

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DO SERTÃO – EIXO DAS TECNOLOGIAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

NADYNE BARBOSA DA SILVA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CASARÃO DA BARONESA EM  
ÁGUA BRANCA - AL**

DELMIRO GOUVEIA - AL

2023

NADYNE BARBOSA DA SILVA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CASARÃO DA BARONESA EM  
ÁGUA BRANCA - AL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karoline Alves de Melo Moraes.

Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Civil Luana Ferreira de Sá Melo.

DELMIRO GOUVEIA - AL

2023

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

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

S586e Silva, Nadyne Barbosa da

Estudo das manifestações patológicas no Casarão da Baronesa em  
Água Branca - AL / Nadyne Barbosa da Silva. - 2023.  
84 f. : il.

Orientação: Karoline Alves de Melo Moraes.

Coorientação: Luana Ferreira de Sá Melo.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas.  
Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Manifestações patológicas. 3. Patologias. 4.  
Edificação histórica. 5. Casarão da Baronesa. 6. Água Branca - Ala-  
goas. I. Moraes, Karoline Alves de Melo. II. Melo, Luana Ferreira de  
Sá. III. Título.

CDU: 624.012.45

## Folha de Aprovação

NADYNE BARBOSA DA SILVA

### ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CASARÃO DA BARONESA EM ÁGUA BRANCA - AL

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido à banca examinadora do curso  
de Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Alagoas - Campus do Sertão e  
aprovado em 22 de Agosto de 2023.

Documento assinado digitalmente  
 KAROLINE ALVES DE MELO MORAES  
Data: 06/09/2023 08:41:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora - Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>, Karoline Alves de Melo Moraes, UFAL

Documento assinado digitalmente  
 LUANA FERREIRA DE SA MELO  
Data: 08/09/2023 10:07:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientadora - Eng.<sup>a</sup> Civil, Luana Ferreira de Sá Melo

#### Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 ALEXANDRE NASCIMENTO DE LIMA  
Data: 08/09/2023 14:57:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Interno - Prof. Msc, Alexandre Nascimento de Lima, UFAL

Documento assinado digitalmente  
 CASSIA VANESSA ALBUQUERQUE DE MELO  
Data: 08/09/2023 16:26:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Interna - Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>, Cássia Vanessa Albuquerque de Melo, UFAL

Dedico este trabalho aos meus avós paternos e maternos (*in memoriam*), aos meus pais e aos meus irmãos, por todo amor, esforço e incentivo. Sem vocês este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por ter me amparado em todos os momentos, me dando força para seguir e nunca desistir, por seu amor incondicional.

Aos meus pais, Cícera Lima Barbosa da Silva e José Cícero da Silva, por serem meu alicerce, amparo, fonte de amor, proteção, cuidado e dedicação, por todo esforço e abdicção para que eu pudesse realizar meus sonhos. A vocês, todo meu amor e gratidão.

Aos meus irmãos, Ítalo Barbosa da Silva e Melina Barbosa da Silva, por todo amor, companheirismo, incentivo e admiração. Vocês são meus tesouros.

Aos meus queridos amigos, Cicero Júnior, Éricles Ferreira, Kasia Maria e Morgana Maciel, por todo companheirismo, carinho e lealdade. Vocês são valiosos.

Ao meu grande companheiro de jornada acadêmica, Allyson Maciel, você foi meu fiel amigo e companheiro desde a minha chegada à universidade, um grande apoiador e incentivador, gratidão eterna a você.

A minha grande amiga e engenheira civil, Luana Sá, você esteve comigo durante boa parte da graduação e até os dias atuais se faz presente em minha vida. Obrigada por todo companheirismo, cumplicidade e apoio genuíno.

A todos os colegas de curso, que compartilharam conhecimento, ajudaram e incentivaram durante todo o percurso.

Aos meus professores da graduação por todo conhecimento transmitido, em especial ao Professor Msc., Rogério de Jesus Santos e ao Professor Dr., Odair Barbosa de Moraes, a didática singular e a humildade de vocês foram fundamentais para meu desenvolvimento e aprendizado.

A minha orientadora, Professora Dr.<sup>a</sup>, Karoline Alves de Melo Moraes, por ter confiado e aceitado meu convite, por toda orientação, compreensão e dedicação na realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Sertão, pelo acolhimento, ensinamento e oportunidade de aprendizagem e crescimento.

## RESUMO

O presente trabalho constitui um estudo de caso sobre as manifestações patológicas encontradas numa edificação histórica do século XIX, localizada na cidade de Água Branca - AL. A pesquisa visa entender as possíveis causas, origens e mecanismos de ocorrência, de modo a realizar o diagnóstico correto das manifestações. No desenvolvimento do trabalho foram realizadas vistorias na edificação, em seguida foram desenvolvidas fichas de identificação de danos e o mapa de danos, com a finalidade de auxiliar na análise e identificação das anomalias. Posteriormente, foi aplicada a metodologia GDE/UnB, para a determinação do grau de deterioração da estrutura, como também para quantificar e priorizar a correção dos danos, através da análise dos elementos construtivos da edificação. As principais manifestações encontradas estão relacionadas com a presença de umidade e a ação de agentes biológicos, sendo agravadas pela falta de manutenções periódicas no prédio. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de um programa de intervenção eficiente, que estabeleça ações de reparo adequadas, manutenções periódicas, além de um plano de conservação compatível às necessidades da edificação.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas; edifícios históricos; vistorias; diagnóstico.

## ABSTRACT

The present research is characterized as a case study related to the pathological manifestations found in a historical building of the 19th century, located in the municipality of Agua Branca - AL. This research aims to identify the possible causes, origins and mechanisms of these occurrence, to make the correct diagnosis of its manifestations. In the development of the research, inspections were carried out in the building, and from this, identification forms and the damage map were developed, thus, to assist in the analysis and identification of its anomalies. Subsequently, the GDE/UnB methodology was applied to determine the degree of deterioration of the structure, as well as to quantify and prioritize the correction of the damage, through the analysis of the constructive elements of the building. In turn, the main manifestations found are related to the presence of moisture and the action of biological agents, being aggravated by the lack of periodic maintenance in the building. About the results obtained, it was found that there is a need for an efficient intervention program, which establishes appropriate repair actions, periodic maintenance, and a conservation plan compatible with the needs of the building in question.

**Keywords:** pathological manifestations; historical buildings; building inspections; diagnosis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manchas de umidade, mofo e bolor .....	26
Figura 2 - Descolamento com empolamento.....	27
Figura 3 - Eflorescência .....	28
Figura 4 - Fluxograma da metodologia para o cálculo do grau de deterioração da estrutura ( $G_d$ ).....	35
Figura 5 - Mapa de localização do município de Água Branca - AL.....	41
Figura 6 - Casarão da Baronesa de Água Branca - AL .....	42
Figura 7 - Mapa de situação do imóvel .....	43
Figura 8 - Fluxograma do itinerário metodológico da pesquisa .....	45
Figura 9 - Desplacamento do revestimento com exposição da alvenaria .....	47
Figura 10 - Deterioração da madeira da janela .....	48
Figura 11 - Laje e vigas com manchas, desgastes e perda de seção.....	49
Figura 12 - Descascamento da pintura .....	50
Figura 13 - Presença de depósitos escuros nos adereços da fachada principal.....	51
Figura 14 - Incidência de sujidades em pilar externo .....	52
Figura 15 - Manchas de umidade.....	53
Figura 16 - FID nº 01 da fachada principal.....	54
Figura 17 - FID nº 02 da fachada principal.....	55
Figura 18 - FID nº 03 da fachada principal.....	56
Figura 19 - FID nº 04 da fachada lateral .....	57
Figura 20 - FID nº 05 da fachada lateral .....	58
Figura 21 - Mapa de danos das fachadas lateral e frontal .....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Nível de deterioração dos elementos construtivos .....	62
Gráfico 2 - Detalhamento do nível de deterioração dos elementos construtivos.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação quanto ao tipo de abertura .....	24
Tabela 2 - Classificação das lesões em elementos.....	36
Tabela 3 - Fatores de relevância de uma família de elementos .....	39
Tabela 4 - Aplicação da metodologia GDE/UnB - Cálculo do grau de deterioração da estrutura .....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos níveis de deterioração do elemento.....	38
Quadro 2 - Classificação dos níveis de deterioração da estrutura .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AL	Estado de Alagoas
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
FID	Ficha de Identificação de Danos
GDE	Grau de Deterioração da Estrutura
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
IBAPE	Instituto Brasileiro de Perícias de Engenharia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
NBR	Norma Técnica Brasileira
PE	Estado de Pernambuco
PECC	Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
UnB	Universidade de Brasília

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau <i>Celsius</i>
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
mm	Milímetro
%	Porcentagem
km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro Quadrado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos Gerais.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Patologia das Construções.....</b>	<b>20</b>
2.1.1	Origem, Sintoma e Mecanismo.....	20
<b>2.2</b>	<b>Manifestações Patológicas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>Principais Manifestações Patológicas Incidentes em Edifícios Históricos..</b>	<b>22</b>
2.3.1	Fissuras, Trincas e Rachaduras.....	23
2.3.2	Umidade.....	25
2.3.3	Manchas, Bolor e Mofo.....	25
2.3.4	Desagregação.....	26
2.3.5	Descolamento com Empolamento.....	27
2.3.6	Descascamento de Pintura.....	28
2.3.7	Eflorescência.....	28
2.3.8	Degradação das Estruturas de Madeira.....	29
<b>2.4</b>	<b>Inspeção Predial.....</b>	<b>30</b>
2.4.1	Níveis de Inspeção.....	31
<b>2.5</b>	<b>Manutenção Predial.....</b>	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b>Mapa de Danos.....</b>	<b>32</b>
2.6.1	Ficha de Identificação de Danos.....	33
<b>2.7</b>	<b>Metodologia GDE/UnB.....</b>	<b>34</b>
2.7.1	Classificação das Famílias de Elementos.....	35
2.7.2	Fator de Ponderação do Dano ( $F_p$ ).....	36
2.7.3	Fator de Intensidade do Dano ( $F_d$ ).....	36
2.7.4	Grau do Dano (D).....	37
2.7.5	Grau de Deterioração do Elemento ( $G_{de}$ ).....	37
2.7.6	Grau de Deterioração da Família de Elementos ( $G_{df}$ ).....	38
2.7.7	Fator de Relevância Estrutural da Família de Elementos ( $F_r$ ).....	39
2.7.8	Grau de Deterioração da Estrutura ( $G_d$ ).....	39

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização do Objeto de Estudo.....</b>	<b>41</b>
3.1.1	Casarão da Baronesa de Água Branca.....	42
<b>3.2</b>	<b>Classificação da Pesquisa.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos Metodológicos.....</b>	<b>45</b>
3.3.1	Revisão Bibliográfica.....	45
3.3.2	Vistoria na Edificação.....	45
3.3.3	Análise e Tabulação dos Dados.....	46
3.3.4	Identificação e Diagnóstico das Principais Anomalias.....	46
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Levantamento das Manifestações Patológicas.....</b>	<b>47</b>
4.1.1	Desplacamento do Revestimento com Exposição da Alvenaria.....	47
4.1.2	Deterioração da Madeira.....	48
4.1.3	Descascamento de Pintura.....	50
4.1.4	Depósitos Escuros.....	51
4.1.5	Manchas nas Paredes.....	52
<b>4.2</b>	<b>Ficha de Identificação de Danos.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3</b>	<b>Mapa de Danos.....</b>	<b>58</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise dos Dados pela Metodologia GDE/UnB.....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Sugestões para Trabalhos Futuros.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A - PILARES.....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE B - ESCADAS.....</b>	<b>72</b>

<b>APÊNDICE C - ELEMENTOS DE COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE D - VIGAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE E - LAJES.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO A - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: PILARES.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO B - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: VIGAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO C - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: LAJES.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO D - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: ESCADAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO E - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: ELEMENTOS DA COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO F - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE (CONTINUA).....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO G - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE (CONTINUAÇÃO).....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO H - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE (CONTINUAÇÃO).....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As edificações, ao longo de sua existência, são expostas a diversas condições como: ação do tempo, intempéries e fatores ambientais que podem afetar sua estrutura e comprometer sua integridade e funcionalidade. Nesse sentido, é fundamental entender a vida útil das edificações e os processos que influenciam em sua degradação (PERES, 2001).

Peres (2001) destaca a importância de manter o desempenho e o valor histórico tanto das edificações antigas quanto das atuais, desenvolvendo ações de manutenção que visem aumentar a vida útil da construção. No caso dos edifícios históricos, essas ações tornam-se ainda mais necessárias, uma vez que, em muitos casos, não há dados relacionados à vida útil do projeto ou um plano de manutenção adequado.

Na Constituição Federal de 1988, o artigo 216 trata que são bens de patrimônio cultural brasileiro, os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira (BRASIL, 1988). Para Silva e Sartori (2015), as edificações de valor histórico são componentes essenciais do patrimônio cultural de uma sociedade e devem ser tratadas como acervo de relevância da história de um povo.

A preservação de prédios históricos representa a valorização do legado e da cultura de uma nação. Por meio da manutenção adequada e da conservação, é possível promover a memória coletiva, fortalecendo a identidade de uma comunidade, influenciando a formação da consciência histórica das gerações futuras (IPHAN, 2019).

