

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

LUANA FERREIRA DE SÁ MELO

**Análise das manifestações patológicas da Igreja do Santíssimo Sacramento  
situada na cidade de Arapiraca - AL**

DELMIRO GOUVEIA – AL

2020

LUANA FERREIRA DE SÁ MELO

**Análise das manifestações patológicas da Igreja do Santíssimo Sacramento  
situada na cidade de Arapiraca - AL**

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

Orientador: Prof. MSc. Rogério de Jesus Santos.

Coorientadora: Prof. MSc. Jéssica Beatriz da Silva.

DELMIRO GOUVEIA – AL

2020

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

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

M528a Melo, Luana Ferreira de Sá

Análise das manifestações patológicas da Igreja do Santíssimo Sacramento situada na cidade de Arapiraca - AL / Luana Ferreira de Sá Melo.  
– 2020.

67 f. : il.

Orientação: Rogério de Jesus Santos.

Coorientação: Jéssica Beatriz da Silva.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas.  
Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2020.

1. Construção civil. 2. Edificações. 3. Manifestações patológicas. 4. Igreja do Santíssimo Sacramento. 5. Arapiraca – Alagoas. I. Santos, Rogério de Jesus Santos. II. Silva, Jéssica Beatriz da. III. Título.

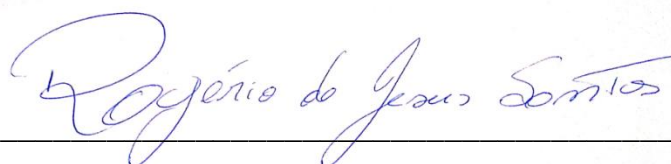
CDU: 624

## Folha de Aprovação

LUANA FERREIRA DE SÁ MELO

### **Análise das manifestações patológicas da Igreja do Santíssimo Sacramento situada na cidade de Arapiraca - AL**

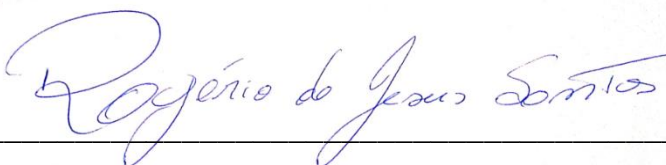
Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão e aprovado em 24 de novembro de 2020.



---

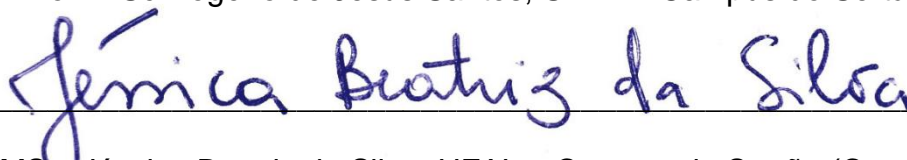
Prof. MSc Rogério de Jesus Santos, UFAL – Campus do Sertão (Orientador)

**Banca Examinadora:**



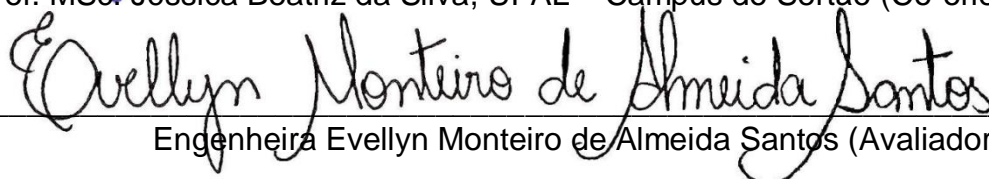
---

Prof. MSc Rogério de Jesus Santos, UFAL – Campus do Sertão (Orientador)



---

Prof. MSc. Jéssica Beatriz da Silva, UFAL – Campus do Sertão (Co-orientadora)



---

Engenheira Evellyn Monteiro de Almeida Santos (Avaliador)

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão à Deus por todas as conquistas, lutas e vitórias. Agradeço à minha mãe, Maria (em memória) que me ensinou a sempre lutar pelo que eu acredito e ser sempre uma inspiração em minha vida e ao meu pai Joseilson por ter sempre me acolhido em tudo que eu precisava.

À minha irmã e amiga Layane que nunca me abandona, me dá forças para caminhar, companheira de aventuras, viagens e comilanças que nunca me deixará esquecer da melhor fondue da vida.

À toda a minha família por todo o apoio e por sempre torcerem por mim.

Aos meus amigos que me ensinaram no decorrer do curso a importância da hora de descansar: Anne Karolinne e Ulisses.

À minha amiga e comadre Ananda que me ensinou a não ter medo dos palcos da vida e meu deu um presente lindo, minha afilhada Laurinha.

