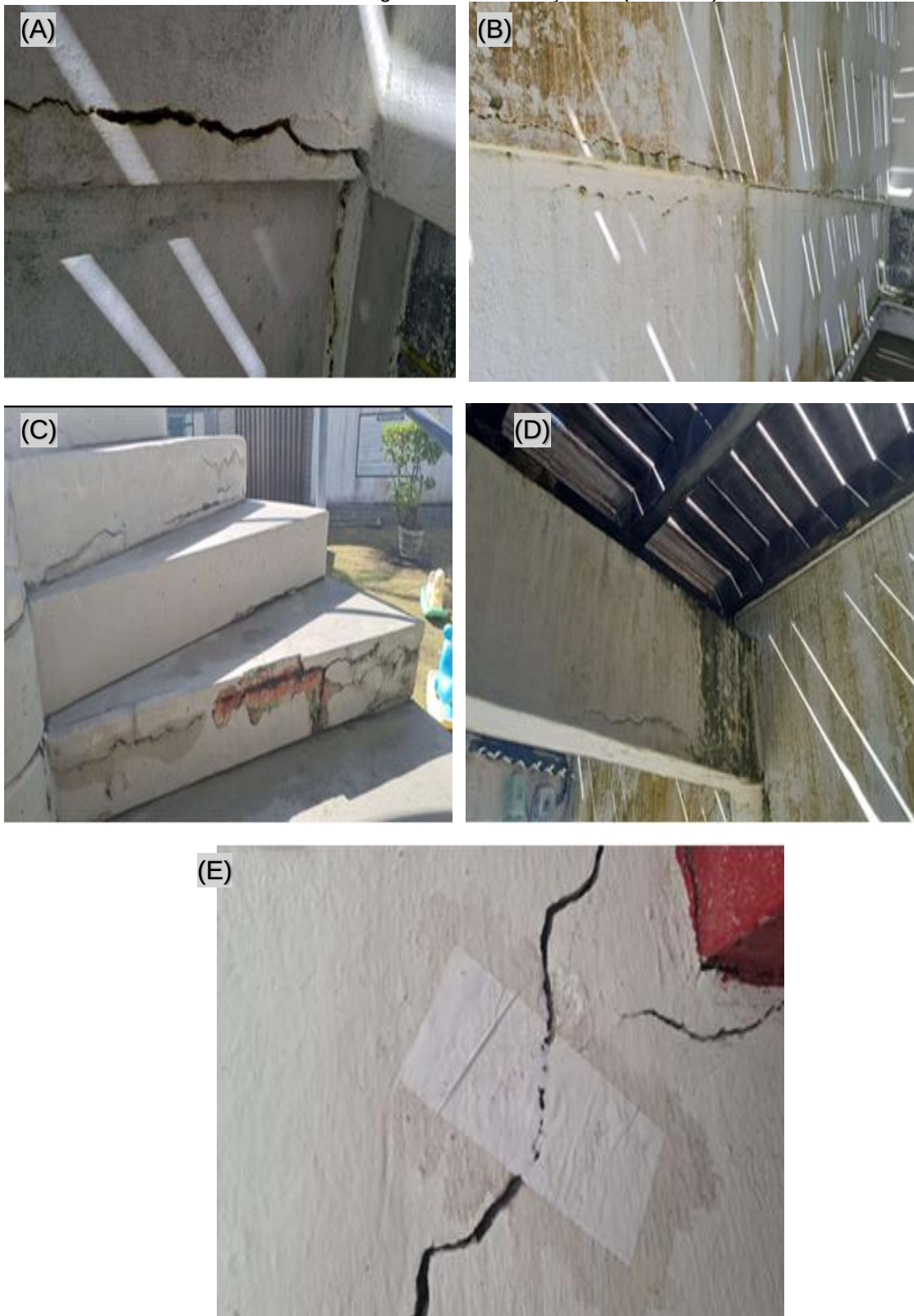
| GRAU DE RISCO |                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REGULAR       | Pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização. |

| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA) |
|------------------------------------------------------------|
|------------------------------------------------------------|

| PONTUAÇÃO | GRAVIDADE                                                  |      | URGÊNCIA             |      | TENDÊNCIA         |      |
|-----------|------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|-------------------|------|
|           | Grau                                                       | Peso | Grau                 | Peso | Grau              | Peso |
| 600       | MÉDIA                                                      | 6    | TOTAL                | 10   | TOTAL             | 10   |
|           | DESCONFORTOS, DETERIORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE OU DO EDIFÍCIO |      | EVENTO EM OCORRÊNCIA |      | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |

| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA | 90 DIAS |
|--------------------------------------------------|---------|
|--------------------------------------------------|---------|

Figura 8- Manifestação 03 (Fissuras)



Fonte: Autor (2023).

A figura 8 (A) mostra a manifestação patológica na parte inferior da viga (fissuras no sentido da armadura horizontal). A causa dessa anomalia pode ter sido excesso de carga e vibração da rampa, provocando esmagamento do concreto, sendo que a rampa é fixada na viga, ou devido a variações térmicas. Na figura 13 (E) foram detectadas fissuras na parede em direções aleatórias, que podem ser causadas pelo recalque do baldrame ou retração da viga ou da alvenaria.

Como citado por Storte (2004), os constituintes de uma construção estão sujeitos a variações térmicas, que provocam sua variação dimensional. Estes movimentos de dilatação e contração estão relacionados com suas propriedades físicas e variações de temperatura, gerando tensões que podem provocar trincas ou fissuras. As lesões verificadas em construções sob efeito dessas movimentações assumem diferentes intensidades e situações, por exemplo:

- Destacamento de argamassa;
- Destacamento entre alvenarias e estruturas;
- Fissuras ou trincas inclinadas em paredes com vínculo em pilares e vigas, expostos ou não à insolação;
- Fissuras ou trincas regularmente espaçadas em alvenarias ou concreto, com grandes vãos sem juntas;
- Fissuras ou trincas horizontais em alvenarias apoiadas em lajes submetidas a forte insolação.