Em razão da Carta de Atenas (1931), primeiro documento internacional sobre a proteção do patrimônio histórico e artístico, iniciou-se a estruturação de uma política internacional de proteção ao patrimônio. Além disso, o documento especifica a importância da conservação e manutenção de prédios históricos como forma de salvaguardar a identidade e promover a compreensão da história e cultura de uma sociedade.

Reforçando a necessidade de preservar e manter as edificações históricas como testemunhos autênticos do passado, a Carta de Veneza, elaborada pelo ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios) em 1964, assinala a

importância da proteção das garantias das estruturas, respeitando sua personalidade e passado próprio.

Outras cartas ganharam projeção, e se tornaram muitas delas referências de seu tempo, por exemplo: a Carta de Florença (1981), que tratou exclusivamente de jardins históricos como patrimônio cultural a ser estudado, identificado e resguardado; a Recomendação de Paris (2003), que abordou o conceito de “Patrimônio Cultural Imaterial” visando reconhecer sua capacidade de recriação por parte da comunidade em interação com o ambiente. Até os dias de hoje, estas Cartas Patrimoniais orientam as intervenções e/ou as classificações de bens culturais enquanto patrimônio a ser salvaguardado.

Em seguimento, Silva e Sartori (2015) afirmam que o tombamento é o principal instrumento para a preservação do patrimônio histórico e cultural no Brasil. Um prédio ao ser tombado mantém sua propriedade inalterada. Diante disso, é necessário destinar uma atenção especial à preservação de prédios históricos, o que implica em submetê-los ao processo de recuperação que conserve suas características originais.

É válido salientar que, no contexto da preservação de prédios históricos, além da proteção cultural é essencial a conservação da estrutura através de manutenções e reparos, levando sempre em consideração que cada edificação possui características particulares. Para isso é fundamental identificar e analisar as anomalias presentes nestas construções.

Dentro desta conjuntura, Helene (2013) destaca que, a engenharia diagnóstica, dedicada ao estudo das manifestações patológicas, é de suma importância para a preservação de edifícios históricos, uma vez que analisa, identifica as origens e os sintomas e apresenta soluções para tratamento eficaz.

## **1.1 Justificativa**

Dada a representatividade e importância histórica do Casarão da Baronesa para composição da memória aguabranquense, torna-se desejável a conservação e recuperação das suas características. Assim, dada à necessidade de preservação deste patrimônio, faz-se necessário avaliar, neste trabalho, a ocorrências de processos patológicos, bem como os seus mecanismos de degradação.

## **1.2 Objetivos Gerais**

Analisar as manifestações patológicas presentes em um dos edifícios históricos do município de Água Branca – AL, apontando as possíveis causas e propondo terapias adequadas aos problemas identificados.

## **1.3 Objetivos Específicos**

- Compreender as possíveis origens, causas e mecanismos de ocorrência das manifestações patológicas mais recorrentes;
- Determinar o nível de deterioração da estrutura.

## **2 REFERENCIALTEÓRICO**

Neste tópico são apresentados os conceitos e as informações fundamentais para compreender a temática abordada na presente pesquisa.

### **2.1 Patologia das Construções**

De acordo com Nazário e Zancan (2011), o termo Patologia é a junção das palavras gregas páthos, que significa "doença", e logos, que significa "estudo". Portanto, é compreendido nas diversas áreas da ciência como o estudo das doenças.

Granato (2002) trata a patologia como sendo a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. No caso do concreto, por exemplo, a patologia significa o estudo das anomalias relacionadas à deterioração do concreto na estrutura.

Segundo Helene (1992), a patologia das construções é compreendida como uma série de estudos que se dedicam a analisar e solucionar problemas relacionados à construção. Desta forma, é necessário conduzir uma investigação das manifestações patológicas que estão ocorrendo em determinada edificação.

Entende-se que a patologia das construções desempenha papel crucial na busca pela qualidade dos processos construtivos, bem como pela melhoria da habitabilidade e solidez das edificações.

#### **2.1.1 Origem, Sintoma e Mecanismo**

Berti, Silva Júnior e Akasaki (2019) enfatizam que a origem dos problemas patológicos está relacionada às etapas do processo construtivo onde ocorreram erros ou falhas que originaram problemas patológicos posteriores. Os autores comentam que na fase de uso e ocupação da estrutura, que é a mais longa, é onde os problemas patológicos geralmente se manifestam, embora em alguns casos possam ser observados durante a fase de execução.

Para Tukitan e Pacheco (2013), compreender a origem das manifestações patológicas significa identificar em qual fase da construção o problema ocorreu. Helene (1992) cita que as falhas nas etapas de planejamento e projeto são mais graves do que as falhas na qualidade dos materiais e na execução, ressaltando,

ainda, a importância de conhecer a origem do problema para fins de julgamento.

No caso do sintoma, ele pode ser entendido como a forma que a manifestação patológica se apresenta na estrutura. Para Chaves (2009), todo problema patológico que surge na edificação é um sintoma que prejudica o desempenho da estrutura durante sua vida útil.

De acordo com Lima (2012), os sintomas frequentemente observados nas edificações são: fissuras e trincas, manchas de umidade, mofo e bolor, eflorescências, nichos de concretagem, desagregações, danos em esquadrias e deslocamentos.

Para Boas *et al.* (2018), o uso de mão de obra desqualificada junto à falta de supervisão técnica podem ser as principais causas de uma série de anomalias presentes na construção civil. Ainda, segundo os autores, alguns tipos de manifestações patológicas surgem de deficiências nos projetos e na execução da obra, resultando, muitas das vezes, em falhas que comprometem o desempenho desejado.

Quanto ao mecanismo, Helene (1992) trata que todo problema patológico, também chamado de vício de construção, origina-se por meio de um processo, de um mecanismo.

Segundo a norma da American Society for Testing and Materials - ASTM E632 (1998 *apud* BERNARDI, 2021)<sup>1</sup>, o conceito de mecanismo compreende uma sequência de alterações físicas e/ou químicas que resultam na perda de uma ou mais propriedades do componente ou material de construção, quando exposto a um ou mais fatores de degradação. Os mecanismos são responsáveis por fenômenos sequenciais que agem sobre os materiais, podendo ser identificados como fenômenos físicos, como efeitos de dilatação, contração e perda de elasticidade.

## **2.2 Manifestações Patológicas**

Silva (2014) destaca que a manifestação patológica é a forma pela qual a patologia se expressa na construção, representando uma deficiência. Essa manifestação pode ser detectada por meio de análises ou já estando visivelmente exposta, causando danos visíveis.

---

<sup>1</sup> AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E632**. Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials (Withdrawn 2005), ASTM International, West Conshohocken, PA, 1988.

De acordo com Lersch (2003), as manifestações patológicas presentes nas edificações geralmente são resultado da interação entre vários fatores e dificilmente podem ser atribuídas a uma única causa. No mesmo sentido, Costa e Zancan (2012) afirmam que as edificações são expostas a uma variedade de ações, provenientes de fenômenos naturais, como vento, chuva e umidade do ar, como também derivadas de ações humanas, decorrentes da construção e do uso do imóvel, como cargas permanentes, efeitos do uso, ação de agentes químicos de limpeza, entre outros.

De acordo com a classificação proposta por Verçosa (1991), as manifestações patológicas que podem ocorrer em uma edificação podem ser divididas em cinco grupos, sendo eles:

- Patologia da Umidade;
- Patologia das Fundações e Alvenarias;
- Patologia das Obras de Madeira;
- Patologia das Pinturas;
- Patologia do Concreto Armado.

Segundo Garcia (2017), as principais causas das manifestações podem ser atribuídas a:

- Falha de projeto..... 45%
- Falha de execução..... 22%
- Má qualidade dos materiais..... 15%
- Má utilização pelo usuário..... 11%
- Outros..... 7%

Por fim, compreende-se que o conhecimento das manifestações patológicas é essencial para realização de um diagnóstico preciso, contribuindo para adoção de terapias adequadas e na prevenção de novos problemas patológicos.

### **2.3 Principais Manifestações Patológicas Incidentes em Edifícios Históricos**

Para Peres (2001), uma edificação antiga, assim como qualquer outra, deve ser capaz de melhorar seu desempenho, desde que seja preservado o seu valor histórico.

Segundo o autor, a obsolescência técnica pode ser controlada por meio de uma boa manutenção aliada a bons cuidados, já esforços para mitigar a obsolescência

funcional não devem ser responsáveis pela perda de identidade do prédio ou justificativa para a destruição de componentes que contam sua história.

Em suas análises, Lersch (2003) destaca a influência que materiais utilizados na construção de edifícios têm no surgimento de anomalias, uma vez que no início, os materiais como madeira e pedra eram frequentemente utilizados como matérias-primas, sendo preparados de maneira artesanal.

A autora supracitada explica ainda que os danos verificados podem ser atribuídos a defeitos de origem, no caso falhas naturais, como também a problemas no processo de escolha dos materiais e uso dos mesmos na obra. No caso das falhas naturais, elas comprometem, por exemplo, as pedras, com fissuras provindas do processo de conformação, extração, transporte ou manuseio na obra. Já a madeira é afetada pela presença de falhas e nós.

Loiola (2022) aborda que nos edifícios históricos é comum ocorrerem diversas manifestações patológicas ao longo do ciclo de vida da edificação, principalmente devido aos materiais e métodos construtivos utilizados na época, bem como à exposição prolongada às condições climáticas adversas, o que compromete significativamente seu desempenho. Entre as anomalias mais comumente encontradas nestes edifícios, destacam-se: fissuração, desagregação do revestimento, eflorescência, manchas de umidade, bolor e de mofo.

Assim, vale ressaltar que, para preservar os prédios históricos e evitar o agravamento das manifestações patológicas, é fundamental realizar uma análise minuciosa das causas e adotar medidas corretivas adequadas, isso inclui a execução de restaurações. É importante considerar o valor histórico ao planejar as intervenções, buscando preservar a integridade e proteção do patrimônio cultural.

### 2.3.1 Fissuras, Trincas e Rachaduras

Para Dias (2018), todas as estruturas, independentes do seu porte, estão em constante movimentação, seja por recalque na mobilização das cargas, efeitos da natureza ou sobrecargas da estrutura.

As fissuras são manifestações patológicas comuns nas edificações e podem afetar o desempenho, durabilidade, estrutura, além da estética. Segundo Lersch (2003), a ocorrência de fissuras pode ser atribuída a diferentes fatores, como movimentação ou fissuração da base (estrutura de concreto ou alvenaria),

problemas relacionados à execução do revestimento de argamassa, variações higrotérmicas ou retração hidráulica da argamassa.

As trincas podem surgir devido a tensões causadas por sobrecarga, movimentações de materiais, componentes ou toda a estrutura. Neste contexto, Ioshimoto (1994) aborda que as causas podem ser, entre outras:

- trincas por recalque (acomodação do solo, da fundação, de aterro etc.);
- trincas de retração (fissuramento da argamassa de revestimento, de piso cimentado etc.);
- trincas por movimentação (movimentação da estrutura de concreto, do madeiramento do telhado, da laje mista etc.);
- trincas de amarração (falta de amarração nos cantos de paredes, no encontro da laje com paredes);
- diversos (concentração de esforços, impacto de portas etc.).

Já as rachaduras, de acordo com Corsini (2010), podem se desenvolver de forma pacífica logo durante a execução do projeto, possuem aberturas lineares ou fraturas que ocorrem nas superfícies das estruturas de forma extensa.

A principal diferença entre fissuras, trincas, rachaduras e fendas se dá pelo tamanho da abertura, como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Classificação quanto ao tipo de abertura**

<b>Anomalias</b>	<b>Aberturas</b>
Fissura	Até 0,5 mm
Trinca	De 0,5 mm até 1,5 mm
Rachadura	De 1,5 mm até 5 mm
Fenda	De 5 mm até 10 mm
Brecha	Acima de 10 mm

**Fonte:** Oliveira (2012, p. 10)

Neste contexto, conclui-se que, a incidência de trincas, fissuras e rachaduras em edificações históricas é comum devido à idade avançada dessas construções, que podem ter sido expostas a diversas ações ao longo do tempo. Ressalta-se que as características construtivas, materiais utilizados na época e falta de manutenção adequada podem potencializar o aparecimento desses problemas. Já nas

construções mais atuais, apesar do emprego de materiais e técnicas construtivas mais avançadas, estas manifestações ainda podem ocorrer devido a fatores como movimentação do solo, cargas aplicadas e deficiências construtivas.

### 2.3.2 Umidade

Segundo Verçosa (1991), a presença de umidade não é apenas uma manifestação patológica em si, mas também a precursora na ocorrência de um grande número de outras manifestações patológicas. É por meio dela que surgem eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, deslocamento de rebocos e até acidentes estruturais (BAUERMANN, 2018).

Souza (2008) afirma que os problemas de umidade, geralmente, não estão relacionados a uma única causa e que podem se manifestar em diversos elementos construtivos da edificação, como: pisos, fachadas, paredes, etc. Os problemas mais comuns resultantes da penetração de água podem ser: danos na funcionalidade da edificação; desconforto dos usuários; danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações e prejuízos financeiros.

Destacam-se as seguintes origens das umidades nas construções, conforme Verçosa (1991):

- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por capilaridade;
- Trazidas por chuva;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação.

### 2.3.3 Manchas, Bolor e Mofo

De acordo com Caporrino (2015), o bolor ou mofo são manifestações de fungos ou vegetais não clorofilados, geralmente encontrados em fissuras e frequentemente associados à presença de umidade. Esses fungos liberam enzimas que agem deteriorando e desagregando superfícies.