À minha amiga Nadyne que foi minha parceira de tantos momentos gratificantes e me ensinou a nunca esquecermos um amigo, em qualquer situação, seja onde for.

Agradeço às minhas amigas de madrugadas de estudos e perrengues: Belãne, Amanda Ieda e Joyce, que me abrigavam durante tanto tempo que praticamente morávamos juntas.

Aos que compõem o meu trio, Rafaela e Jéssica que não me deixavam passar as noites sozinha e me ensinaram que não podemos deixar para depois o que podemos fazer agora.

Ao meu grupo de amigos que desde a escola me impulsiona a ser uma pessoa melhor e nunca desistiram de me fazer acreditar que os milagres ainda vão acontecer: Brenda, Bartolomeu, Josimayra, Lysanne e Dayane.

À empresa Júnior I9 Engenharia e ao Centro Acadêmico de Engenharia Civil por todo o acolhimento, crescimento e ensinamentos alcançados.

Agradeço ao meu orientador Rogério e a minha coorientadora Jéssica que me deram todo o apoio para a realização desse trabalho.

E por último, mas não menos importante, gratidão a mim por sempre me colocar em primeiro lugar e não ter desistido mesmo nos meus piores dias e nas minhas maiores dificuldades.

## RESUMO

O presente estudo visa apontar as manifestações patológicas ocorridas na Igreja do Santíssimo Sacramento em Arapiraca – AL, a obra foi construída no século XIX pelo fundador da cidade e se tornou um grande símbolo para a população. As metodologias utilizadas foram o boletim de Lichtenstein (1986), com o objetivo de colher informações através de vistorias, realizar o diagnóstico indicando suas causas e propor intervenções para as anomalias encontradas e a metodologia GDE/UnB para quantificar e priorizar a correção dos problemas analisando os elementos construtivos e a estrutura da edificação. As principais manifestações patológicas encontradas são de caráter visual e estão relacionadas à presença de água como as manchas de umidade, eflorescências e descascamento da pintura, causados pela falta de impermeabilização, outro problema verificado foi a quantidade de fissuras, possivelmente causadas pelas sobrecargas excessivas e ausência de projetos na obra em questão. Os resultados revelaram a necessidade de um programa eficiente de intervenção, principalmente pelo fato das estruturas com maior nível de deterioração serem os pilares as vigas com deterioração alta e sofrível, respectivamente, representando as duas 40% da estrutura, as escadas e os elementos arquitetônicos obtiveram nível médio e a laje baixo.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; vistorias; diagnóstico; intervenções.

## **ABSTRACT**

The present study aims to point out how pathological manifestations occurred in the Church of Santíssimo Sacramento in Arapiraca, AL, the building was built in the 19th century by the city's founder and became a great symbol for the population. The methodologies used were the Lichtenstein bulletin (1986), in order to collect information through surveys, make the diagnosis indicating its causes and propose interventions for the anomalies found and the GDE / UnB methodology to quantify and prioritize the correction of problems analyzing the building's elements and structure. The main pathological manifestations found are of natural visual and are related to the presence of water such as water stains, efflorescences and peeling paint, caused by the lack of waterproofing, other problem verified was the amount of cracks, probably caused by excessive overloads and no existence of projects in the related building. The results demonstrate the need for an efficient construction repair planing, mainly due to the fact that the structures with the highest level of deterioration are pillars, beams with high and suffering deterioration, respectively, representing the two 40% of the structure, the stairs and the architectural elements obtained medium level and the low slab.

Keywords: Pathological manifestations; surveys; diagnosis; construction repairs.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trincas .....	23
Figura 2: Fissuras.....	23
Figura 3: Rachaduras.....	23
Figura 4: Eflorescências.....	25
Figura 5: Bolor.....	26
Figura 6: Descolamento com empolamento.....	27
Figura 7: Desagregação.....	27
Figura 8: Descascamento de pintura.....	28
Figura 9: Processo de corrosão.....	29
Figura 10: Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura (Gd).....	34
Figura 11: Nossa senhora do Bom Conselho (esquerda) e a antiga igreja de nossa senhora do bom conselho (direita).....	40
Figura 12: Atual Igreja do Santíssimo Sacramento.....	41
Figura 13: Limites da cidade de Arapiraca.....	42
Figura 14: Localização da Igreja.....	42
Figura 15: Manchas de umidade.....	44
Figura 16: Empolamento da pintura.....	45
Figura 17: Eflorescência e descascamento da pintura.....	46
Figura 18: Fissuras e trincas.....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição da incidência de manifestações patológicas no concreto.....	18
Gráfico 2: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.....	19
Gráfico 3: Nível de deterioração dos elementos construtivos.....	49
Gráfico 4: Gráfico resumo do nível de deterioração dos elementos.....	50
Gráfico 5: Gráfico de exposição do nível de deterioração das estruturas. ....	51