Quadro 8 - Manifestações patológicas 04, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                   |                                              |  |                          |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--|--------------------------|--|
|  | DIAGNOSTICO                                  |  | LOCALIZAÇÃO              |  |
|                                                                                   | MANCHAS DE UMIDADE EM REVESTIMENTOS EXTERNOS |  | SUBSOLO (PAREDE EXTERNA) |  |
|                                                                                   | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                       |  |                          |  |
| UMIDADE OCASIONANDO MANCHAS, MOFO/BOLOR E DESPREENDIMENTO DA PINTURA NO LOCAL     |                                              |  |                          |  |

| ITEM Nº: | DATA DA VISTORIA | SISTEMA                 | SUB-SISTEMA               | MATERIAL  |
|----------|------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| 181      | 14/08/2023       | REVESTIMENTO DE FACHADA | REVESTIMENTO DE ARGAMASSA | ARGAMASSA |

| SUB-ITEM | DIAGNÓSTICO                                | CAUSA               | RECOMENDAÇÃO                       |
|----------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 181.1    | MANCHAS DE UMIDADE NO REVESTIMENTO         | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 181.2    | MOFO/BOLOR EXISTENTE NO REVESTIMENTO       | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 181.3    | DESPREENDIMENTO DO REVESTIMENTO EM PINTURA | FALHA NA MANUTENÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
|          |                                            |                     |                                    |
|          |                                            |                     |                                    |

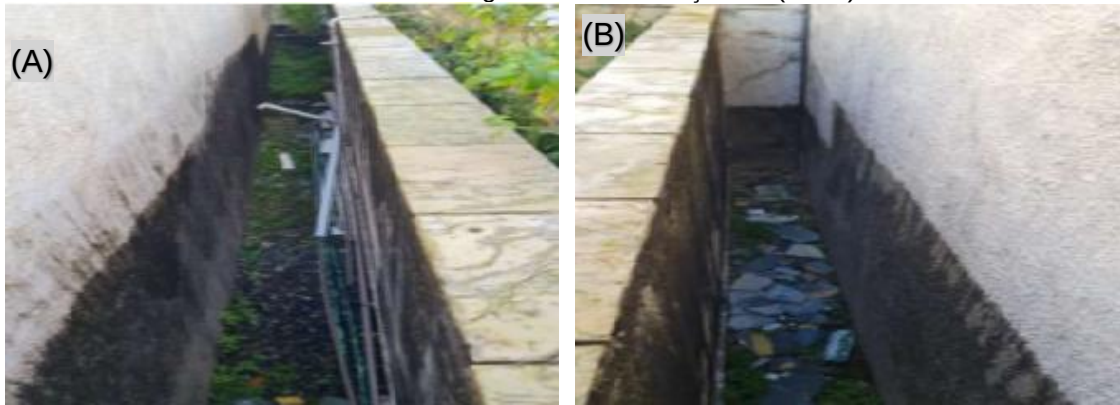
| ORIGEM DA PATOLOGIA |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO                | CLASSIFICAÇÃO   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| FALHAS              | DE PLANEJAMENTO | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |

| GRAU DE RISCO |                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REGULAR       | Pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização. |

| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA) |                                                            |      |                      |      |                   |      |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|-------------------|------|
| PONTUAÇÃO                                                  | GRAVIDADE                                                  |      | URGÊNCIA             |      | TENDÊNCIA         |      |
|                                                            | Grau                                                       | Peso | Grau                 | Peso | Grau              | Peso |
| 600                                                        | MÉDIA                                                      | 6    | TOTAL                | 10   | TOTAL             | 10   |
|                                                            | DESCONFORTOS, DETERIORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE OU DO EDIFÍCIO |      | EVENTO EM OCORRÊNCIA |      | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |

| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA |  |  |  | 180 DIAS |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|----------|--|
|--------------------------------------------------|--|--|--|----------|--|

Figura 9- Manifestação 04 (Bolor)



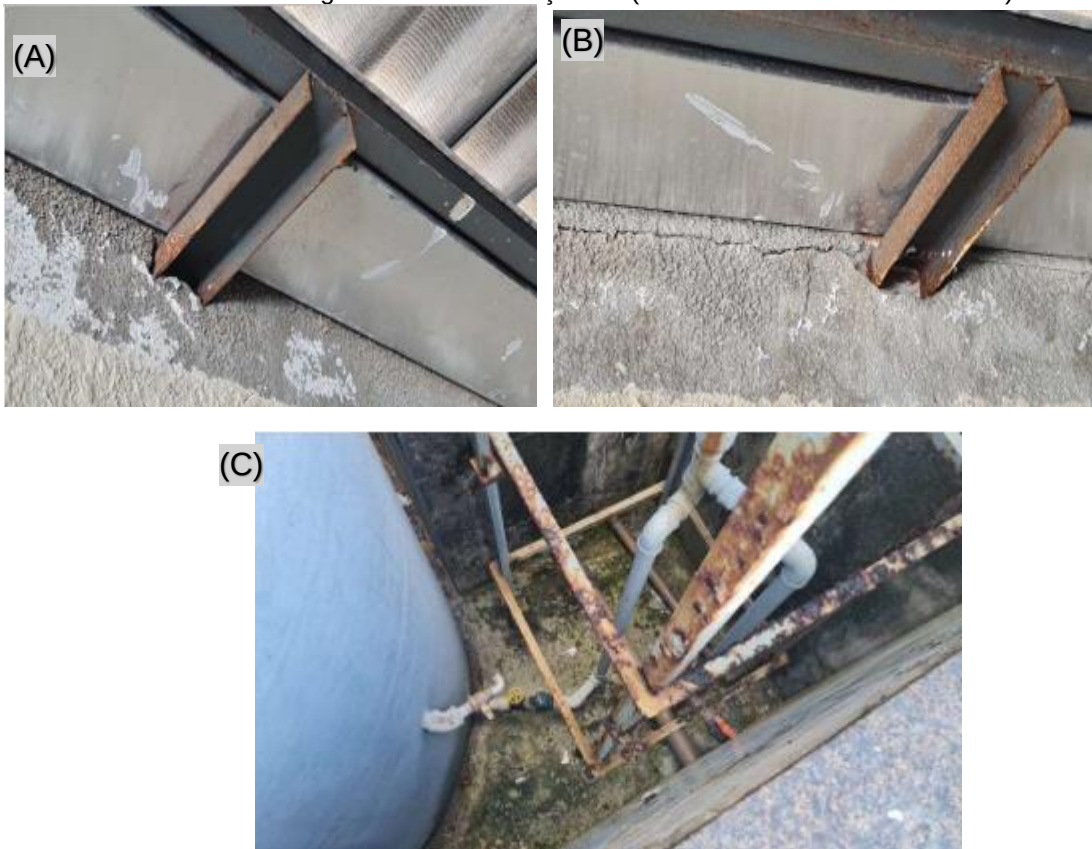
Fonte: Autor (2023).