Granato (2002) afirma que o bolor está associado à existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo interferir na

salubridade e habitabilidade da edificação, além disso, o autor complementa que também pode ocorrer o emboloramento em paredes com umidade provocada por vazamentos ou infiltrações.

Em sua abordagem, Marcelli (2007) destaca que quando existe uma grande concentração de umidade, além do surgimento das manchas, são grandes as chances de se ter a presença de bolor e fungos, que por conta do seu metabolismo geram produtos ácidos de natureza orgânica, contribuindo para a redução do pH do revestimento do concreto. Como exemplo, observa-se na Figura 1 uma parede com incidência de manchas escuras e bolores.

**Figura 1** - Manchas de umidade, mofo e bolor



**Fonte:** Drumond (2022)

Diante do exposto, infere-se que, a incidência de manchas de umidade, bolor e mofo nas edificações compromete não apenas a estética, mas também a qualidade do ar, a durabilidade dos materiais e da estrutura. Estas manifestações indicam a presença de umidade excessiva, sendo essencial realizar um diagnóstico preciso para adoção de soluções mitigadoras.

#### 2.3.4 Desagregação

De acordo com Souza e Ripper (1999 *apud* FONSECA, 2007)<sup>2</sup>, a desagregação é caracterizada pela separação física de placas ou fatias de concreto,

---

<sup>2</sup> SOUZA, V. C. M. e RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1999. 250p.

junto à perda de monolitismo e, na maioria das vezes, perda da capacidade de engrenamento entre os agregados e a capacidade aglomerante da pasta.

Já Pasqualotto (2012), considera que a desagregação pode ser chamada também de esfarelamento e ocorre quando o material se solta na forma de grãos ou em pó devido a algum desgaste. A causa da manifestação é atribuída ao uso de materiais de baixa qualidade, uso de argamassas com pouco aglomerante ou pela carbonatação lenta em uma argamassa de cal.

Fonseca (2007) trata esta manifestação como um fenômeno característico de ataques químicos do concreto nas formas de reação álcali-agregado e reações expansivas com sulfatos.

### 2.3.5 Descolamento com Empolamento

A superfície do reboco descola no emboço, formando bolhas que aumentam o diâmetro progressivamente, além disso, o reboco apresenta som cavo quando batido. As causas prováveis compreendem a infiltração de umidade e a hidratação retardada do óxido de magnésio da cal (BAUER, 1997 *apud* BENDER, 2016)<sup>3</sup>.

Caporrino (2015) destaca que o empolamento geralmente antecede o descolamento e o esfarelamento do revestimento. A Figura 2 apresenta um exemplo da incidência de descolamento com empolamento da argamassa de revestimento.

**Figura 2** - Descolamento com empolamento



Fonte: Cincotto (1988 *apud* SEGAT, 2005)<sup>4</sup>

<sup>3</sup> BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 1**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 447p.

<sup>4</sup> CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. 549-554p.

### 2.3.6 Descascamento de Pintura

Conforme destacado por Granato (2002), o descascamento de pintura ocorre devido à reação dos sais das eflorescências, que são lixiviados até a interface das camadas de tinta, comprometendo sua aderência.

O descascamento ocorre principalmente devido à formação de fissuras na película da pintura. Para Uemoto (1988 *apud* PASQUALATTO, 2012)<sup>5</sup>, este tipo de degradação pode ser atribuído a problemas relacionados à natureza da tinta, como baixa resistência à radiação solar em ambientes externos ou baixa flexibilidade.

A autora supracitada enfatiza que outra causa comum de defeitos é a repintura, que pode ocorrer devido à incompatibilidade entre a camada nova e a antiga, uma vez que a reaplicação em pintura velha com defeitos de aderência ou com excessiva repintura torna a película espessa e quebradiça.

### 2.3.7 Eflorescência

As eflorescências são formações cristalinas de cor esbranquiçada que surgem na superfície do revestimento, conforme Figura 3. Para Gonçalves (2015), a eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, consequência da presença de água proveniente de infiltrações e/ou exposição às intempéries. Esses sais podem ser agressivos e causar desagregação profunda, além de alterar o aspecto visual da estrutura devido ao contraste de cor entre os sais e substratos depositados.

**Figura 3 - Eflorescência**



**Fonte:** Gonçalves (2015)

---

<sup>5</sup> UEMOTO, K. L. Patologia: danos causados por eflorescência. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 561-564.

Neste sentido, Bertotti (2017) define a eflorescência como resultado de uma reação química na qual os sais de metais alcalinos e alcalino-terrosos se dissolvem total ou parcialmente em água proveniente da chuva ou do solo. Em seguida, os produtos salinos formados migram para a superfície do elemento construtivo e, com a evaporação da água, apenas o reservatório salino permanece.

Por outro lado, Oliveira Junior (2018) relata que os depósitos salinos podem surgir de duas maneiras distintas. A primeira acontece quando os sais são transportados para o material através da umidade derivada da infiltração de água nas paredes. Já a segunda forma está relacionada à composição dos materiais utilizados na construção, que podem conter sais em sua constituição. O autor mencionado destaca que as eflorescências não se manifestam apenas na cor branca. Elas podem se apresentar de diferentes formas, como na cor verde, amarela, castanho, entre outras, dependendo de sua origem.

A incidência da eflorescência nas edificações pode afetar tanto os aspectos estéticos quanto a durabilidade dos materiais. Portanto, é essencial realizar uma análise minuciosa das causas e adotar medidas corretivas planejadas, como a impermeabilização, o tratamento das infiltrações e o uso de materiais de construção com baixo teor de sais, a fim de prevenir e mitigar os efeitos desta manifestação patológica.

### 2.3.8 Degradação das Estruturas de Madeira

A madeira foi um material amplamente utilizado nas construções coloniais, principalmente nas igrejas e templos, para estruturar cobertas, mezaninos e esquadrias (ROCHA, 2017).

Lersch (2003) destaca a madeira como sendo o primeiro material utilizado como elemento estrutural (colunas, vigas e vergas) em edificações históricas. Além do uso em pisos e forros, portas e janelas, escadas e acabamentos decorativos.

Bolina, Tutikian e Helene (2019) comentam que no passado, devido ao amplo uso da madeira e à falta de manutenção adequada, muitas construções feitas com este material apresentaram manifestações patológicas de intensidade expressiva, muitas vezes em um curto período de tempo. Isso criou a percepção de que a madeira não era um material resistente e adequado para ser utilizado como solução em sistemas estruturais.

Segundo Bertolini (2010), quando exposta aos raios solares, a madeira degrada superficialmente, o que ocasiona uma descoloração, tornando-a vulnerável ao ataque de microrganismos. A umidade e a chuva contribuem significativamente para a mudança de cor, causando degradação e ação erosiva ao elemento.

Rocha (2017) comenta que a degradação da madeira está associada à ação do intemperismo, originando o seu apodrecimento e ataques de fungos e xilófagos. Verçoza (1991) reforça que a degradação é ocasionada principalmente pela umidade e pelo ataque biológico de insetos. O autor complementa que os defeitos provocados na madeira são, em sua maioria, irreversíveis.

## **2.4 Inspeção Predial**

De acordo com Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Perícias de Engenharia (IBAPE, 2012), a inspeção predial trata-se da análise, seja ela isolada ou combinada, das condições técnicas, de uso, e de manutenção da edificação. A atividade classifica as falhas identificadas, atribuindo a elas um grau de risco e estabelecendo uma ordem de prioridade técnica para correção, além de fornecer recomendações e diretrizes para a implementação de intervenções.

A NBR 16747 (ABNT, 2020), define as diretrizes, conceitos, terminologia e procedimentos relacionados à inspeção predial, visando uniformizar a metodologia, estabelecendo métodos e etapas mínimas da atividade. A norma se aplica às edificações de qualquer tipologia, públicas ou privadas, para avaliação global da estrutura.

Gomide *et al.* (2020) consideram a inspeção predial fundamental para a preservação de uma edificação, uma vez que suas etapas visam prevenir a deterioração precoce do imóvel, acidentes subsequentes e custosas manutenções decorrentes do agravamento de danos.

Em síntese, a norma para inspeção predial foi criada com base na necessidade de garantir a segurança dos ocupantes e para preservação do patrimônio construído. Uma vez sabida sua importância, é necessário que a inspeção esteja atrelada à correta manutenção predial, evitando a ocorrência de acidentes e desastres.

### 2.4.1 Níveis de Inspeção

A Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), define três níveis de inspeção categorizados de acordo com a complexidade, levando em consideração suas especificidades técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

- Nível 1: inspeção realizada em edificações que possuem características simples em termos de sistemas e componentes construtivos, exigindo uma análise menos detalhada. Neste nível, é necessária a atuação de um profissional habilitado em uma especialidade;
- Nível 2: inspeção realizada em edificações de média complexidade técnica, em termos de elementos construtivos relacionados à operação e manutenção. A inspeção é comumente aplicada em edifícios com vários pavimentos, sendo necessária a atuação de profissionais habilitados em uma ou mais especialidades;
- Nível 3: inspeção geralmente realizada em edificações com sistemas construtivos com automação ou com vários pavimentos, que possuem elementos construtivos sofisticados relacionados à operação e manutenção. Neste nível de inspeção, é obrigatória a execução na edificação de manutenção com base na NBR 5674 (ABNT, 2012). É necessária a atuação de profissionais habilitados com mais de uma especialidade.

## 2.5 Manutenção Predial

A NBR 15575-1 (ABNT, 2021) define a manutenção como o conjunto de atividades para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus elementos, de modo a atender às necessidades e garantir a segurança dos seus usuários.

A gestão do sistema de manutenção de edificações é estabelecida pela NBR 5674 (ABNT, 2012). A Norma contempla os requisitos essenciais para prevenir a depreciação dos sistemas construtivos, equipamentos e componentes. Um dos procedimentos recomendados é o planejamento anual das atividades de manutenção. Com este planejamento, é possível estabelecer um programa de manutenção adequado, que contemple atividades preventivas, corretivas e de manutenção.

É necessário destacar que, a NBR 5674 (ABNT, 2012) enfatiza a necessidade

prévia de uma infraestrutura técnica, de material, financeira e de recursos humanos, capaz de atender aos diferentes tipos de manutenção necessários, a saber:

- a) Manutenção Rotineira: caracterizada por atividades padronizadas com fluxo permanente, como limpeza e lavagem de áreas comuns;
- b) Manutenção Corretiva: neste tipo de manutenção o foco está na resolução do problema identificado, tem como objetivo realizar os reparos quando ocorre um problema.
- c) Manutenção Preventiva: é realizada em intervalos predeterminados ou seguindo critérios prescritos, seu objetivo é reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação do funcionamento de um item.

Deste modo, depreende-se que, a manutenção predial é uma das etapas fundamentais para manter qualquer edificação em boas condições de uso. Esta atividade tem papel importante na preservação do desempenho e maximização da vida útil das construções, além de contribuir para segurança e conforto dos usuários. Investir em manutenção predial é essencial para garantir a eficiência e durabilidade das edificações ao longo do tempo.

## **2.6 Mapa de Danos**

Tirello e Correa (2012) afirmam que o mapa de danos é um documento gráfico que fornece informações sobre o estado geral de preservação de uma edificação, destacando as alterações em sua estrutura e materiais ao longo do tempo. Além disso, o mapa de danos também indica a evolução do estado de conservação, evidenciando os níveis quantitativos, qualitativos e a intensidade da degradação atual do imóvel.

O processo de elaboração do mapa de danos é dividido em três etapas: identificação das manifestações patológicas, marcação das anomalias nas plantas das fachadas e registros fotográficos (TINOCO, 2009).

Na fase de identificação da anomalia, Tinoco (2009) emprega uma abordagem indireta que utiliza ações não destrutivas, análise documental e interpretação dos dados encontrados para fundamentar suposições e conclusões sobre o diagnóstico de danos da edificação em estudo.

Para Dias (2018), o mapeamento de danos deve anteceder qualquer projeto e/ou intervenção de restauro, independente da complexidade do objeto. Uma vez que, este levantamento retrata o estado de conservação em que se encontra a edificação.

Em resumo, compreende-se que o mapa de danos desempenha um papel fundamental no levantamento das manifestações patológicas nas edificações, oferecendo um registro gráfico detalhado do estado de conservação. É uma ferramenta indispensável para profissionais envolvidos na preservação e reabilitação de edifícios, auxiliando na prevenção de acidentes e na garantia da segurança.

### 2.6.1 Ficha de Identificação de Danos

A elaboração do mapa de danos requer a coleta de várias informações durante o processo de levantamento e investigação. Dada a extensa quantidade de informações colhidas durante estes processos, Tinoco (2009) considera indispensável a criação de uma base de dados para a elaboração do mapa de danos. Esta base consiste nas Fichas de Identificação de Danos (FIDs), que são registros primários do sistema de inspeção e manutenção de uma edificação e servem como componente essencial para a produção do mapa de danos.

De acordo com Tinoco (2009), é recomendável que as fichas sejam feitas em folhas avulsas, visando facilitar futuras verificações e análises, bem como a elaboração de relatório, pesquisas ou até mesmo o mapa de danos. Estas fichas devem conter as seguintes informações:

- Conduatas;
- Data da vistoria;
- Denominação e/ou caracterização do dano;
- Espaço livre para possíveis observações;
- Identificação do componente ou elemento construtivo;
- Ilustrações (foto ou desenho);
- Manifestação ou sintoma: sua causa, natureza, origem e agentes;
- Numeração de classificação;
- Profissional responsável pela coleta das informações.