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Classificação das lesões em elementos.....	35
Tabela 2: Classificação do nível de deterioração do elemento. ....	36
Tabela 3: Fatores de relevância estrutural. ....	37
Tabela 4: Classificação do nível de deterioração da estrutura. ....	38
Tabela 5: Aplicação da metodologia GDE/UnB no objeto de estudo. ....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Causas intrínsecas das estruturas de concreto.....	20
Quadro 2: Causas extrínsecas das estruturas de concreto.....	21
Quadro 3: Classificação quanto ao tipo de abertura. ....	22
Quadro 4: Causas das trincas e fissuras quanto a fase do concreto. ....	24
Quadro 5: Tipos de vistorias.....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 Objetivos gerais</b> .....	15
<b>1.2 Objetivos específicos</b> .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>2.1 Patologia das Construções</b> .....	17
2.1.1 Sintomas .....	17
2.1.2 Mecanismos .....	18
2.1.3 Origens .....	18
2.1.4 Causas.....	19
<b>2.2 Manifestações Patológicas</b> .....	22
2.2.1 Trincas, Fissuras e rachaduras.....	22
2.2.3 Bolor .....	26
2.2.4 Descolamento com empolamento.....	26
2.2.5 Desagregação.....	27
2.2.6 Descascamento de pintura .....	28
2.2.7 Corrosão de armaduras .....	28
<b>2.3 Vistoria</b> .....	30
<b>2.4 Avaliação Pós-Ocupação</b> .....	32
2.4.1 Métodos utilizados para a avaliação pós-ocupação:.....	33
2.4.2 Métodos do levantamento em campo .....	33
<b>2.5 Metodologia GDE/Unb</b> .....	34
2.5.1 Divisão em famílias de elementos .....	35
2.5.2 Fator de ponderação do dano ( $Fp$ ) .....	35
2.5.3 Fator de intensidade do dano ( $Fi$ ) .....	35
2.5.4 Grau do dano (D).....	35
2.5.5 Grau de deterioração do elemento ( $Gde$ ).....	36
2.5.6 Grau de deterioração da família do elemento ( $Gdf$ ) .....	37
2.5.7 Grau de deterioração de relevância estrutural ( $Fr$ ).....	37
2.5.8 Grau de deterioração da estrutura ( $Gd$ ) .....	38
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	40
<b>3.1 Estudo de caso</b> .....	40
<b>3.2 Local</b> .....	41
<b>3.3 Boletim técnico de Linchtenstein</b> .....	43

<b>3.4 Metodologia GDE/UnB</b> .....	43
<b>3.5 Materiais Utilizados no estudo</b> .....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	44
<b>4.1 Boletim técnico de Linchtenstein</b> .....	44
4.1.1 Manchas de umidade.....	44
4.1.2 Empolamento.....	45
4.1.3 Eflorescência e descascamento de pintura .....	46
4.1.4 Fissuras e trincas.....	47
<b>4.2 Metodologia GDE/UnB</b> .....	48
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	52
<b>5.1 Sugestões para trabalhos futuros:</b> .....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54

## **1 INTRODUÇÃO**

Diante do grande número de edificações que não conseguem atingir um nível satisfatório de desempenho e qualidade, torna-se importante o estudo das manifestações patológicas que atingem tantas construções, colocando a segurança de seus usuários em risco.

O estudo das patologias das construções possibilita avaliar as causas, origens, sintomas e mecanismos das manifestações com o intuito de se obter um diagnóstico relativo aos danos para que se possa realizar as possíveis manutenções a fim de erradicar ou amenizar as anomalias nas edificações.

Para realizar o diagnóstico do problema, é necessário a execução de vistorias in loco, utilização de equipamentos, realização de ensaios, coleta de informações e todas as necessidades do determinado caso para que se tenha um alto grau de detalhamento e se possa averiguar todos os fatos ocorridos em determinado imóvel.

A NBR 5674 da ABNT (2012, p. 2) define manutenção como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a estrutura e atender as demandas e segurança dos usuários. A norma ainda cita que os serviços de manutenção englobam a correção e prevenção da perda de desempenho decorrentes das deteriorações nas edificações.

O referido trabalho aborda as manifestações patológicas encontradas em uma Igreja na cidade de Arapiraca, através de um levantamento de dados foram realizados seus respectivos diagnósticos e propostas de intervenções para solucionar os problemas ocorridos.