A imagem se refere ao problema patológico (Bolor), sendo relacionada à presença de manchas de cores escuras em que a umidade e temperatura são decisivos para o aparecimento e aumento desse fungo. Podendo ser encontrado em diversos materiais que são utilizados na construção civil, como nos revestimentos. Outro problema do bolor diz respeito à estética, que pode até diminuir o valor da edificação.

Quadro 9 - Manifestações patológicas 05, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                   |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|------|
|  | DIAGNOSTICO                                                                                                                                                                                    |              | LOCALIZAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |                   |      |
|                                                                                   | CORROSÃO DE ARMADURA EM ELEMENTO METÁLICO                                                                                                                                                      |              | TÉRREO (COBERTA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |                   |      |
|                                                                                   | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                                                                                                                                                                         |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| O METAL ENCONTRA-SE EM PROGRESSO COM O AVANÇO DA CORROSÃO POR TODA SUA EXTENSÃO   |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| ITEM Nº:                                                                          | DATA DA VISTORIA                                                                                                                                                                               | SISTEMA      | SUB-SISTEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MATERIAL                           |                   |      |
| 218                                                                               | 14/08/2023                                                                                                                                                                                     | EQUIPAMENTOS | ENGATES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | METAL                              |                   |      |
| SUB-ITEM                                                                          | DIAGNÓSTICO                                                                                                                                                                                    |              | CAUSA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RECOMENDAÇÃO                       |                   |      |
| 218.1                                                                             | ARMADURAS COM CORROSÃO                                                                                                                                                                         |              | FALHA NA MANUTENÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
| 218.2                                                                             | FIAÇÕES EXPOSTAS E DESPROTEGIDAS                                                                                                                                                               |              | FALHA NA MANUTENÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |                   |      |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| ORIGEM DA PATOLOGIA                                                               |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| TIPO                                                                              | CLASSIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                  |              | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                   |      |
| FALHAS                                                                            | DE PLANEJAMENTO                                                                                                                                                                                |              | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |                                    |                   |      |
| GRAU DE RISCO                                                                     |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| REGULAR                                                                           | Pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização. |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA)                        |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                   |      |
| PONTUAÇÃO                                                                         | GRAVIDADE                                                                                                                                                                                      |              | URGÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    | TENDÊNCIA         |      |
|                                                                                   | Grau                                                                                                                                                                                           | Peso         | Grau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Peso                               | Grau              | Peso |
| 600                                                                               | MÉDIA                                                                                                                                                                                          | 6            | TOTAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10                                 | TOTAL             | 10   |
|                                                                                   | DESCONFORTOS, DETERIORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE OU DO EDIFÍCIO                                                                                                                                     |              | EVENTO EM OCORRÊNCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |
| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA                                  |                                                                                                                                                                                                |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    | 180 DIAS          |      |

Figura 10- Manifestação 05 (Corrosão de estrutura metálica)



Fonte: Autor (2023).

A figura 10 mostra corrosão generalizada na rampa em estrutura metálica. Hipótese do problema indica que pode ter sido provocado por falta de manutenção, por exemplo, aplicação da tinta anticorrosiva para proteção, como é visto que a estrutura fica exposta a intempéries (águas da chuva e de limpeza, sol e ventos) causando furos nas placas. Também foi observada a perda de aderência entre a rampa e a viga de suporte, foi constatado que o material utilizado para a ligação entre a rampa e a viga é frágil.

Segundo Castro (1999), o aço oxida quando em contato com gases nocivos ou umidade, necessitando de cuidados para prolongar sua durabilidade. A inspeção predial é fonte de informação para a manutenção, apresentada por meio do levantamento da anomalia com informações do estado de conservação da edificação, falhas de manutenção ou ausência de manutenção preventiva, derivando numa possível degradação acelerada da estrutura, que pode comprometer a sua segurança.

Quadro 10 - Manifestações patológicas 06, causas e terapia sugerida

| ITEM VISTORIADO                                                                   |                                                                  |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
|  | DIAGNOSTICO                                                      | LOCALIZAÇÃO    |
|                                                                                   | FISSURAS E/OU TRINCAS PRESENTES NO BLOCO DE FUNDAÇÃO             | FUNDAÇÕES (F1) |
|                                                                                   | DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA                                           |                |
|                                                                                   | FISSURAS E/OU TRINCAS QUE ACARRETAM PERDA DE DESEMPENHO DO BLOCO |                |

| ITEM Nº: | DATA DA VISTORIA | SISTEMA             | SUB-SISTEMA | MATERIAL        |
|----------|------------------|---------------------|-------------|-----------------|
| 293      | 12/09/2023       | ESTRUTURA PRINCIPAL | BLOCOS      | CONCRETO ARMADO |

| SUB-ITEM | DIAGNÓSTICO                        | CAUSA             | RECOMENDAÇÃO                       |
|----------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 293.1    | PRESENÇA DE ESTRUTURAS IRREGULARES | FALHA NA EXECUÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
| 293.2    | PRESENÇA DE MATERIAL ORGÂNICO      | FALHA NA EXECUÇÃO | REALIZAR MANUTENÇÃO CONFORME LAUDO |
|          |                                    |                   |                                    |
|          |                                    |                   |                                    |
|          |                                    |                   |                                    |

| ORIGEM DA PATOLOGIA |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO                | CLASSIFICAÇÃO   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| FALHAS              | DE PLANEJAMENTO | Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução. |

| GRAU DE RISCO |                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CRÍTICO       | Pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada. |

| MATRIZ DE PRIORIDADE GUT (GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA) |
|------------------------------------------------------------|
|------------------------------------------------------------|

| PONTUAÇÃO | GRAVIDADE                                                       |      | URGÊNCIA             |      | TENDÊNCIA         |      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|-------------------|------|
|           | Grau                                                            | Peso | Grau                 | Peso | Grau              | Peso |
| 1000      | TOTAL                                                           | 10   | TOTAL                | 10   | TOTAL             | 10   |
|           | PERDA DE VIDAS HUMANAS, DO MEIO AMBIENTE OU DO PRÓPRIO EDIFÍCIO |      | EVENTO EM OCORRÊNCIA |      | EVOLUÇÃO IMEDIATA |      |

| PRAZO MÁXIMO SUGERIDO PARA CORREÇÃO DA PATOLOGIA | IMEDIATO |
|--------------------------------------------------|----------|
|--------------------------------------------------|----------|

Figura 11- Manifestação 06 (Fissuras no bloco da fundação)



Fonte: Autor (2023).