## 2.7 Metodologia GDE/UnB

A Metodologia GDE/UnB, foi elaborada pelo Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília (PECC/UnB). Segundo Boas *et al.* (2018), esta ferramenta permite realizar a avaliação quantitativa do grau de deterioração de estruturas de concreto, através da análise e quantificação das manifestações patológicas e suas evoluções. São atribuídos valores às anomalias encontradas para avaliação do estado de conservação das estruturas, viabilizando a definição de prioridades para realização de intervenções e manutenções.

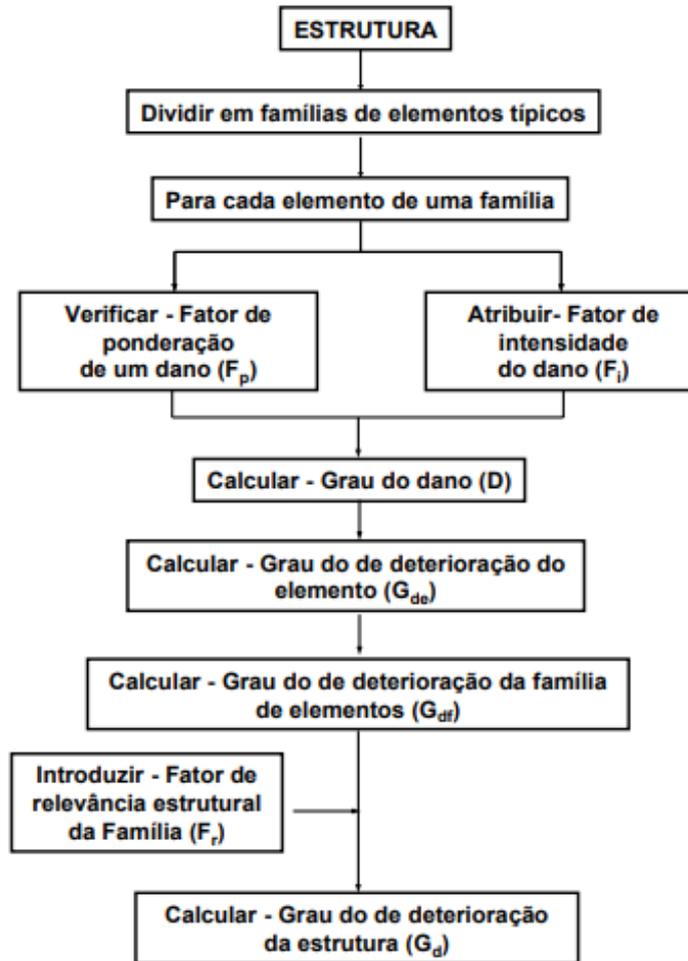
De acordo com Solano (2019), esta metodologia foi desenvolvida por Castro em 1994, dentro do programa proposto pela Universidade de Brasília. A partir da aplicação de pesquisas, a ferramenta foi aperfeiçoada por diversos autores dentro do programa. Lopes (1998), Boldo (2002), Fonseca (2007) e Euqueres (2011) foram alguns deles.

Boas *et al.* (2008) destacam que a metodologia pode ser aplicada em edificações com diferentes tipos de estrutura, por meio de inspeções e análises, avaliando tanto os elementos estruturais isoladamente, quanto o edifício como um todo. Os autores complementam que a ferramenta é uma excelente aliada nas atividades de manutenção corretiva, permitindo indicar os elementos que possuem problemas com maior gravidade e/ou urgência, facilitando a tomada de decisão, no âmbito técnico-financeiro das intervenções.

Para implementação da Metodologia GDE/UnB, foi desenvolvido por Castro (1994) um fluxograma que representa de forma sequencial as etapas do processo (Figura 4).

Dentro do contexto, é interessante destacar que, a metodologia GDE/UnB tem uma abordagem estruturada, composta por uma série de atividades realizadas tanto em campo quanto em escritório. Através destas ações, é possível obter um valor final que representa o grau de deterioração da estrutura, sendo fundamental para o planejamento e execução de medidas corretivas e preventivas.

**Figura 4** - Fluxograma da metodologia para o cálculo do grau de deterioração da estrutura



Fonte: Castro (1994, pág. 56)

### 2.7.1 Classificação das Famílias de Elementos

“As edificações objeto de inspeção são subdivididas, segundo as características estruturais de seus elementos componentes, em grupos que formam as denominadas famílias de elementos” (CASTRO, 1994).

Castro (1994) afirma que no caso de edificações usuais com estrutura de concreto armado, podem ser definidas as seguintes famílias:

- blocos;
- cortinas;
- elementos de composição arquitetônica;
- escadas e rampas;
- juntas de dilatação;
- lajes;

- pilares;
- reservatório superior e inferior;
- vigas.

Castro (1994) complementa que de acordo com as características particulares de cada estrutura, as famílias de elementos podem ser divididas de forma diferente e também podem se acrescentadas outras famílias, de acordo com o interesse de avaliação.

### 2.7.2 Fator de Ponderação do Dano ( $F_p$ )

Fonseca (2007) afirma que o Fator de ponderação do dano visa quantificar a importância relativa de um determinado dano, no que se refere às condições gerais de estética, funcionalidade e segurança. Sendo assim, existe um grau de escala que varia de 1 a 5, determinado para cada manifestação encontrada em função da família de elementos. Os valores da escala foram determinados segundo os anexos de A a E.

### 2.7.3 Fator de Intensidade do Dano ( $F_i$ )

Segundo Fonseca (2007), o Fator de intensidade do dano classifica o nível de gravidade e a evolução do dano em uma escala variante de 0 a 4.

Esta classificação é realizada de acordo com a Tabela 2 e com auxílio dos anexos F, G e H.

**Tabela 2** - Classificação das lesões em elementos

<b>Classificação</b>	<b>Fator de Intensidade (<math>F_i</math>)</b>
Elementos sem lesões	0
Elementos com lesões leves	1
Elementos com lesões toleráveis	2
Elementos com lesões graves	3
Elementos em estado crítico	4

**Fonte:** Fonseca (2007, p. 165)

#### 2.7.4 Grau do Dano ( $D$ )

Entende-se que, o grau de dano é medido através do fator de ponderação e seu fator de intensidade. Fonseca (2007) leva em considerção o modelo de evolução da corrosão de armaduras proposto por Tuutii (1982) e apresenta a Equação 1;

$$\begin{aligned} D &= 0,8 F_i F_p \quad \text{Para } F_i \leq 2,0 \\ D &= (12 F_i - 28) F_p \quad \text{Para } F_i > 2,0 \end{aligned} \quad (1)$$

Onde:

$F_i$ : Fator de intensidade do dano;

$F_p$ : Fator de ponderação do dano.

#### 2.7.5 Grau de Deterioração do Elemento ( $G_{de}$ )

O grau de deterioração de um elemento estrutural isolado ( $G_{de}$ ) é determinado em função das manifestações dos danos detectados no elemento pela inspeção, a partir do fator de intensidade atribuído a cada dano ( $F_i$ ) (CASTRO, 1994).

Lopes (1998) modificou a metodologia e a partir do valor do grau de dano, foi possível obter o grau de deterioração conforme a Equação 2.

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \quad (2)$$

Onde:

$G_{de}$ : Grau de deterioração de um elemento estrutural;

$D_{m\acute{a}x}$ : Maior grau de dano no elemento;

$m$ : Número de danos detectados no elemento;

$D_i$ : Grau do dano de ordem ( $i$ ).

As medidas a serem adotadas, conforme Quadro 1, são classificadas de acordo o nível de deterioração do elemento estrutural, obtido por meio da Equação 2.

**Quadro 1 - Classificação dos níveis de deterioração do elemento**

<b>Nível de deterioração</b>	$G_{de}$	<b>Ações a serem adotadas</b>
Baixo	0 – 15	Estado aceitável; Manutenção preventiva.
Médio	15 – 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção; Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos).
Alto	50 – 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada; Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano).
Sofrível	80 – 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada; Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial; Planejar intervenção imediata.

**Fonte:** Fonseca (2007, p.178)

#### 2.7.6 Grau de Deterioração da Família de Elementos ( $G_{df}$ )

Para o cálculo do grau de deterioração de uma família de elementos ( $G_{df}$ ), usa-se a média aritmética apenas dos graus de deterioração daqueles elementos com  $G_{de} \geq 15$ . Assim, tem-se a expressão dada pela Equação 3.

$$G_{df} = G_{de\max} \left[ \sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m G_{de(i)} - G_{de\max}}{\sum_{i=1}^m G_{de(i)}}} \right] \quad (3)$$

Onde:

$G_{df}$ : Grau de deterioração de uma família de elementos;

$G_{de\max}$ : Grau de deterioração máxima do elemento;

$G_{de(i)}$ : Grau de deterioração do elemento de ordem (i).

### 2.7.7 Fator de Relevância Estrutural da Família de Elementos ( $F_r$ )

O fator de relevância estrutural ( $F_r$ ) considera a importância das diversas famílias de elementos (CASTRO, 1994). É obtido dividindo os tipos de elementos estudados, considerando o valor dessas peças a partir da Tabela 3.

**Tabela 3** - Fatores de relevância de uma família de elementos

<b>Famílias de Elementos</b>	<b>Fator de Relevância Estrutural (<math>F_r</math>)</b>
Elementos de composição arquitetônica	1,0
Reservatório superior	2,0
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias e juntas de dilatação	3,0
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários	4,0
Vigas e pilares principais	5,0

**Fonte:** Fonseca (2007, p.179)

### 2.7.8 Grau de Deterioração da Estrutura ( $G_d$ )

O grau de deterioração da estrutura é obtido a partir da Equação 4.

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_r(i) G_{df}(i)}{\sum F_r} \quad (4)$$

Onde:

$G_d$ : Grau de deterioração global da estrutura;

k: Número de famílias de elementos presentes na edificação;

$F_r$ : Fator de relevância estrutural;

$G_{df}$ : Grau de deterioração de uma família de elementos.

Após a obtenção do grau de deterioração da estrutura, é feita a classificação do nível de deterioração, conforme a Quadro 2.

**Quadro 2** - Classificação dos níveis de deterioração da estrutura

<b>Nível de deterioração</b>	$G_{de}$	<b>Ações a serem tomadas</b>
Baixo	0 – 15	Estado aceitável; Manutenção preventiva.
Médio	15 – 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção; Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos).
Alto	50 – 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada; Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano).
Sofrível	80 – 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada; Planejar intervenção em longo em curto prazo (máx. 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial; Planejar intervenção imediata.

**Fonte:** Fonseca (2007, p.17)

Os níveis de deterioração encontrados auxiliarão na definição e no planejamento das ações de manutenção, intervenção, como também nas estratégias para realização de inspeções.

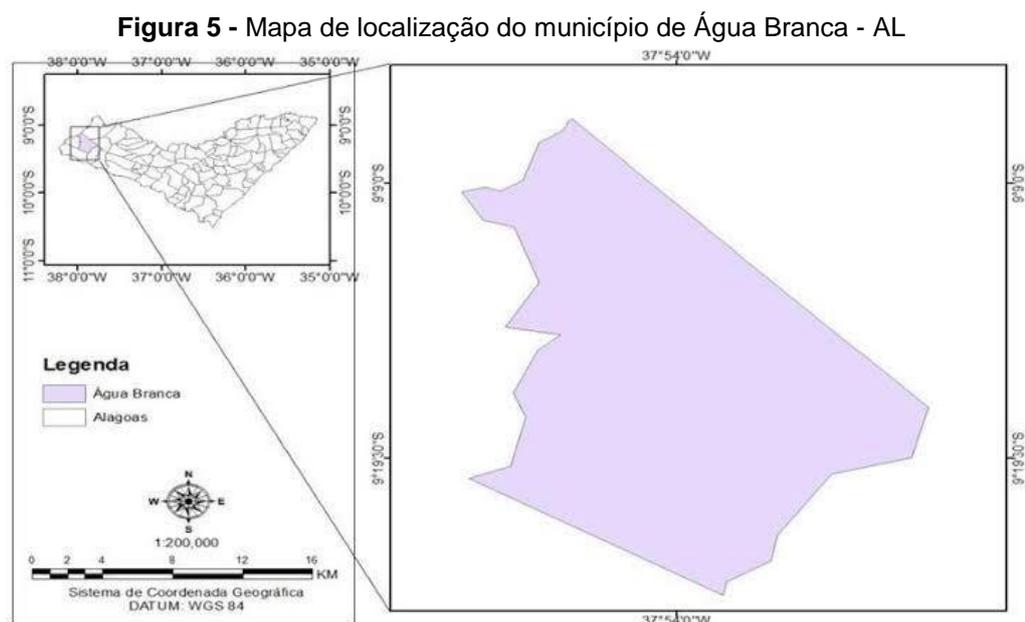
### 3 METODOLOGIA

Todo o percurso metodológico, materiais e métodos utilizados para a execução da pesquisa, estão descritos neste capítulo.

#### 3.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O estudo foi realizado no município de Água Branca - AL (Figura 5), situado geograficamente na região Nordeste do Brasil, mais precisamente na porção oeste do estado de Alagoas, correspondendo à microrregião do sertão alagoano. Suas coordenadas geográficas estão localizadas a 09°15'39" de latitude sul e a 37°56'10" de longitude oeste (LISTO; MÜTZENBERG; TAVARES, 2016). A cidade fica a 308 km de distância da capital, possui área territorial de aproximadamente 468,229 km<sup>2</sup> e população de 19.008 habitantes (IBGE, 2022).