### **1.1 Objetivos gerais**

Analisar as principais manifestações patológicas presentes na edificação estudada, diagnosticar as causas e propor medidas corretivas ou remediadoras, como também verificar a priorização dos problemas com maior urgência.

## 1.2 Objetivos específicos

- Apresentar as manifestações patológicas ocorridas no local inspecionado utilizando registros fotográficos e fissurômetro;
- Identificar as possíveis causas e apresentar intervenções para as enfermidades encontradas através do boletim técnico de Lichtenstein;
- Utilizar a metodologia GDE/UnB para determinar a prioridade nas intervenções dos danos.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os próximos tópicos abordarão sobre as patologias, manifestações patológicas, vistoria, avaliação pós-ocupação e a metodologia GDE/UnB que será utilizada no presente trabalho.

### 2.1 Patologia das Construções

Segundo a NBR 15575-1 da ABNT (2013, p.8), a patologia é a não conformidade manifestada devido as falhas que podem ter ocorrido no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, sendo assim, problemas que não decorram do próprio envelhecimento natural.

Conforme Tutikian; Pacheco (2013, p.6), para o diagnóstico da patologia, é necessário que se conheça como ela está sendo manifestada, os processos para o surgimento da mesma, os agentes que desencadearam o processo e em que etapa da construção da edificação se originou a problemática.

Helene (1992) aborda a patologia das construções como sendo uma série de estudos de problemas envolvendo a construção. A base para esses estudos são:

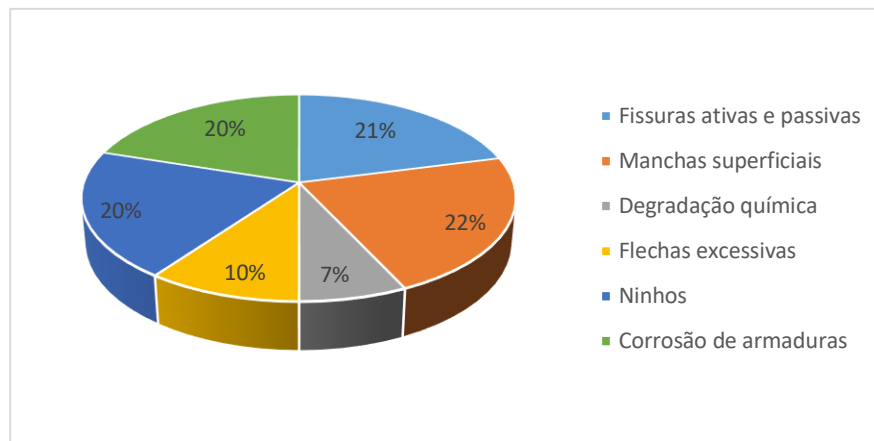
- Os sintomas
- Os mecanismos
- As origens
- As causas

Nesse sentido, é importante que seja realizada uma investigação das manifestações patológicas que estão ocorrendo em determinada edificação.

#### 2.1.1 Sintomas

As manifestações patológicas são as formas em que os sintomas se apresentam na edificação. Helene (1992, p.19) mostra os mais comuns ocorridos nas estruturas de concreto, os quais estão demonstrados no Gráfico 1:

Gráfico 1: Distribuição da incidência de manifestações patológicas no concreto.



Fonte: Helene (1992, p.19).

Os sintomas apresentados não estão em ordem do ponto de vista de ocasionar maiores prejuízos para as construções, alguns serão abordados posteriormente.

### 2.1.2 Mecanismos

Helene (1992, p.21) define o mecanismo, também chamado de vício de construção, como sendo o processo que levou ao problema. Um exemplo disso é o que acontece na corrosão de armaduras no concreto armado, em que devido à natureza eletroquímica, a corrosão pode ser acelerada se houver agentes agressivos no ambiente ou até mesmo no próprio concreto. Com a presença de oxigênio e umidade, constitui-se uma célula de corrosão eletroquímica, após a despassivação da armadura, visto isso, apenas conhecendo o processo se consegue definir qual será a terapêutica adequada para conter ou minimizar a degradação.

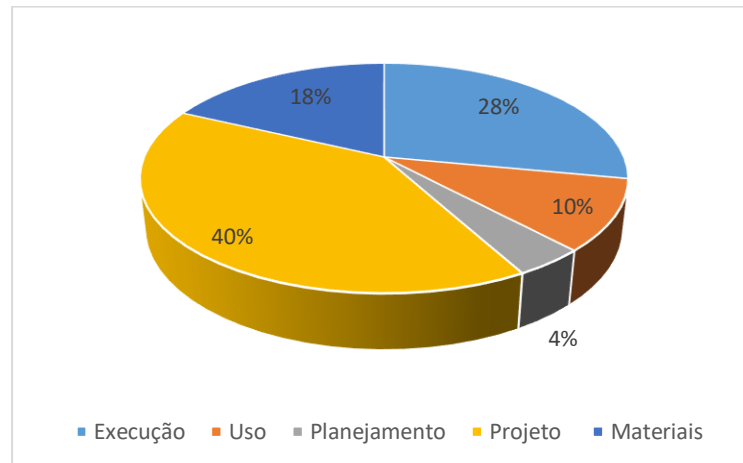
Tukitan; Pacheco (2013) destacam a importância de se determinar os mecanismos que ocasionaram a enfermidade para a determinação de técnicas de recomendações eficazes.