Foi identificada presença de fissuras no bloco da fundação, diante disso realizaram-se testemunhos do concreto para avaliação da durabilidade deste material com ênfase na ocorrência de reações expansivas. O objetivo é contribuir com subsídios técnicos para a investigação de possíveis ocorrências de produtos referentes a manifestações patológicas como, por exemplo, ataque por sulfatos e reação álcali-agregado (RAA). Tendo em vista que uma análise preliminar colocou em suspeita a presença de sulfatos, é oportuno conceituar os tipos de etringita passíveis de formação no concreto.

- **Etringita primária:**

Durante a hidratação do cimento Portland, forma-se a etringita primária, resultante de reações esperadas de hidratação de alguns dos componentes anidros do cimento.

Ela se forma rapidamente quando o concreto é ainda plástico por reação do C3A com o retardador da pega (sulfato de cálcio) e não tem ação expansiva, se transformando rapidamente em monossulfoaluminato de cálcio pela diminuição da

concentração de sulfatos. Tanto a etringita primária quanto o monossulfoaluminato, a forma mais estável, não causam nenhuma manifestação patológica.

Após a adição da água ao cimento, o sulfato de cálcio, pré-adicionado ao cimento anidro, geralmente em teores entre 3 e 4%, reage com o C3A em estágio inicial de hidratação, formando uma película pouco solúvel de etringita, que não permite de imediato a hidratação completa do C3A, que caso ocorresse implicaria no endurecimento prematuro do concreto, impedindo sua aplicação. Com o progresso da hidratação, a película de etringita é destruída, com a fase aquosa hidratando o C3A e a fase sulfática, acelerando a hidratação dos silicatos cálcicos, levando à pega e ao endurecimento do concreto.

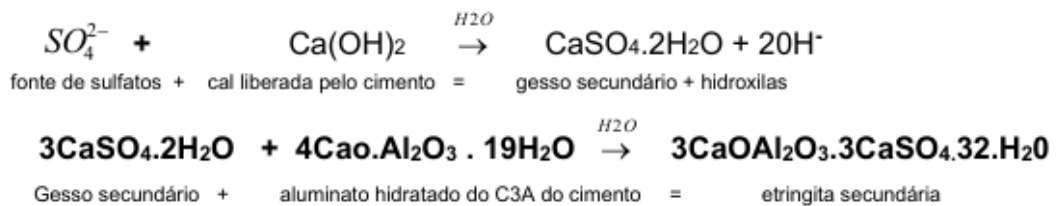
Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2020), esse processo é controlado para evitar manifestações patológicas, e a etringita formada nessa fase não provoca expansões deletérias (ABCP, 2020).

- **Etringita secundária:**

Quando a estrutura de concreto endurecido estiver em contato com águas e solos contendo sulfatos, pode haver formação da chamada etringita secundária. Ela geralmente causa expansão, com manifestações patológicas no concreto, como o aparecimento de fissuras, que facilitam a entrada de outros agentes agressivos ao concreto. Efetivamente, o ataque da pasta de cimento por águas sulfatadas é bastante conhecido, ocorre ao longo de anos e, se medidas preventivas não forem tomadas, resulta no comprometimento da obra, decorrente da expansão causada pela formação desse componente deletério.

Embora o mecanismo efetivo do ataque do concreto por sulfatos não esteja totalmente esclarecido até hoje, os pesquisadores são unânimes em considerar que as fases de aluminato de cálcio do clínquer são as principais responsáveis pelo fenômeno. Esse tipo de degradação é reconhecido na literatura técnica como uma das causas mais importantes de fissuração por reações expansivas, especialmente em estruturas sujeitas a exposição prolongada a ambientes sulfatados (ABCP, 2020). BAKKER sugere a seguinte reação genérica do ataque dos sulfatos:

Figura 13 – Reação genérica do ataque dos sulfatos



Fonte: Laudo ABCP (2024)

- **Etringita tardia:**

A etringita tardia, um outro tipo de etringita, é resultante não de fontes externas de sulfatos, mas sim dos sulfatos contidos internamente no próprio concreto. A etringita tardia também é conhecida por D.E.F., derivado do termo inglês “Delayed Etringite Formation” e se forma a longo prazo. Assim, as fontes de formação da etringita tardia são os sulfatos contidos no clínquer, nos agregados, na água de amassamento e em eventuais aditivos ou adições. Mas, somente essas fontes não são geralmente suficientes para formar a etringita tardia. A principal causa da DEF é uma elevação de temperatura (> 65°C) durante a fase plástica e nas idades iniciais do concreto, que resulta numa maior adsorção dos sulfatos pelo C-S-H, que depois é liberado ao longo do tempo.

A Tabela abaixo apresenta a caracterização de uma amostra de argamassa coletada em área com manifestações patológicas. No item referente aos aspectos gerais, observa-se que a argamassa possui cor cinza, distribuição heterogênea dos constituintes e aspecto argamassado, com aderência entre a argamassa e o agregado gráúdo variando de boa a regular. Quanto à porosidade macroscópica, foi classificada como medianamente porosa a porosa, contendo poros milimétricos e submilimétricos. A amostra mostrou-se compacta e bem adensada, embora com presença de fraturamentos. Nos aspectos relativos às manifestações patológicas, foram identificadas bordas de reação, poros preenchidos por material branco e a presença de microfissuras, indicando processos de degradação em andamento, possivelmente associados à retração, variações térmicas ou interação com agentes agressivos.

| Amostra                                                           |                                     |                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ASPECTOS<br>GERAIS                                                | Cor da argamassa                    | Cinza                                                                  |
|                                                                   | Distribuição dos constituintes      | Heterogênea                                                            |
|                                                                   | Proporção dos constituintes         | Argamassado                                                            |
|                                                                   | Aderência argamassa/agregado graúdo | Boa a regular                                                          |
|                                                                   | Porosidade Macroscópica             | Medianamente poroso a poroso, com poros milimétricos e submilimétricos |
|                                                                   | Compacidade                         | Compacto                                                               |
|                                                                   | Adensamento                         | Bem adensado                                                           |
|                                                                   | Fraturamentos                       | Presente                                                               |
| ASPECTOS<br>RELATIVOS À<br>MANIFESTA-<br>ÇÕES<br>PATOLÓ-<br>GICAS | Bordas de reação                    | Presente                                                               |
|                                                                   | Poros preenchidos                   | Presente (poros preenchidos por material branco)                       |
|                                                                   | Microfissuras                       | Presente                                                               |