A altitude média do município é de aproximadamente 570 metros e, por esta razão, possui um padrão de valores de temperatura e precipitação diferente das regiões do seu entorno. No verão, chegando à máxima de 38°C e no inverno, mínima de 12°C (LISTO; MÜTZENBERG; TAVARES, 2016). A cidade tem como limites territoriais: ao norte, Mata Grande (AL) e Inhapi (AL); ao sul, Delmiro Gouveia (AL); a oeste, Pariconha (AL) e Tacaratu (PE); e a Leste, Olho D'Água do Casado (AL).



Fonte: Listo, Mützenber e Tavares (2016, p. 202)

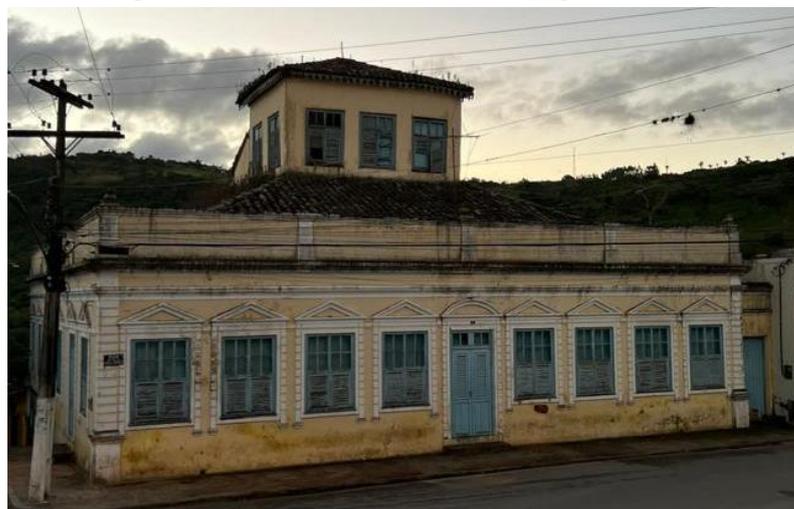
É incontestável a força expressiva que as edificações históricas têm na formação da identidade dos indivíduos, uma vez que os elementos urbanos conseguem trazer representatividade a uma comunidade. A cidade de Água Branca - AL tem sua história marcada por expressões culturais, políticas, e religiosas. À vista disso, a edificação abordada durante o trabalho é o Casarão da Baronesa de Água Branca.

A escolha do objeto de estudo foi motivada por se tratar de uma edificação muito antiga, que abrigou várias gerações de uma família e que faz parte da história da cidade. Além disso, constata-se que o prédio em questão necessita de manutenções periódicas, inclusive decorre de longos períodos sem quaisquer tipos de reparos.

### 3.1.1 Casarão da Baronesa de Água Branca

O casarão da baronesa (Figura 6) é uma importante referência no cenário urbano e arquitetônico da cidade. Construído em 1860 pelo Capitão-Mor Joaquim Antônio de Siqueira Torres, o então Barão de Água Branca<sup>6</sup>, para sua esposa, a Baronesa Joanna Vieira de Sandes. Localizado no centro da cidade (Figura 7), o casarão possui 1026,35 m<sup>2</sup> de área construída é um dos imóveis mais antigos da região e representa um dos maiores patrimônios para história do povoamento do sertão de Alagoas.

**Figura 6** - Casarão da Baronesa de Água Branca - AL



**Fonte:** Autora (2023)

---

<sup>6</sup> O título honorífico de Barão de Água Branca foi dado pelo Imperador Dom Pedro II.

Sobre as características do imóvel, Feitosa (2014) cita que o edifício possui uma sobreposição harmoniosa de elementos próprios da arquitetura colonial, presentes nas primeiras ocupações urbanas brasileiras e do neoclassicismo vigente no país. O autor comenta que, embora a construção quisesse seguir o padrão das elites, devido à falta de materiais adequados e mão de obra local deficiente, a estética neoclássica ficava circunscrita apenas à fachada.

Com apenas um pavimento e telhado em quatro águas, destaca-se no entorno pela sua volumetria singular, grandes dimensões e fachada marcada por uma relação harmoniosa entre cheios e vazios, onde se destaca a sequência de janelas em verga reta, encimadas por frontões triangulares. Confere personalidade a edificação a presença de uma camarinha<sup>7</sup> central, em forma de torre, que se eleva acima do telhado, com delicados lambrequins<sup>8</sup> recortados em madeira (FEITOSA, 2014).

**Figura 7 -** Mapa de situação do imóvel



**Fonte:** Autora (2023)

<sup>7</sup> Na arquitetura particular antiga, era costume a construção de pequenos aposentos superiores, acima do último pavimento normal, constituía um minúsculo andar, geralmente servindo de dormitório, conhecido também como água furçada.

<sup>8</sup> Nome dado ao rendilhado de madeira, geralmente usado na decoração das extremidades dos beirais.

Segundo Feitosa (2014), o Casarão da Baronesa é um dos imóveis localizados no centro da cidade que é tombado pelas Leis Municipais de nº 388/96 e nº 447/01. O autor destaca que embora o processo de tombamento beneficie os imóveis com a preservação, proteção, vigilância, entre outros, é notada a falta de manutenção e fiscalização por parte do órgão municipal.

Contudo, de acordo com Luna (2021), após negociação com os herdeiros do imóvel, a Prefeitura Municipal de Água Branca anunciou a compra do Casarão da Baronesa. O intuito dos gestores é transformar o prédio em um espaço museológico e de preservação do patrimônio material e imaterial.

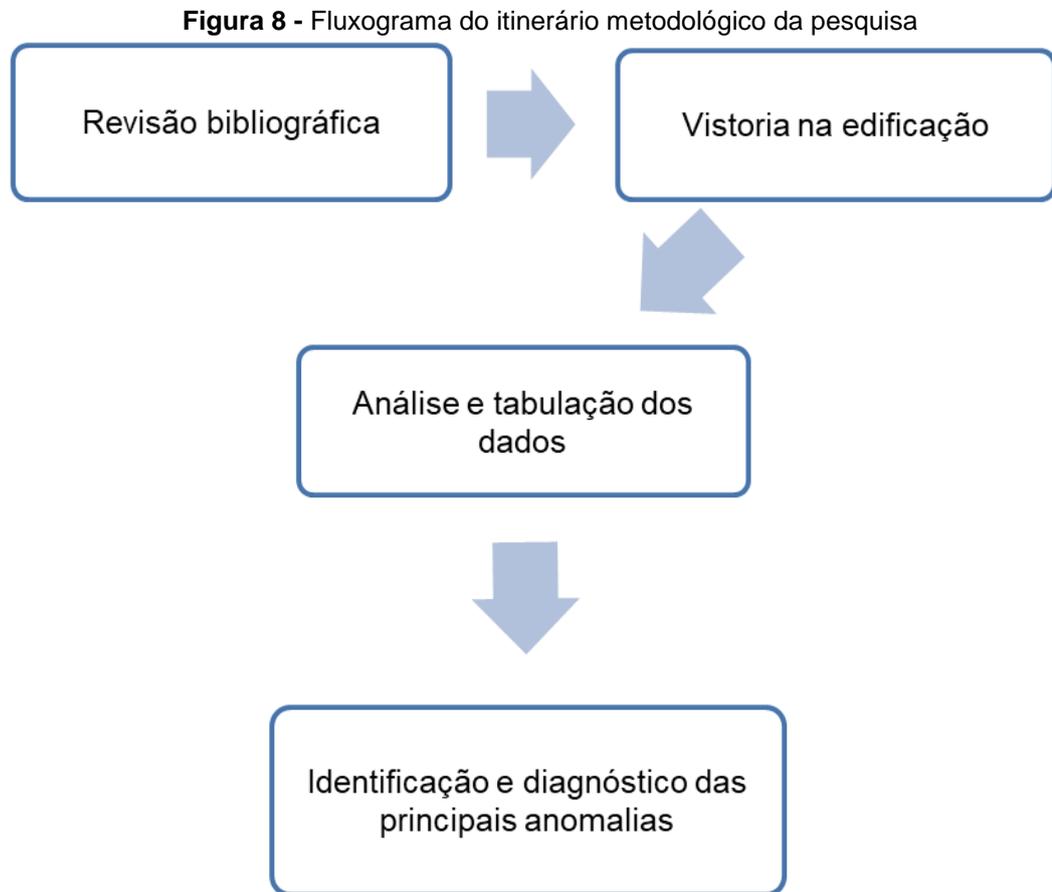
É importante frisar que o imóvel não possui nenhuma planta baixa e que devido a restrições de acesso por comprometimento de alguns cômodos, foi inviável desenvolver este desenho técnico.

### **3.2 Classificação da Pesquisa**

A pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica, uma vez que utiliza referências já disponíveis, obtidas por meio de pesquisas anteriores relacionadas ao tema, em arquivos como livros, teses, artigos científicos, entre outros. Classifica-se também como estudo de caso, pois explora situações, preservando o objeto de análise e tratando-o sem interferência, com o intuito de descrever, formular hipóteses e teorias para o problema, podendo apontar as possíveis causas de determinados fenômenos.

### 3.3 Procedimentos Metodológicos

As etapas metodológicas da pesquisa estão apresentadas na Figura 8.



Fonte: Autora (2023)

#### 3.3.1 Revisão Bibliográfica

A busca por bibliografias se deu por meio da utilização de palavras-chaves sobre o assunto, em plataformas de pesquisa como a *SciELO*, Google Acadêmico e periódicos do portal da CAPES, além de bibliotecas *online* e material físico.

#### 3.3.2 Vistoria na Edificação

O procedimento foi realizado por meio de análise visual e tátil, através de métodos não destrutivos, a inspeção visual ocorreu pelo método indireto que, de

acordo com Tinoco (2009), corresponde às investigações que são realizadas de maneira analítica, através de ações não destrutivas, por meio da interpretação de documentos gráficos, escritos, iconográficos e testemunhos orais.

Nesta vistoria utilizou-se 01 (uma) trena a *laser* e 01 (um) *smartphone*, para caracterização da geometria dos elementos e registro dos fenômenos patológicos existentes. Todo o processo foi realizado na companhia de um responsável pelo prédio.

Para subsidiar as fichas de identificação de danos, foram empregados os registros e anotações gráficas e fotográficas dos danos existentes nas fachadas da edificação. O mapa de danos foi elaborado a partir dos registros destas fichas, sendo representados graficamente através dos softwares SketchUp e CorelDRAW.

### 3.3.3 Análise e Tabulação dos Dados

Em seguida, com o auxílio dos registros fotográficos, das fichas de identificação de danos e de planilhas elaboradas no Excel, iniciou-se a etapa de tabulação dos dados. Com isso foi possível organizar as informações obtidas para avaliar e caracterizar as manifestações.

### 3.3.4 Identificação e Diagnóstico das Principais Anomalias

Após o embasamento teórico e o minucioso levantamento e organização dos dados da edificação analisada, foi possível identificar as manifestações patológicas mais frequentes e suas possíveis causas. Além disso, com a aplicação da metodologia GDE/UnB revisada por Fonseca (2007), por meio da caracterização das famílias, identificação dos danos e atribuição dos fatores de intensidade, determinou-se o valor numérico que representa o grau de deterioração da estrutura, além de quantificar e priorizar a correção dos danos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização das análises e diagnóstico das manifestações patológicas presentes no edifício em questão, foram identificadas as prováveis causas, origens e mecanismos de ocorrência dos problemas. Além disso, foram sugeridas terapias corretivas para tratar as anomalias identificadas.

A seguir, as principais manifestações patológicas da edificação em estudo são apresentadas e analisadas, separando-as em tópicos.

### 4.1 Levantamento das Manifestações Patológicas

#### 4.1.1 Deslocamento do Revestimento com Exposição da Alvenaria

Esta manifestação é caracterizada pelo descolamento de todo revestimento na forma de placas endurecidas, expondo a alvenaria de vedação. Na Figura 9 é possível observar o destacamento de uma fração do revestimento na parte externa da edificação.

Figura 9 - Deslocamento do revestimento com exposição da alvenaria



Fonte: Autora (2023)

**Causa provável:** Baixa adesão entre argamassa e substrato, devido à preparação inadequada da superfície, bem como pela ausência de chapisco. Argamassa muito rica, caracterizada proporção cal-areia superior a 1:3.

**Origem:** Especificação dos materiais e componentes. Produção da argamassa. Execução em obra.

**Mecanismos de ocorrência:** Devido à baixa aderência entre a argamassa e a superfície na qual foi aplicada, ocorre a ruptura de uma porção deste revestimento em relação ao todo, onde a argamassa endurecida descola-se do substrato, culminando em um colapso localizado.

**Conduta a seguir:** Verificação por meio de percussão dos pontos onde o revestimento apresenta som cavo, que é o aspecto característico deste tipo de manifestação. Logo após, recomenda-se a demarcação da área que precisa ser recuperada. Em seguida, deve ser feita a remoção de todo reboco dessa região para limpeza e preparação correta do substrato. Por fim, realizar a aplicação de chapisco, para melhor a aderência da argamassa ao substrato.

#### 4.1.2 Deterioração da Madeira

As esquadrias, a estrutura do telhado, das lajes e pisos, são em sua totalidade de madeira. Todos estes componentes apresentam deterioração, variando do nível baixo ao sofrível. Na Figura 10 observa-se o apodrecimento da madeira de uma janela externa.