### 2.1.3 Origens

Tukitan; Pacheco (2013) afirmam que entender a origem da manifestação patológica, é saber qual etapa construtiva o problema foi originado. As falhas nas etapas de planejamento e projeto em geral são mais graves que as falhas de qualidade dos materiais e de má execução, o mesmo autor ainda destaca a importância de se conhecer a origem do problema para fins judiciais. (HELENE, 1992, p.21)

O Gráfico 2 mostra as origens dos problemas patológicos em relação às etapas construtivas de uma edificação.

Gráfico 2: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.



Fonte: Grunau (1981).

Embora as etapas de projeto e execução sejam as de maiores origens das manifestações devido aos erros nas especificações de projetos e na execução inadequada da construção, é na etapa de planejamento que se ocorrem as maiores falhas, devido por exemplo a falta de detalhamento e estudo de uma estrutura (HELENE, 1992, p. 22).

#### 2.1.4 Causas

As causas das enfermidades patológicas são provenientes de agentes causadores, podendo ser eles: umidade, agentes atmosféricos, variações da temperatura, entre outros. (HELENE, 1992, p.22)

Souza; Ripper (1998) dividem as causas responsáveis pelos processos de deterioração das estruturas em duas, são elas:

- Causas intrínsecas
- Causas extrínsecas

As primeiras são inerentes às estruturas, podem ocorrer durante a fase de construção ou utilização da obra, as causas podem ser por falhas humanas, pelo próprio material, ações externas ou até mesmo os acidentes (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para uma melhor compreensão, foi elaborado o Quadro 1 com maiores informações a respeito das causas intrínsecas que podem ocorrer em estruturas de concreto.

Quadro 1: Causas intrínsecas das estruturas de concreto.

<b>CAUSAS INTRÍNSECAS</b>		
<b>Falhas humanas durante a construção</b>	<i>Deficiências de concretagem</i>	Transporte; lançamento; juntas de concretagem; adensamento; cura.
	<i>Inadequação de escoramentos e formas</i>	
	<i>Deficiências nas armaduras</i>	Má interpretação de projetos; insuficiência e/ou mau posicionamento de armaduras; cobrimento insuficiente; dobramento inadequado de barras; deficiência nas ancoragens e emendas; má utilização de anticorrosivos.
	<i>Utilização incorreta dos materiais de construção</i>	Fck interior e aço diferente do especificado; solo com características diferentes; utilização de agregados reativos; utilização inadequada de aditivos; dosagem inadequada de concreto
	<i>Inexistência de controle de qualidade</i>	
<b>Falhas durante a utilização</b>	<i>Ausência de manutenção</i>	
<b>Causas naturais</b>	<i>Causas próprias à estrutura porosa do concreto</i>	

	<i>Causas biológicas</i>	
	<i>Causas químicas</i>	Reações internas ao concreto; expansibilidade de certos constituintes do cimento; presença de cloretos, ácidos, sais, anidrido carbônico e água; elevação da temperatura interna do concreto.
	<i>Causas físicas</i>	Variação de temperatura; insolação; vento; água.

Adaptado de Souza; Ripper (1998, p. 29)

Segundo o autor Souza; Ripper (1998), as causas extrínsecas, como exposto no Quadro 2, são aquelas que ocorrem devido as ações externas do corpo estrutural, como as falhas humanas na concepção do projeto ou durante sua vida útil, envolve também as ações químicas, físicas e biológicas que ocorrem “de fora para dentro.”

Os erros relacionados às falhas humanas, em sua grande maioria ocorrem devido a inexistência do controle de qualidade, que se os mesmos ocorrerem de forma adequada, provavelmente as outras falhas serão atenuadas. Portanto, é imprescindível a presença do engenheiro e o seguimento das normas durante a execução da obra (Souza; Ripper, 1998, p. 34).

Quadro 2: Causas extrínsecas das estruturas de concreto.