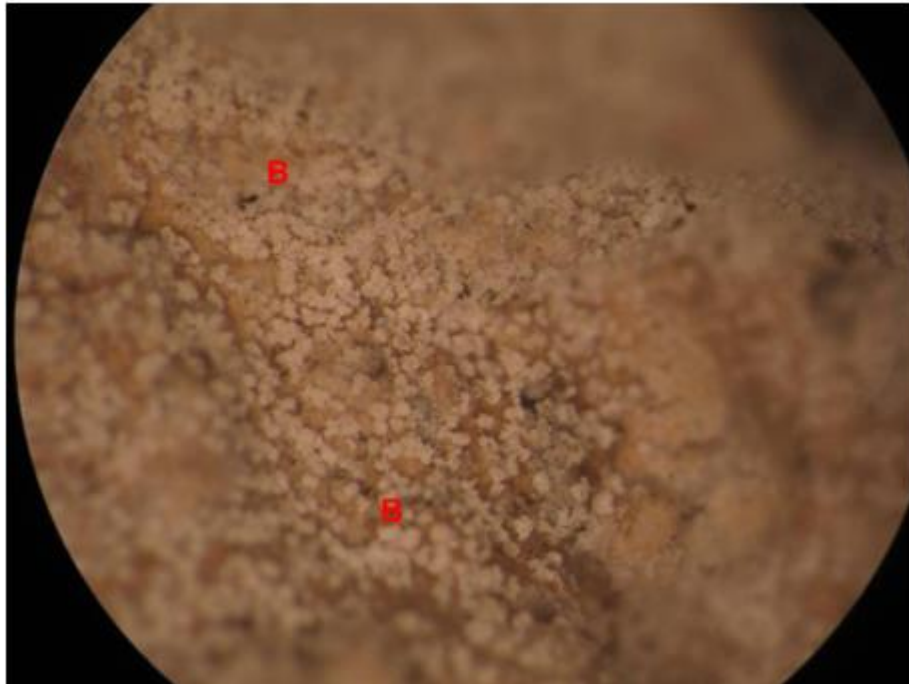
Fonte: Laudo ABCP (2024)

De um modo geral, as características macroscópicas do concreto permitem inferir processos de dosagem e adensamento adequados. A ausência de vazios de exsudação indica adensamento adequado, enquanto a distribuição regular dos agregados graúdos em meio à argamassa evidencia uma homogeneização da mistura pouco eficiente.

A amostra apresentou argamassa de coloração cinza. O agregado utilizado na amostra é do tipo gnáissico, constituído predominantemente por fragmentos angulosos a lamelares com dimensões variadas (2,5 cm a 0,5 cm), como pode ser observado na Figura 12.

O concreto possui porosidade regular e os poros são predominantemente milimétricos a centimétricos.

Figura 12– Aspecto geral do concreto. Observa-se se material branco neoformado no vazio (B). Lupa estereoscópica, aumento 38x.



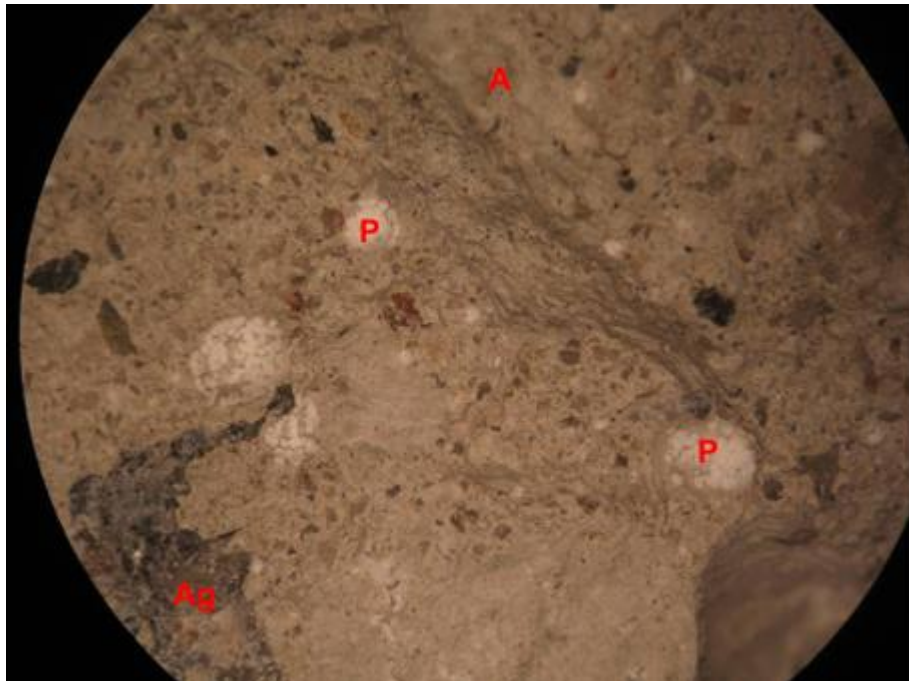
Fonte: Laudo ABCP (2024)

Figura 13– Aspecto geral do concreto. Observa-se material neoformado sobre o agregado (Ag), nos poros (P), na borda (B) e na argamassa (A). Lupa estereoscópica, aumento 36x.



Fonte: Laudo ABCP (2024)

Figura 14– Aspecto geral do concreto. Observa-se se material branco neoformado sobre o agregado (Ag), argamassa (A) e poros (P). Lupa estereoscópica, aumento 18x.



Fonte: Laudo ABCP (2024)

A observação a olho nu mostrou evidências de reações deletérias, sendo observadas nos poros preenchidos com material neoformado, feições de bordas de reação ao redor dos agregados graúdos e deposição de material esbranquiçado no contato agregado/argamassa, sobre o agregado graúdo e na argamassa. As Figuras 14 a 16 ilustram essas feições. Essas são evidências de provável ataque por sulfatos e reação álcali-agregado (RAA) em âmbito da microscopia estereoscópica, mas que devem ser comprovadas por análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV), técnica com maior resolução para diagnóstico desses casos.

De um modo geral, o concreto apresentou características e aspectos estruturais e texturais próprios de concretos submetidos a processos adequados de adensamento, apesar da distribuição irregular dos agregados graúdos em meio à argamassa que evidencia uma homogeneização da mistura não suficiente.