**Figura 10** - Deterioração da madeira da janela



**Fonte:** Autora (2023)

**Causa provável:** Por ser um elemento de utilização externa, fica sujeito ao contato com umidade e à incidência dos raios solares. Considera-se como um

agravante a falta de selador na madeira.

**Origem:** Especificação dos materiais e componentes. Execução em obra. Condições climáticas.

**Mecanismos de ocorrência:** Contato direto com as águas pluviais, exposição direta à radiação solar, ficando assim mais suscetível aos desgastes e degradação dos constituintes, levando à perda de suas características estéticas e posteriormente ao apodrecimento.

**Conduta a seguir:** Troca das esquadrias apodrecidas por novas peças, devidamente seladas e envernizadas.

Boa parte dos elementos da estrutura de madeira que compõem as lajes e vigas da edificação apresentaram anomalias. Na Figura 11, por exemplo, observa-se a deterioração e conseqüente perda de seção, além de manchas.

**Figura 11** - Laje e vigas com manchas, desgastes e perda de seção



**Fonte:** Autora (2023)

**Causa provável:** Envelhecimento e desgaste natural. Ataque de xilófagos, alterando a textura e coloração, bem como amolecimento e diminuição da resistência das peças afetadas. Infiltração da água das chuvas, decorrente de avarias no sistema de cobertura.

**Origem:** Ausência de manutenção e dedetização periódicas. Falhas de projeto e/ou execução do sistema de escoamento de água pluvial.

**Mecanismos de ocorrência:** A biodeterioração da madeira ocorre devido à

proliferação de insetos xilófagos no ambiente, resultando em perfurações e até perdas dos componentes. Além disso, as falhas no sistema de escoamento, permitindo que a água oriunda das chuvas penetre na cobertura da edificação e se infiltre, ocasionando o aparecimento de manchas e umidade na madeira.

**Conduta a seguir:** Dedetização do imóvel. Troca das peças que comprometem a segurança estrutural, no caso de pequenas falhas pode ser aplicada resina epóxi para preenchê-las. Faz-se necessário a manutenção do sistema de cobertura. Por fim, devem ser aplicados selantes para proteção das peças de madeira.

#### 4.1.3 Descascamento de Pintura

Observou-se nas vistorias a presença constante de anomalias no sistema de pintura, junto a manchas de umidade que iniciam na base da parede, tanto na parte interna da edificação, como na externa. Na Figura 12, por exemplo, é possível observar o descascamento do revestimento de pintura na parte inferior fachada principal da edificação.

**Figura 12 -** Descascamento da pintura



**Fonte:** Autora (2023)

**Causa provável:** Umidade por capilaridade, indicada pela presença de manchas características e pelo aspecto molhado ao tato. Irregularidade na preparação da superfície para recebimento da tinta. Ausência de manutenções.

**Origem:** Ausência de impermeabilização das fundações. Falhas na

preparação do substrato.

**Mecanismos de ocorrência:** A absorção da água de solos úmidos, por meio dos elementos construtivos, provoca uma pressão negativa na face da parede, causando o fenômeno de descascamento da pintura. Além disso, a preparação inadequada da base de aplicação possibilita o acúmulo de resíduos de poeira na superfície, levando a não aderência da tinta à base e posteriormente ao descascamento progressivo das camadas de pintura.

**Conduta a seguir:** Inicialmente, deve ser feito tratamento da área com impermeabilizante, após isso se deve delimitar uma área de 30 cm acima da manifestação ou no máximo 1 metro acima do piso, em seguida remover todo o revestimento da região, para posterior lixamento e limpeza do substrato, após isso o revestimento deve ser refeito, para posterior aplicação da pintura, respeitando as instruções do fabricante.

#### 4.1.4 Depósitos Escuros

Durante as vistorias foram identificadas a presença de manchas escuras por toda extensão superior das fachadas, a Figura 13 demonstra estas superfícies.

**Figura 13** - Presença de depósitos escuros nos adereços da fachada principal



**Fonte:** Autora (2023)

**Causa provável:** O estilo dos adereços presentes nas fachadas e as avarias nos elementos que compõem a platibanda propiciam o acúmulo, como também o escoamento da água na superfície. Contaminação da água das chuvas acumuladas.

**Origem:** Condições climáticas. Falta de manutenção.

**Mecanismos de ocorrência:** Incidência direta das partículas de água da chuva na superfície, aliado a danos nos elementos construtivos das platibandas e ao acúmulo de pó e fuligem, propiciando a formação de sujidades e ocasionando o surgimento de manchas escuras nas regiões afetadas.

**Conduta a seguir:** Fazer o reparo nos elementos danificados. Eliminar as manchas existentes, através da limpeza da superfície com água e hipoclorito de sódio e retirar a mistura com água corrente, é recomendada a utilização de lavadoras de alta pressão nesta etapa. Após secagem da área, deve ser feita a aplicação de tinta para ambientes externos com aditivos fungicidas.

Os depósitos escuros também foram identificados nos pilares externos, conforme Figura 14.

**Figura 14** - Incidência de sujidades em pilar externo



**Fonte:** Autora (2023)

#### 4.1.5 Manchas nas Paredes

É bem frequente observar a presença de manchas de umidade na alvenaria, geralmente, provenientes de problemas no sistema de cobertura. Na Figura 15 observam-se estas manchas.

**Figura 15** - Manchas de umidade



**Fonte:** Autora (2023)

**Causa provável:** A manifestação se apresenta bem próxima ao forro/telhado, concluindo-se que as manchas decorrem de infiltrações devido a irregularidades no sistema de cobertura.

**Origem:** Dimensionamento incorreto do sistema de drenagem de água pluvial. Falha de execução dos elementos da coberta e de escoamento. Falta de manutenções periódicas.

**Mecanismos de ocorrência:** A água da chuva ultrapassa a cobertura da edificação, infiltra-se na madeira e principalmente na alvenaria. Isso ocorre devido a avarias na coberta, peças do sistema de drenagem pluvial danificadas ou dimensionadas erroneamente.

**Conduta a seguir:** Realizar a manutenção do sistema de cobertura, verificar o sistema de drenagem pluvial, sobretudo as calhas e cumeeiras, se necessário, fazer a troca ou instalação de novos elementos necessários. Após as correções, deve ser feita a delimitação da área afetada, para limpeza, tratamento da superfície e aplicação de pintura com os materiais adequados.

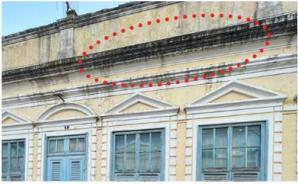
#### **4.2 Ficha de Identificação de Danos**

A partir da inspeção realizada e com base nos dados obtidos por meio dos registros fotográficos, foi possível produzir, primeiramente, as Fichas de Identificação de Danos (FIDs), conforme as Figuras de 16 a 20. As FIDs foram essenciais para

obtenção de uma visão geral das manifestações patológicas presentes nas fachadas da edificação.

Figura 16 - FID nº 01 da fachada principal

<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS</b>	<b>01/05</b>
<b>FACHADA PRINCIPAL - CASARÃO DA BARONESA DE ÁGUA BRANCA</b>	

FOTO	MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	POSSÍVEL CAUSA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>degradação da madeira</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>intempéries, falta de manutenção adequada e ação de insetos</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>depósitos escuros/sujidades</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ausência de manutenção adequada</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>deslocamento de revestimento com exposição da alvenaria</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>problemas de execução, falta de aderência do substrato, materiais de baixa qualidade ou retenção de água</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>descascamento da camada de pintura</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pintura executada em superfícies empoeiradas ou com reboco novo não selado</b></li> </ul>

Fonte: Autora (2023)

Figura 17 - FID nº 02 da fachada principal

<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS</b>	<b>02/05</b>
<b>FACHADA PRINCIPAL - CASARÃO DA BARONESA DE ÁGUA BRANCA</b>	

<b>FOTO</b>	<b>MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA</b>	<b>POSSÍVEL CAUSA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lodo e limo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excesso de umidade</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presença de vegetação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falta de manutenção periódica adequada e ação da água da chuva</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ação antrópica ou de intempéries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vandalismo, ação do tempo e/ou ausência de manutenção adequada</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• intervenção com preenchimento de argamassa cimentícia no revestimento diferente do original</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emprego de técnica inapropriada no processo de intervenção</li> </ul>

Fonte: Autora (2023)

Figura 18 - FID nº 03 da fachada principal

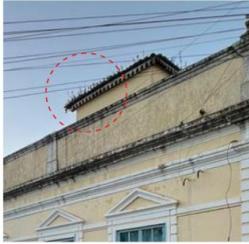
<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS</b>	<b>03/05</b>
<b>FACHADA PRINCIPAL - CASARÃO DA BARONESA DE ÁGUA BRANCA</b>	

<b>FOTO</b>	<b>MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA</b>	<b>POSSÍVEL CAUSA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>encardimento de superfície</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>falta de manutenção adequada</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>fissuras superficiais</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>retração hidráulica do cimento</b></li> </ul>

Fonte: Autora (2023)

Figura 19 - FID nº 04 da fachada lateral

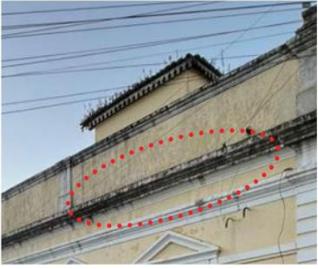
<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS</b>	<b>04/05</b>
<b>FACHADA LATERAL - CASARÃO DA BARONESA DE ÁGUA BRANCA</b>	

<b>FOTO</b>	<b>MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA</b>	<b>POSSÍVEL CAUSA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presença de vegetação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falta de manutenção periódica adequada e ação da água da chuva</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• intervenção com preenchimento de argamassa cimentícia no revestimento diferente do original</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emprego de técnica inapropriada no processo de intervenção</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lodo e limo</li> <li>• descascamento da camada de pintura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excesso de umidade</li> <li>• pintura executada em superfícies empoeiradas ou com reboco novo não selado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manchas de umidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infiltração por capilaridade devido à falta de impermeabilização do alicerce</li> </ul>

Fonte: Autora (2023)

Figura 20 - FID nº 05 da fachada lateral

<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS</b>	<b>05/05</b>
<b>FACHADA LATERAL - CASARÃO DA BARONESA DE ÁGUA BRANCA</b>	

<b>FOTO</b>	<b>MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA</b>	<b>POSSÍVEL CAUSA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• depósitos escuros/sujidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausência de manutenção adequada</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• degradação da madeira</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• intempéries, falta de manutenção adequada e ação de insetos</li> </ul>

Fonte: Autora (2023)

Dentre as manifestações identificadas nas fachadas, as mais incidentes foram: descascamento de pintura, depósitos escuros/sujidades, degradação da madeira, manchas de umidade e presença de vegetação.

#### 4.3 Mapas de Danos

Com o auxílio das FIDs e dos registros fotográficos, realizou-se a elaboração dos mapas de danos. Na projeção destes mapas, foram utilizados elementos que, ao serem sobrepostos, não ocultassem o dano, pois é sabido que duas ou mais manifestações podem ocorrer simultaneamente em uma mesma área. A Figura 21 traz a representação gráfica dos mapas de danos das fachadas.

Figura 21 - Mapa de danos das fachadas lateral e frontal



Fonte: Autora (2023)

#### **4.4 Análise dos Dados pela Metodologia GDE/UnB**

Através da metodologia GDE/UnB, os elementos da edificação e seus respectivos danos foram avaliados de forma individual. Foram identificados nos pilares (Apêndice A): deslocamentos, manchas e umidades; nas escadas (Apêndice B): biodeterioração e umidade; nos elementos de composição arquitetônica (Apêndice C): biodeterioração, desagregação, deslocamento, descascamento de pintura, umidade, fissuras e manchas; nas vigas (Apêndice D): umidade, biodeterioração e manchas; nas lajes (Apêndice E): umidade, biodeterioração e manchas.

Para determinação do grau de deterioração da estrutura, foram utilizados os valores do fator de relevância, dispostos no Quadro 4, de acordo com a família de elementos típicos. A partir dos fatores de ponderação e de intensidade especificados, foi possível determinar o grau de dano, o grau de deterioração dos elementos e da família de elementos típicos, conforme as Equações de 1 a 3. Por meio da Equação 4 foi possível determinar o grau de deterioração da estrutura. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 4.