<b>CAUSAS EXTRÍNSECAS</b>	
<b>Falhas humanas durante o projeto</b>	Modelização inadequada da estrutura; má avaliação das cargas; detalhamento errado ou insuficiente; inadequação ao ambiente; incorreção na inalteração solo-estrutura;

	incorreção na consideração de juntas de dilatação
<b>Falhas humanas durante a utilização</b>	Alterações estruturais; sobrecargas exageradas; alteração das condições do terreno de fundação
<b>Ações mecânicas</b>	Choques de veículos; recalque de fundações; acidentes (ações imprevisíveis)
<b>Ações físicas</b>	Variação de temperatura; insolação; atuação da água
<b>Ações químicas</b>	
<b>Ações biológicas</b>	

Adaptado de Souza; Ripper (1998, p. 41)

## 2.2 Manifestações Patológicas

A manifestação patológica é como se expressa a patologia, ou seja, é a degradação identificada na construção, onde pode ser detectada através de uma série de análises ou até já está exposta e causando algum dano visível (SILVA, 2011).

É a partir do conhecimento acerca das manifestações patológicas que se consegue um diagnóstico correto e a adoção das terapias adequadas para o problema.

### 2.2.1 Trincas, Fissuras e rachaduras

As trincas e fissuras são manifestações patológicas encontradas nos mais diversos elementos construtivos das edificações, como: alvenarias, vigas, pilares, lajes, entre outros. (Lapa, 2008, p. 9). As mesmas diferem de acordo com a espessura de sua abertura, como está exposto no Quadro 3:

Quadro 3: 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).

As figuras abaixo representam exemplos de trincas (Figura 1), fissuras (Figura 2) e rachaduras (Figura 3):

Figura 1: Trincas



Fonte: Braga (2010, p.18).

Figura 2: Fissuras.



Fonte: Braga (2010, p.16).

Figura 3: Rachaduras.



Fonte: Braga (2010, p.18).

As trincas e fissuras podem ocorrer tanto nas alvenarias como também no concreto armado. Neste último, elas podem se manifestar nas três fases no decorrer da sua vida, são elas: fase plástica, fase de endurecimento e fase de concreto endurecido. (Magalhães, 2004, p.41)

Com base na abordagem do mesmo autor, foi elaborado o Quadro 4:

Quadro 4: Causas das trincas e fissuras quanto a fase do concreto.

<b>Fase do concreto</b>	<b>Causas</b>
<i>Plástica</i>	Retração plástica e assentamento plástico
<i>Endurecimento</i>	Restrições à precoce: movimentação térmica, retração do endurecimento e ao assentamento diferencial dos apoios
<i>Concreto endurecido</i>	Sub-dimensionamento, detalhamento inadequado, construção sem cuidados indispensáveis, cargas excessivas, ataque de sulfatos ao cimento do concreto, entre outros.

Fonte: Adaptado de Magalhães (2014 p.41)

Marcelli (2007, p.95) aborda as trincas que ocorrem no concreto armado, dividindo-as em grupos das suas possíveis causas, sendo elas: retração hidráulica, variação do teor de umidade, variação de temperatura, flexão, cisalhamento, torção, compressão, punção em laje e corrosão de armaduras. Ainda segundo o autor, é muito importante entender as causas das trincas nas estruturas de concreto armado, devido a sua grande importância para o funcionamento correto da estrutura.

A NBR 15575-2 da ABNT (2013, p. 6) classifica as aberturas deste tópico em ativas ou passivas. Nas primeiras, ainda está ocorrendo um deslocamento, então a abertura está sofrendo movimentações higrotérmicas ou outros tipos, enquanto que nas passivas a abertura é constante, ou seja, foi estabilizada.

### 2.2.2 Eflorescências



Eflorescências são formadas através do acúmulo de depósitos de sais nas superfícies de matérias, como: alvenarias, concreto, argamassas, ocasionadas pelas umidades de intempéries e infiltrações. O que altera tanto o aspecto visual da superfície como também ocorre uma degradação. (GRANATO, 2002, p. 81)

Bauer (1997, p. 436) relata três condições para a ocorrência de eflorescências, são elas:

- Presença de água: proveniente de chuvas, umidade do solo, infiltrações, vazamentos, entre outros
- Sais solúveis: carbonato de cálcio (proveniente da carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto); carbonato de sódio (proveniente da carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis); hidróxido de cálcio (proveniente da cal liberada na hidratação de cimento); entre outros.
- Pressão hidrostática: transporte da água através dos materiais e a cristalização dos sais solúveis pela capilaridade, percolação devido à gravidade ou através de vazamentos.

Em contrapartida, Neville (2016, p. 536) afirma que que as eflorescências apenas têm relevância no quesito estético da superfície, com exceção da lixiviação que pode ocasionar problemas mais sérios, e acrescenta a manifestação da patologia em questão, devido ao uso de materiais oriundos de regiões marinhas sem a lavagem adequada.