Os agregados graúdos utilizados foram classificados como potencialmente reativos, segundo a análise petrográfica, entretanto, segundo as análises por MEV, foi identificada a ausência do gel da RAA. Vale comentar que a amostra é de pequena dimensão, portanto, essa informação pode ter sido prejudicada.

De fato, nas análises por MEV foi identificada a presença de etringita tardia, com morfologia compactada, característica sugestiva de ataque interno. Essa ocorrência foi de forma generalizada, encontra-se na argamassa, poros e sobre o agregado.

Quanto à RAA, os resultados indicam que há probabilidade de progressão desse fenômeno pelo teor alto médio de álcalis determinado e pelo tipo de agregado gráúdo, que foi classificado como potencialmente reativo. Essa amostra apresentou teor médio acima do limite máximo preconizado de  $2,4\text{kg/m}^3$  (eq. alcalino/ $\text{m}^3$  de concreto), para a medida preventiva MP1, o que recomenda um monitoramento periódico. Cumpre informar que o valor médio determinado de  $\text{SO}_3$  indica que não há sulfatos suficientes no sistema para evolução da DEF.

Quadro 11 - Pontuação para os parâmetros GUT de cada manifestação patológica

| PROBLEMA PATOLÓGICO | PONTUAÇÃO |    |    |       | GRAU DE PRIORIZAÇÃO |
|---------------------|-----------|----|----|-------|---------------------|
|                     | G         | U  | T  | GxUxT | G.P                 |
| Manifestação 01     | 10        | 10 | 10 | 1000  | 2°                  |
| Manifestação 02     | 6         | 10 | 10 | 600   | 5°                  |
| Manifestação 03     | 6         | 10 | 10 | 600   | 3°                  |
| Manifestação 04     | 6         | 10 | 10 | 600   | 6°                  |
| Manifestação 05     | 6         | 10 | 10 | 600   | 4°                  |
| Manifestação 06     | 10        | 10 | 10 | 1000  | 1°                  |

Fonte: Próprio autor (2025)

Quadro 12 – Priorização para resolução das manifestações patológicas

|    | PROBLEMA PATOLÓGICO | DIAGNÓSTICO                    |
|----|---------------------|--------------------------------|
| 1° | Manifestação 06     | Fissuras no bloco de fundação  |
| 2° | Manifestação 01     | Desplacamento cerâmico         |
| 3° | Manifestação 05     | Corrosão na estrutura metálica |
| 4° | Manifestação 03     | Fissuras                       |
| 5° | Manifestação 04     | Bolor                          |
| 6° | Manifestação 02     | Eflorescência                  |

Fonte: Próprio autor (2025)

Quadro 13 - Frequências das patologias encontradas

| PROBLEMA PATOLÓGICO            | FREQUÊNCIA |
|--------------------------------|------------|
| Corrosão na armadura           | 17         |
| Corrosão de estrutura metálica | 16         |
| Desplacamento cerâmico         | 48         |
| Fissuras e trincas             | 33         |
| Eflorescência                  | 20         |
| Bolor/Mofo                     | 28         |
| Destacamento de pintura        | 18         |

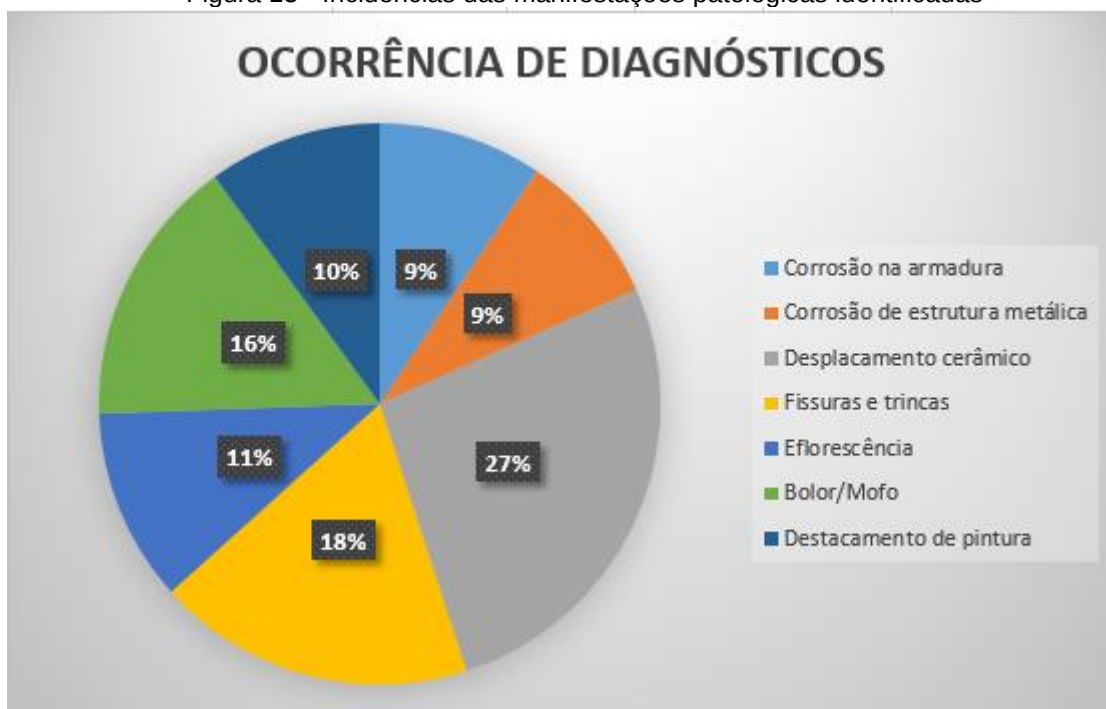
Fonte: Próprio autor (2025)

A atribuição das notas 4, 6 e 8 no processo de avaliação das manifestações patológicas seguiu os critérios estabelecidos pela matriz GUT — Gravidade, Urgência e Tendência —, amplamente utilizada em diagnósticos técnicos para priorização de problemas. Cada nota foi atribuída com base na análise conjunta de três aspectos principais: o impacto da patologia no desempenho da edificação (Gravidade), a necessidade de intervenção imediata ou não (Urgência) e o potencial de agravamento ao longo do tempo (Tendência). A definição das notas foi resultado de um processo consensual entre os responsáveis pela inspeção técnica, considerando observações em campo, registros fotográficos, checklists padronizados e a experiência profissional dos avaliadores. As frequências, por sua vez, foram determinadas pela repetição das patologias em diferentes locais da edificação, sendo esse fator essencial para reforçar a criticidade de algumas falhas recorrentes. Dessa forma, garantiu-se maior objetividade na classificação e priorização das anomalias, refletindo com mais precisão o risco e a abrangência de cada ocorrência.