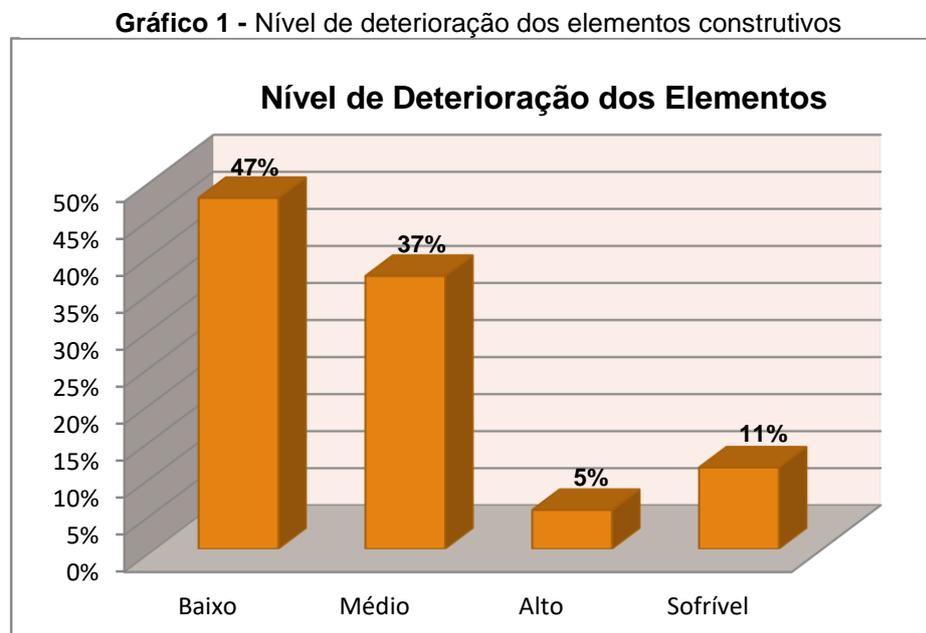
**Tabela 4** - Aplicação da metodologia GDE/UnB - Cálculo do grau de deterioração da estrutura

Elementos	Grau do dano (D)	Grau do dano máximo (Dmáx)	Grau de deterioração de um elemento (Gde)	Nível de deterioração dos elementos	Gde máx	Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf)	Nível de deterioração da família de elementos	Fator de relevância estrutural (Fr)	Grau de deterioração da estrutura (Gd)	Nível de deterioração da estrutura
Pilar 1	9,6	4,8	7,2	Baixo	33	33	Médio	5	66,98	Alto
Pilar 2	12	4,8	7,68	Baixo						
Pilar 3	38,4	24	33	Médio						
Pilar 4	19,2	4,8	8,4	Baixo						
Pilar 5	14,4	4,8	8	Baixo						
Somatório	-	-	64,28	-	-	-	-	-		
Escada 1	9,6	4,8	7,2	Baixo	37,091	47,174	Médio	1		
Somatório	-	-	7,2	-						
Elemento 1	33,6	24	30,857	Médio						
Elemento 2	52,8	24	37,091	Médio						
Elemento 3	30,4	24	29	Médio						
Elemento 4	12,8	4,8	7,8	Baixo						
Elemento 5	19,2	4,8	8,4	Baixo						
Somatório	-	-	113	-						
Viga 1	108	60	86,667	Sofrível	86,667	114,405	Crítico	4		
Viga 2	108	60	86,667	Sofrível						
Viga 3	72	24	40	Médio						
Viga 4	9,6	4,8	7,2	Baixo						
Viga 5	64,8	60	64,444	Alto						
Viga 6	28,8	24	28	Médio						
Viga 7	33,6	24	30,857	Médio						
Somatório	-	-	344	-	-	-	-	-		
Laje	4,8	4,8	4,8	Baixo	-	-	-	4		
Somatório	-	-	4,8	-					-	-

Fonte: Autora (2023)

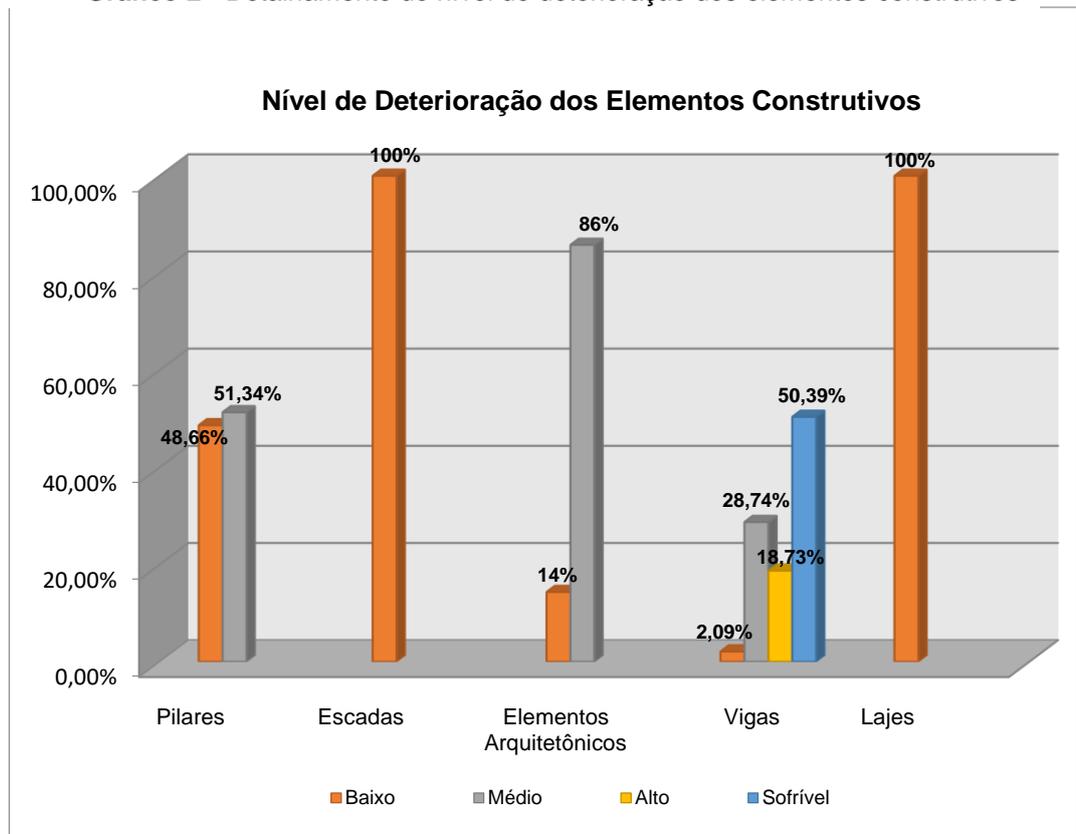
Conforme se observa na Tabela 4, o grau de deterioração da edificação é igual a 66,98. Este valor demonstra que se trata de um nível de deterioração alto. Posto isso, a metodologia sugere intervenção no prazo máximo de 01 (um) ano, além de ser necessária inspeção detalhada em um espaço menor de tempo para acompanhamento da evolução das manifestações patológicas.

Os níveis de deterioração dos elementos construtivos estão expostos na quinta coluna da Tabela 4. Sendo que, 47% dos elementos estão classificados como nível baixo, 37% como nível médio, 5% como nível alto e 11% como nível sofrível. O Gráfico 1 demonstra o levantamento destes resultados.



Fonte: Autora (2023)

Cada elemento possui um nível de deterioração, sendo este de acordo com o dano sofrido, deste modo, nota-se que as escadas e lajes apresentam 100% de nível baixo, os pilares 51,34% de nível médio, já os elementos arquitetônicos tem 86% de nível médio. O destaque se dá às vigas, onde 50,39% apresentam nível sofrível. O Gráfico 2 detalha estes dados.

**Gráfico 2 - Detalhamento do nível de deterioração dos elementos construtivos**

Observa-se que os elementos, em sua maioria, apresentam baixo nível de deterioração, seguidos dos níveis médio, sofrível e alto. Levando em consideração a idade da edificação e a falta de manutenção ao longo do tempo, tornam-se, de certa forma, admissíveis os níveis de deterioração apresentados.

É importante destacar que, embora o grau de deterioração tenha sido determinado, esta metodologia gerou dúvidas e dificuldades para o usuário durante a manipulação, uma vez que não possui um padrão para consideração dos danos que se sobrepõem na estrutura ou que muitas vezes não são perceptíveis a olho nu. Além disso, o fator de ponderação do dano se torna limitado, pois não dá margem para considerar outros aspectos que influenciam no surgimento dos danos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das vistorias, verificou-se que as manifestações patológicas que mais ocorrem estão associadas, principalmente, a presença de umidade nos ambientes como manchas e danos no sistema de revestimento. Outra manifestação bem incidente é a deterioração da madeira, sendo este o elemento construtivo responsável por boa parte das características arquitetônicas e estruturais da edificação.

A observação das expressões características de cada manifestação foi indispensável na determinação das possíveis causas destas anomalias, como também o embasamento teórico utilizado na suposição do mecanismo responsável por cada ocorrência. Também foram constatadas as diversas origens, como falhas de projetos, de execução e uso de materiais inadequados.

Depois do diagnóstico, foram prescritas as terapias adequadas aos problemas identificados. Para cada conduta levou-se em consideração as práticas atuais na construção civil e mais adequadas para edificações antigas.

Destaca-se a relevância do mapa de danos e das fichas de identificação de danos, já que simplificaram a visualização de cada manifestação patológica, mostrando de forma prática a locação dos problemas e a dimensão destas lesões nas fachadas, auxiliando de forma significativa na determinação do melhor plano para a recuperação e/ou restauração da edificação.

A metodologia GDE/UnB se mostrou eficiente na quantificação e priorização do estado dos elementos da edificação, determinando de forma objetiva o grau de deterioração da estrutura, que foi igual a 66,98, sendo este caracterizado como nível de deterioração alto.

Por fim, mediante toda análise e estudo, conclui-se que a edificação apresenta um nível considerável de comprometimento, uma vez que todos os elementos construtivos apresentam algum tipo de agravo. É imprescindível a realização de manutenções periódicas, a criação de um programa de intervenção no prazo máximo de 01 (um) ano, que atenda às necessidades específicas do imóvel, além de um plano de gestão de preservação.

## **5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros**

Em pesquisas futuras, recomenda-se um estudo orçamentário para implementação de um programa de intervenção, além disso, sugere-se o uso de câmera termográfica como ferramenta para identificação e acompanhamento das manifestações patológicas, auxiliando principalmente, no reconhecimento das anomalias que não são visíveis a olho nu.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão e manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16747: INSPEÇÃO PREDIAL - Diretrizes, Conceitos, Terminologias e Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2020.
- BAUERMANN, C. V. **Patologias provocadas por umidade em edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Anápolis, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/23086?locale=pt\\_BR](https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/23086?locale=pt_BR)>. Acesso em: 09 jun. 2023.
- BENDER, R. **Estudo de patologias da casa da cultura “Lydia Frey” município de FRAIBURGO/SC.** Universidade do Alto Vale do Rio de Peixe - Uniarp. Caçador, 2016.
- BERNARDI, D. F. **Análise das manifestações patológicas nas fachadas do hospital casa de saúde de Santa Maria, RS.** 2021, 195 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2021. Disponível em: <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23181/DIS\\_PPGAUP\\_2021\\_BERNARDI\\_DANIELI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23181/DIS_PPGAUP_2021_BERNARDI_DANIELI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- BERTI, J. V. M.; DA SILVA JÚNIOR, G. P.; AKASAKI, J. L. **Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto.** Revista Científica ANAP Brasil, v. 12, n. 26, 2019. Disponível em: <[https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap\\_brasil/article/view/2228/2071](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2228/2071)>. Acesso em: 15 jun. 2023
- BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação e prevenção.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 408 p.
- BERTOTTI, G. **Levantamento das manifestações patológicas observadas em revestimentos argamassados.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- BOAS, E. L. B. V. *et al.* **Aplicação de metodologia GDE/UNB em uma edificação habitacional: estudo de caso em Águas Lindas de Goiás - GO.** Anais do 60º Congresso Brasileiro do Concreto, set. de 2018.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia de Estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 320 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 25 ago. 2022.

CAPORRINO, C. F. **Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassados**. São Paulo: PINI, 2015.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. 1994. 129 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Civil, Brasília, 1994.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Braga (Portugal): 2009.

CONFERÊNCIA GERAL DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Recomendação Paris**. Paris, 2003.

CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS – ICOMOS. **Carta de Florença**. Florença, 1981.

CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS – ICOMOS. **Carta de Veneza**. Veneza, 1964.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura**. *Téchne*, São Paulo, n. 160, p. 56-60, 2010.

COSTA, A. S.; ZANCAN, E.C. **Inspeção predial: estudo de caso de um edifício residencial, Criciúma-SC**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/1534>. Acesso em: 09 jun. 2023.

DIAS, J. G. **Guia fundamental de trincas patologias nas edificações**. Solidifica Engenharia Geotécnica, 2018.

DRUMOND, F. Inverno: dicas para evitar e acabar com o bolor, o mofo e o limo. **Revista casa e jardim**, 2022. Disponível em: <<https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Dicas/Manutencao/noticia/2022/06/inverno-dicas-para-evitar-e-acabar-com-o-bolor-o-mofo-e-o-limo.html>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ESCRITÓRIO INTERNACIONAL DOS MUSEUS SOCIEDADE DAS NAÇÕES. **Carta de Atenas**. Atenas, 1931.

FEITOSA, E. A. **Água Branca: história e memória**. Maceió: EDUFAL, 2014, 153 p.

FONSECA, R. P. **A estrutura do instituto central de ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e**

**proposta de manutenção.** Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia. Brasília, jun. de 2007.

GARCIA, R. F. **Identificação de melhorias no controle da qualidade para obtenção da conformidade em obras de edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10022691.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GOMIDE, T. L. F.; GULLO, M. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; FLORA S. M. D. **Inspeção predial total.** 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GRANATO, J.E. Apostila: **Patologia das construções.** Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2. ed - São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. R. L. Introdução: corrosão das armaduras. *In*: RIBEIRO, Daniel Vêras *et al.* (org.). **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado:** teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. Cap. 1. p. 31-50.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022. **Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/agua-branca/panorama>. Acesso em: 14 jun. 2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. **Patrimônio Cultural.** Brasília, 2019.

IOSHIMOTO, Eduardo. **Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações Habitacionais.** São Paulo: IPT, 1994.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3674/000391182.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

LIMA, A. J. M. **Diagnóstico Das Patologias**. Curitiba, 2012. 117 f.