A Figura 4 apresenta um exemplo de eflorescência.

Figura 4: Eflorescências



Fonte: Lucena et al (2018).

### 2.2.3 Bolor

O bolor ocorre devido à presença umidade no componente atacado e no meio ambiente. Tintas formuladas com resinas e aditivos como plastificantes são um exemplo de material que gera condições para o aparecimento de fungos e bactérias, associados a ambientes pouco ventilados e iluminados. (GRANATO, 2002, p. 224)

GRANATO (2002, p. 224) cita o problema da umidade devido às infiltrações e vazamentos que causam os bolores. Uma edificação com presença de bolores (Figura 5) causa bastante desconforto para seus usuários e interfere na insalubridade do ambiente.

Figura 5: Bolor.



Fonte: Freitas; França; França (2013).

### 2.2.4 Descolamento com empolamento

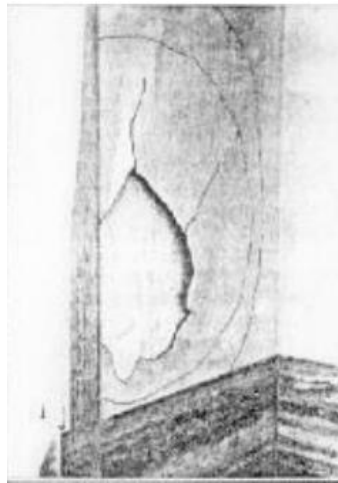
O descolamento com empolamento ocorre quando existe infiltração de umidade ou retração retardada do óxido de magnésio da cal, visualmente a superfície do reboco apresenta bolhas que crescem progressivamente. (CAPORRINO, 2015, p.83-84)

Bauer (1997, p. 457) analisa as principais causas dessa anomalia, sendo algumas delas:

- Deficiência quanto à limpeza adequada na preparação do concreto;
- Umidade ascendente na base do concreto;
- Umidade superior à especificada para o concreto, o que pode ocasionar processo osmótico.

A Figura 6 apresenta o deslocamento com empolamento.

Figura 6: Descolamento com empolamento.



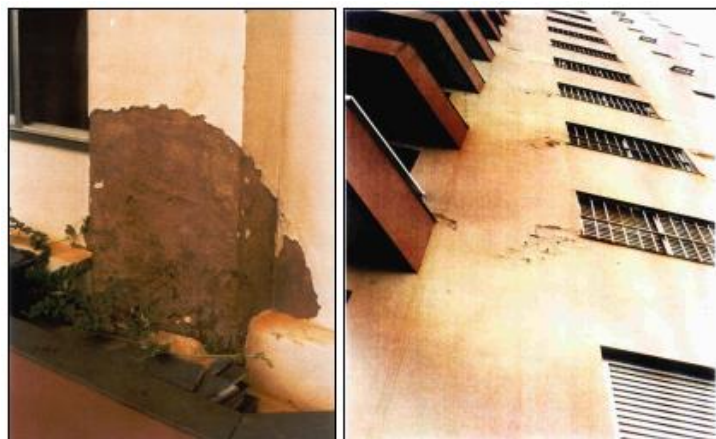
Fonte: Freitas; França; França (2013).

#### 2.2.5 Desagregação

Antunes (2010, p.71-72) relata que a desagregação é a perda da continuidade da argamassa de emboço, sua manifestação ocorre através do esfarelamento da argamassa pela elevada pulverulência. A causa desse problema pode ser devido ao baixo teor de aglomerante, grande quantidade de elementos finos na areia, utilização de cal na argamassa sem a devida hidratação, entre outros.

Na Figura 7 está representada a desagregação ocorrida em um edifício.

Figura 7: Desagregação.



Fonte: Antunes (2010, p.72).

### 2.2.6 Descascamento de pintura

As manifestações ocorridas devido ao descascamento de pintura, podem ser: a perda de aderência da película, pulverulências ou descolamentos com perda da aderência e escamação de pintura. (CINCOTTO, 1983 *apud* ANTUNES, 2010, p.75)

Segundo Antunes (2010, p.76), as causas dessa enfermidade podem ser inúmeras, como: o preparo inadequado do substrato ou a ausência da preparação; aplicação em substrato instável; tinta com baixa resistência a álcalis aplicada sobre substrato úmido e alcalino fazendo com que haja uma perda aderência, sinais de pulverulências e manchas de umidade; entre outros.

O descascamento da pintura pode ser visualizado conforme a Figura 8.

Figura 8: Descascamento de pintura.



Fonte: Antunes (2010, p.75).