### 5.3 Ocorrência de diagnósticos

No gráfico da figura 17 abaixo, é possível verificar a porcentagem das ocorrências de cada manifestação patológica que foi encontrada.

Figura 15 - Incidências das manifestações patológicas identificadas



Fonte: Próprio autor (2025)

A grande maioria dos diagnósticos referentes às manifestações patológicas detectadas nessa edificação está relacionada ao processo de deslocamento cerâmico, apresentando uma incidência de 25% entre os casos estudados, além de expressar de forma significativa e de terceira ordem o grau de priorização na resolução do problema. A literatura fala sobre isso ao afirmar que esse é um tipo comum de patologia, mostrando ser um dos de maior incidência e que traz maiores prejuízos econômicos na questão de manutenção.

A maior parte do problema de deslocamento foi encontrada nas fachadas da edificação, sendo bastante visíveis e identificadas através de ensaio à percussão para avaliar o som cavo. Além de causar insegurança e risco de acidentes, esse problema se repete com mais frequência.

O segundo de maior frequência, com um total de 17%, está associado à presença de fissuras, trincas e rachaduras que também foram detectadas na edificação como um todo, porém a que mais chamou atenção está localizada na viga do subsolo que sustenta o deck da piscina. Todas as placas feitas em estrutura metálica que complementam a cobertura no pavimento térreo apresentam corrosão. A terceira patologia mais frequente, representando 15% dos casos, está relacionada à presença de bolor na edificação. Essa manifestação patológica foi observada com

maior intensidade nas paredes externas. O bolor tende a se desenvolver com facilidade em superfícies sujeitas à umidade constante. Segundo Verçosa (1991), a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. A umidade é um dos principais fatores responsáveis pelo surgimento de manifestações patológicas como eflorescências, ferrugem, mofo, bolor, desprendimento de pintura, degradação de reboco e, em casos mais graves, falhas estruturais. Segundo o autor, suas origens podem estar relacionadas ao período da obra, à ascensão capilar, à infiltração de água da chuva, a vazamentos nas instalações hidráulicas ou ainda à condensação no ambiente.

Verificaram-se também danos como o destacamento da pintura e a corrosão das armaduras, provocados pela exposição direta à água de uso, à chuva, à radiação solar e a outros agentes climáticos. A quarta manifestação patológica mais recorrente foi a eflorescência, com 11% de ocorrência, valor semelhante ao observado para o destacamento da pintura e a corrosão das armaduras, que atingiram 9%, e à corrosão de elementos metálicos estruturais, com 8% de incidência. Por fim, as infiltrações foram registradas como a patologia de menor frequência entre as analisadas, embora sejam um dos principais fatores desencadeadores de outras deteriorações.

## **6 CONCLUSÃO**

Ao longo dessa pesquisa, o trajeto percorrido serviu como suporte para avaliar as manifestações patológicas da edificação estudada e, por meio de um estudo de campo, foram levantados os dados que foram analisados através do método GUT.

Os dados recolhidos durante a pesquisa, após análise, mostraram que a edificação necessita de grandes reparos, pois foram identificados diversos problemas de manifestações patológicas, sendo algumas de alto grau de risco. Observa-se também que todas as patologias identificadas se repetem mais de uma vez.

Segue suas representações das patologias de acordo com as suas porcentagens: Desplacamento cerâmico (25%); fissuras e trincas (17%); bolor e ou mofo (15%); eflorescência (11%); destacamento de pintura e corrosão na armadura, ambos com (9%); corrosão na estrutura metálica (8%) e infiltrações com (6%).

Após a análise realizada, estabeleceu-se o grau de prioridade para a intervenção nas patologias identificadas, as quais são apresentadas a seguir em

ordem decrescente de urgência: 1° fissuras nos blocos de fundação; 2° deslocamento cerâmico na fachada; 3° fissuras na estrutura ; 4° corrosão na estrutura metálica; 5° eflorescência e 6° bolor.

Com base nos resultados, foi sugerido que algumas manutenções sejam realizadas em um curto espaço de tempo devido à gravidade do problema que causa insegurança para os moradores, como é observado no grau de priorização da Matriz GUT.

A metodologia adotada para desenvolver o projeto foi satisfatória para chegar a um resultado que mostrasse quais as principais manifestações patológicas que necessitavam de intervenções primeiro em relação ao risco que oferecem. Segundo Napoleão (2019), a possibilidade de enxergar o que deve ser realizado primeiro é fundamental para a eficiência na resolução de um problema, por outro lado, ainda é possível saber onde destinar recursos a fim de diminuir gastos.

É importante ressaltar que, quando o avaliador possui uma visão ampla dos problemas, essa ferramenta oferece alto potencial nos resultados. Por se tratar de uma inspeção visual, é necessário conhecimento na área de patologia das construções, o que permite que as avaliações sejam coerentes e reflitam a realidade dos danos observados nas estruturas.

Apesar dos resultados relevantes obtidos com o uso da matriz GUT na priorização das patologias identificadas, é importante reconhecer algumas limitações inerentes a essa metodologia. A principal delas é a subjetividade na atribuição das notas de Gravidade, Urgência e Tendência, que, mesmo com critérios pré-estabelecidos e discussões técnicas, depende da experiência e interpretação dos avaliadores. Além disso, a matriz não utiliza dados quantitativos objetivos, o que pode comprometer a precisão da análise. Outro fator limitante é que a GUT considera cada patologia de forma isolada, sem levar em conta possíveis relações entre falhas interdependentes. Por fim, a ausência de uma normatização específica para o setor da construção civil pode gerar divergências metodológicas entre diferentes estudos. Ainda assim, a aplicação da matriz mostrou-se eficiente como ferramenta de apoio à decisão, desde que utilizada com critério técnico e embasamento adequado.

Espera-se que o estudo realizado sirva como base para trabalhos futuros, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre manifestações patológicas em edificações. É importante destacar a relevância de novas pesquisas aplicadas a

diferentes tipologias de construções no estado, utilizando a metodologia GUT, a fim de possibilitar o aprimoramento contínuo das avaliações e diagnósticos realizados.

## REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12722: Discriminação de serviços para construção de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13755: Revestimento de pisos internos ou externos com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante — Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14037:2021 – Manual de uso, operação e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-1: Desempenho de edificações habitacionais – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16820: Revestimento de paredes internas e externas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante — Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ALAN, Mogno. 13 patologias mais comuns em concreto. Notícia, 2015 Equipe SH. Disponível em: <https://www.sh.com.br/blog/2015/13-patologias-ocasionadas-pela-concretagem/>.

BAUER L.A.F. Materiais de construção, Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1994, 5ª edição v.2

BAUER L.A.F. Materiais de construção, Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2000, 5ª edição revisada v.1

BERTEZINI, A. L. Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRAGA, I. C. ; BRANDÃO, F. S. ; RIBEIRO, F. R. C. ; DIÓGENES, A. G. **Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em construções históricas**. Revista ALCONPAT, v. 9, n. 3, p. 320-335, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>.

CASTRO, Ulisses R. Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

FÁVERI, Rafael de; SILVA, Alexandre. Método gut aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de risco. Revista Ordem Pública e Defesa Social, v. 9, n. 1, jan./jun., 2016. Disponível em: <https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/112>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FERNANDES, L. H. A. Análise das incidências de manifestações patológicas oriundas do recalque de fundações: estudo de caso na UFERSA-Angicos. 2019. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2020.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. 174 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GRANATO, José E. Patologia das construções. Apostila, 2002. Disponível em: <http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>.

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

HELENE, Paulo; PEREIRA, Fernando de Almeida. *Patologia das construções: identificação, diagnóstico e prevenção*. São Paulo: PINI, 2013.

HELENE, P.; PEREIRA, J. M. R. **Patologia das construções: causas, manifestações e controle**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2013.

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

LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. Boletim Técnico 06/86: Patologia das Construções. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1986.

MEDEIROS, M. Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos. Qualidade da concretagem da estrutura e proteção à superfície aplicada podem prevenir o problema. Redação AECweb / e-Construmarket - Revista digital. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos\\_6412\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_10_0). Acesso em: 01 set. 2024.

MEDEIROS, M. H. F.; GUSMÃO, A. D. **Patologia das construções: identificação, prevenção e recuperação**. São Paulo: Elsevier, 2014.

MEDEIROS, Robson Cezar de; GUSMÃO, Álvaro Dias. *Manual de recuperação, reforço e proteção das estruturas de concreto*. 2. ed. São Paulo: PINI, 2014.

MEIRELES, Manuel. Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

Melo, S. K. de. *Estudo da Formação da Etringita Tardia em Concreto*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2010.

MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão. Revista Cerâmica, v. 52, p. 37-49.2006.

MIOTTO, Daniela. Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. 2010.

MILITO, J. A. Patologias mais comuns em revestimentos. In: Técnicas de Construção Civil. Sorocaba, 2009. (Apostila). p. 228-243. Disponível em: <http://demilito.com.br/10patologia%20dos%20revest-rev.pdf>. Acesso em: 22 de agosto. 2024.

NAPOLEÃO, Bianca M. Matriz GUT (Matriz de Priorização). Ferramentas da qualidade, 16/04/2019. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-gut-matriz-de-priorizacao/>. Acesso: 19/09/2019.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina, 2011. Disponível em:

<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>. Acesso em: 04 set. 2024.

NEVILLE, ADAN M. Propriedades do concreto. 2ª ed. São Paulo: Editora Pini, 1997.

PACHECO, C. P. **Análise das Manifestações Patológicas nos Sistemas de Revestimentos Externos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. P. 329, 2016.

PEREIRA, Maria. **Indústria da Construção Civil: Impactos e Perspectivas no Desenvolvimento Econômico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Construtech, 2022.

PERES, R. M. Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico - um estudo de caso. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: Guia Completo, 2011. Disponível em: Acesso em: 20 de julho de 2024.

PINA, G. L. de. Patologia nas habitações populares. Rio de Janeiro, 2013. 102 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/354587122/Patologia-nas-habitacoes-populares-pdf>.

POSSAN, E; DEMOLINER, C. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. Revista Técnico-Científica CREA-PR (Online), vol.1, p.1-18, 2013. Disponível em: <http://creaprw16.crea.pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/viewFile/14/10>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SANTOS, C. R. B. ; SILVA, D. L. ; NASCIMENTO, I. M. S. Incidência de manifestações patológicas em edificações residenciais na região metropolitana do Recife (RMR). Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Recife, v. 2, n. 3, p. 76-83, 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/690>. Acesso em: 25 de agosto. 2024.

SILVA, I. S. ; SALES, J. C. Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. In: Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas, IX. João Pessoa - PB, 2013.

SILVA, João. **Patologia das Construções: Teoria e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Engenharia, 2023.

SILVA, K. B. A. Das patologias em edificações na cidade de Campina Grande e da necessidade de legislação preventiva eficaz. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

SILVA, Marinilda N. P. da, et al.; Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades. Ciências exatas e tecnológicas v.2 n.3 p. 87-97, Maio 2015, [periodicos.set.edu.br](http://periodicos.set.edu.br).

SOUZA, M. C. R. Análise das principais manifestações patológicas presentes em residências construídas pelo Programa Minha Casa, Minha Vida II na cidade de Bom

Jesus-PB. 2021. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2021.

SOUZA, M. F. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, R.; RIPPER, T. **Patologia das estruturas: causas, mecanismos, controle e prevenção**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1998.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; RIPPER, Teresa Cristina Melo. *Patologia das construções*. São Paulo: PINI, 1998.

SOUZA, V. C. M. ; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª ed. São Paulo: Pini Ltda, 1998. 257 p.

STORTE, Marcos. A Importância da Impermeabilização. In: 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2004 [Florianópolis – SC]. Publicações. 2004. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/7330425/Impermeabilizacao-e-Patologias>-TrabalhoStorte. Acesso em: 20 mar. 2025.

TRINDADE, D. S. Patologia em estruturas de concreto armado. 2015. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

TUTIKIAN, Bernardo; PACHECO, Marcelo. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil. ACONPAT, Mérida-México, p. 1-15, 2013.

VIEIRA, Matheus A. Patologias construtivas: conceito, origens e método de tratamento. Revista Especializada On-line IPOG - Goiânia - 12ª Edição nº 012 Vol.01/2016 Dez. /2016.