LISTO, F. L. R.; MÜTZENBERG, D. S.; TAVARES, B. A. C. **I Workshop de geomorfologia e geoarqueologia do nordeste**. Recife: GEQUA, 2016. 268 f.

LOIOLA, L. R. T. **Levantamento e investigação das manifestações patológicas incidentes em edificações históricas: um estudo de caso na cidade de ICÓ - CE**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Cajazeiras, 2022.

LUNA, M. Sobrado da Baronesa de Água Branca, em Alagoas é comprado pela Prefeitura para ser Centro Cultural. **Circuito Cultural**. 2021. Disponível em: <<https://circuitomundo.com/2021/07/21/sobrado-da-baronesa-de-agua-branca-e-comprado-pela-prefeitura-para-ser-centro-cultural/>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil - causas e soluções para danos e prejuízos e m obras**. Editora Pini Ltda, 2007.

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

OLIVEIRA JUNIOR, F. S. **Identificação das causas da eflorescência nas residências de Caraúbas - RN : estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido. Caraúbas, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2939/2/FernandoASOJ\\_MONO.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2939/2/FernandoASOJ_MONO.pdf)>. Acesso em 11 jun. 2023.

PASQUALOTTO, N. **Mapeamento de manifestações patológicas em edificação histórica: estudo no prédio do observatório astronômico da UFRGS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65437/000864043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 09 jun. 2023.

ROCHA, E. A. **Manifestações patológicas em fachadas de edificações religiosas do séc. XVI e XVII: um estudo de caso na região do sítio histórico de Olinda - PE**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1ScpNdgTjZoR90Zs-57KnnooFCmkp2rfm/view>>. Acesso em 10 jun. 2023.

SILVA, B. M. D. **Análise do estado de conservação do patrimônio histórico de Juiz de fora: estudo de caso - Cineteatro central, Fórum da cultura e Palacete Santa Mafalda**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.

SILVA, F. F.; SARTORI, M. V. A desapropriação e a proteção dos bens culturais no Direito Brasileiro. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.10, n.1, edição especial de 2015. ISSN 1980-7791.

SOLANO, J. R. **Mapeamento de manifestações patológicas em ponte de concreto armado: estudo de caso no município de Palmas - TO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas, 2019. Disponível em: <<https://ulbrato.br/bibliotecadigital/uploads/document606f07c87a61c.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <[https://minascongressos.com.br/sys/anexo\\_material/63.pdf](https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2023.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional de Caxias do Sul - RS**. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10139/000521616.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 09 jun. 2023.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos recomendações básicas**. CECI: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Olinda, 2009.

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H. **Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas**. Campinas: UNICAMP, 2012. 20 p.

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

## APÊNDICE A - PILARES

Pilares		Pilar 1		Pilar 2		Pilar 3		Pilar 4		Pilar 5	
Danos	$F_p$										
		$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D
Carbonatação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminação por cloretos	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0
Desplacamento	3	0	0	1	2,4	3	24	2	4,8	2	4,8
Desvio de geometria	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8
recalque	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinais de esmagamento	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	3	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8

Fonte: Autora (2023)

### APÊNDICE B - ESCADAS

Escadas		Escada 1	
			
Danos	$F_p$	$F_i$	D
Carbonatação	3	0	0
Cobrimento deficiente	3	0	0
Contaminação por cloretos	4	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0
Biodeterioração	3	2	4,8
Eflorescência	2	0	0
Falha de concretagem	2	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0
Flechas	5	0	0
Manchas	3	0	0
Sinais de esmagamento	4	0	0
Umidade	3	2	4,8

Fonte: Autora (2023)

### APÊNDICE C - ELEMENTOS DE COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA

Elementos de composição arquitetônica		Elemento 1		Elemento 2		Elemento 3		Elemento 4		Elemento 5	
Danos	$F_p$										
		$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D
Carbonatação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodeterioração	3	0	0	3	24	3	24	0	0	0	0
Contaminação por cloretos	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8
Desplacamento	3	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Descascamento de pintura	2	0	0	0	0	0	0	2	3,2	2	4,8
Falha de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	1	1,6	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	3	24	0	0	2	4,8	2	4,8
Sinais de esmagamento	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	3	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8

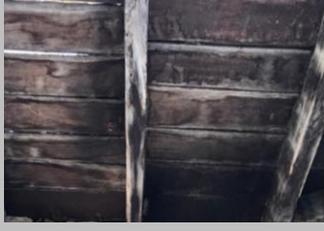
Fonte: Autora (2023)

### APÊNDICE D - VIGAS

Vigas		Viga 1		Viga 2		Viga 3		Viga 4		Viga 5		Viga 6		Viga 7	
Danos	$F_p$														
		$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D	$F_i$	D
Carbonatação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminação por cloretos	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodeterioração	3	4	60	4	60	3	24	2	4,8	4	60	3	24	3	24
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falha de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flechas	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	3	3	24	3	24	3	24	0	0	0	0	0	0	2	4,8

Fonte: Autora (2023)

## APÊNDICE E - LAJES

Lajes		Laje 1		Laje 2	
Danos	$F_p$				
		$F_i$	D	$F_i$	D
Carbonatação	3	0	0	0	0
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0
Contaminação por cloretos	3	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0
Biodeterioração	3	2	4,8	3	24
Desplacamento	3	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0
Flechas	5	0	0	0	0
Manchas	3	4	60	3	24
Umidade	3	3	24	3	24

Fonte: Autora (2023)

### ANEXO A - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: PILARES

<i>Danos</i>	<i>F<sub>p</sub></i>	<i>F<sub>i</sub></i>	<i>D</i>
<i>carbonatação</i>	3		
<i>cobrimento deficiente</i>	3		
<i>contaminação por cloretos</i>	4		
<i>corrosão de armaduras</i>	5		
<i>desagregação</i>	3		
<i>desplacamento</i>	3		
<i>desvio de geometria</i>	4		
<i>eflorescência</i>	2		
<i>Falha de concretagem</i>	3		
<i>Fissuras</i>	2 a 5*		
<i>manchas</i>	3		
<i>recalque</i>	5		
<i>sinais de esmagamento</i>	5		
<i>umidade na base</i>	3		

Fonte: Fonseca (2010, p.172)

## ANEXO B - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: VIGAS

<i>Danos</i>	<i>F<sub>p</sub></i>	<i>F<sub>i</sub></i>	<i>D</i>
<i>carbonatação</i>	3		
<i>cobrimento deficiente</i>	3		
<i>contaminação por cloretos</i>	4		
<i>corrosão de armaduras</i>	5		
<i>desagregação</i>	3		
<i>desplacamento</i>	3		
<i>eflorescência</i>	2		
<i>Fissuras</i>	2 a 5*		
<i>Falhas de concretagem</i>	2		
<i>flechas</i>	5		
<i>manchas</i>	3		
<i>sinais de esmagamento</i>	4		
<i>umidade</i>	3		

Fonte: Fonseca (2010, p.172)

### ANEXO C - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: LAJES

<i>Danos</i>	<i>F<sub>p</sub></i>	<i>F<sub>i</sub></i>	<i>D</i>
<i>carbonatação</i>	3		
<i>cobrimento deficiente</i>	3		
<i>contaminação por cloretos</i>	3		
<i>corrosão de armaduras</i>	5		
<i>desagregação</i>	3		
<i>desplacamento</i>	3		
<i>eflorescência</i>	2		
<i>Falhas de concretagem</i>	2		
<i>Fissuras</i>	2 a 5*		
<i>flechas</i>	5		
<i>manchas</i>	3		
<i>umidade</i>	3		

Fonte: Fonseca (2010, p.173)

### ANEXO D - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: ESCADAS

<i>Danos</i>	$F_p$	$F_i$	$D$
<i>carbonatação</i>	3		
<i>cobrimento deficiente</i>	3		
<i>contaminação por cloretos</i>	4		
<i>corrosão de armaduras</i>	5		
<i>desagregação</i>	3		
<i>desplacamento</i>	3		
<i>eflorescência</i>	2		
<i>Falha de concretagem</i>	2		
<i>fissuras</i>	2 a 5*		
<i>flechas</i>	5		
<i>manchas</i>	3		
<i>sinais de esmagamento</i>	4		
<i>umidade</i>	3		

Fonte: Fonseca (2010, p.173)

**ANEXO E - FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO: ELEMENTOS DE COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA**

<i>Danos</i>	<i>F<sub>p</sub></i>	<i>F<sub>i</sub></i>	<i>D</i>
<i>carbonatação</i>	3		
<i>cobrimento deficiente</i>	3		
<i>contaminação por cloretos</i>	4		
<i>corrosão de armaduras</i>	5		
<i>desagregação</i>	3		
<i>desplacamento</i>	3		
<i>eflorescência</i>	2		
<i>Falha de concretagem</i>	2		
<i>fissuras</i>	2 a 5*		
<i>manchas</i>	3		
<i>sinais de esmagamento</i>	5		
<i>umidade</i>	3		

**Fonte:** Fonseca (2010, p.175)

**ANEXO F - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE  
(CONTINUA)**

<b>Tipos de danos</b>	<b>Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação</b>
<i>Carbonatação</i>	1 - localizada, com algumas regiões com pH<9, sem atingir a armadura; 2 - localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco; 3 - localizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido; 4 - generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
<i>Cobrimento deficiente</i>	1 - menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitir a localização da armadura; 2 - menor que o previsto em norma, permitindo a localização visual da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões; 3 - deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas
<i>Contaminação por cloretos</i>	2 - em elementos no interior sem umidade; 3 - em elementos no exterior sem umidade; 4 - em ambientes úmidos.
<i>Corrosão de armaduras</i>	2 - manifestações leves, pequenas manchas; 3 - grandes manchas e/ou fissuras de corrosão; 4 - corrosão acentuada na armadura principal, c/perda relevante de seção.
<i>Desagregação</i>	2 - início de manifestação; 3 - manifestações leves, início de estofamento do concreto; 4 - por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.
<i>Deslocamento por empuxo</i>	3 - deslocamento lateral da cortina no sentido horizontal, estável; 4 - deslocamento lateral da cortina no sentido horizontal, instável.
<i>Desplacamento</i>	2 - pequenas escamações do concreto; 3 - lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura; 4 - lascamento acentuado com perda relevante de seção
<i>Desvios de geometria</i>	2 - pilares e cortinas com excentricidade $\leq h/100$ ( $h = altura$ ); 3 - pilares e cortinas com excentricidades $h/100 \leq e < h/50$ ; 4 - pilares e cortinas com excentricidades $\geq h/50$ .
<i>Eflorescência</i>	1 - início de manifestações; 2 - manchas de pequenas dimensões; 3 - manchas acentuadas, em grandes extensões. 4 - grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).
<i>Falha de concretagem</i>	1 - superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça; 2 - significativa em relação às dimensões da peça; 3 - profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura 4 - perda relevante da seção da peça.

Fonte: Fonseca (2010, p.169)

## ANEXO G - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE (CONTINUAÇÃO)

<b>Tipos de danos</b>	<b>Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação</b>
<i>Fissuras</i>	<p>1 - aberturas menores do que as máximas previstas em norma;</p> <p>2 - estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma;</p> <p>3 - aberturas excessivas; estabilizadas;</p> <p>4 - aberturas excessivas; não estabilizadas.</p>
<i>Flechas</i>	<p>1 - não perceptíveis a olho nu;</p> <p>2 - perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma;</p> <p>3 - superiores em até 40% às previstas na norma;</p> <p>4 - excessivas.</p>
<i>Impermeabilização deficiente</i>	<p>2 - danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização;</p> <p>3 - descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração);</p> <p>4 - degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade.</p>
<i>Manchas</i>	<p>2 - manchas escuras de pouca extensão, porém significativas (&lt; 50% da área visível do elemento estrutural);</p> <p>3 - manchas escuras de grande extensão (&gt;50%);</p> <p>4 - manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).</p>
<i>Obstrução de juntas de dilatação</i>	<p>2 - perda de elasticidade do material da junta; início de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes;</p> <p>3 - presença de material não compressível na junta; grande incidência de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes;</p> <p>4 - fissuras em lajes adjacentes às juntas, com prolongamento em vigas e/ou pilares de suporte.</p>
<i>Recalques</i>	<p>2 - indícios de recalque pelas características das trincas na alvenaria;</p> <p>3 - recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais;</p> <p>4 - recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais.</p>
<i>Sinais de esmagamento do concreto</i>	<p>3 - desintegração do concreto na extremidade superior do pilar, causada por sobrecarga ou movimentação da estrutura; fissuras diagonais isoladas;</p> <p>4 - fissuras de cisalhamento bidiagonais, com intenso lascamento e/ou esmagamento do concreto devido ao cisalhamento e a compressão, com perda substancial de material; deformação residual aparente; exposição e início de flambagem de barras da armadura.</p>

Fonte: Fonseca (2010, p.170)

**ANEXO H - CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS E FATORES DE INTENSIDADE  
(CONTINUAÇÃO)**

<b>Tipos de danos</b>	<b><i>Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação</i></b>
<i>Umidade</i>	1 - indícios de umidade; 2 - pequenas manchas; 3 - grandes manchas; 4 - generalizada.
<i>Umidade na base</i>	3 - indícios de vazamento em tubulações enterradas que podem comprometer as fundações; 4 - vazamentos em tubulações enterradas causando erosão aparente junto às fundações.

**Fonte:** Fonseca (2010, p.171)