### 2.2.7 Corrosão de armaduras

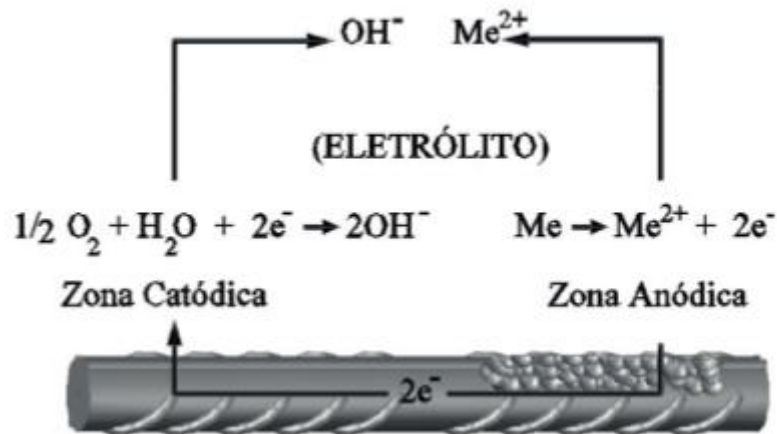
Segundo Meira (2017, p. 14), a corrosão é a deterioração de um material devido à ação química ou eletroquímica do meio em que está inserido. Lapa (2008, p. 44) expõe a corrosão sendo a principal responsável pela redução da resistência das armaduras de concreto, suas principais causas são a presença de cloreto na sua vizinhança e a carbonatação do concreto.

A corrosão em estruturas de concreto armado ocorre devido à ação eletroquímica, existindo sempre uma reação de oxidação e outra de redução e a circulação de íons através de eletrólito. (ANDRADE, 1998 *apud* MEIRA, 2017, p.16).

Na corrosão eletroquímica, existe a presença de um ânodo, em que ocorre a passagem do material do estado metálico para o iônico, ocorrendo a oxidação; um cátodo, onde os elétrons da região anódica são consumidos, ocorrendo a redução; uma diferença de potencial entre ambos; uma ligação metálica entre ânodo e cátodo; e uma ligação externa devido a condução iônica através do eletrólito (MEIRA, 2017, p. 16).

A Figura 9 representa esse fenômeno e demonstra o processo de corrosão:

Figura 9: Processo de corrosão.



Fonte: Meira (2017, p. 17).

Meira (2017, p.17) expõe o processo de corrosão sendo acelerado de acordo com a quantidade de eletrólito presente, facilitando a passagem da corrente iônica. Enquanto que se houver pouca quantidade de eletrólito, a velocidade de corrosão é diminuída devido a resistividade que foi aumentada. O que acontece com o concreto é que o mesmo tem o processo de corrosão da armadura acelerado quando sujeito a ambientes de alta umidade, enquanto quando exposto a ambientes de baixa umidade, seu processo é dificultado devido a carência de eletrólito.

A corrosão das armaduras é dividida em quatro tipos, de acordo com Lapa (2017, p. 18), são eles:

- Corrosão generalizada: presença de inúmeros ânodos e cátodos, o ataque é elaborado em uma grande superfície do metal, formando assim, micropilhas. A perda de seção pode ser uniforme ou irregular;

- Corrosão localizada: ataque em zonas mais ou menos extensas, são anódicas em comparação às demais e isso ocorre devido a heterogeneidade na composição química do material ou do eletrólito;
- Corrosão por pites: ataque em zonas discretas do material, é uma corrosão comum quando existe contaminantes com propriedade de romper a capa passiva em pontos específicos, como os cloretos;
- Corrosão com formação de fissuras: o metal é submetido a tensões de tração, surgindo fissuras que se propagam na direção transversal à carga, fazendo com que apareçam rupturas com baixos níveis de tensão.

### **2.3 Vistoria**

Segundo a NBR 14653-1 (2001, p.5) da ABNT, vistoria é conceituada como "constatação local de fatos, mediante observações criteriosas em um bem e nos elementos e condições que o constituem ou o influenciam".

Segundo Burin et al. (2009, p.29), a vistoria é feita a partir de uma constatação técnica que deve ser feita in-loco, de maneira criteriosa e caracterizando um bem. Uma vistoria não deve ser feita utilizando outra como referência pois cada obra é única e deve ser feita com critérios objetivos, constatação de fatos, utilizando ensaios sempre que necessário e manter um alto grau de detalhamento.

Os profissionais habilitados para a realização de laudos, vistorias, perícias e pareceres, são aqueles que possuem registro no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), de acordo com o Art. 7º da Lei nº 5194, de 21 de dezembro de 1966 (Brasil, 1996) e no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), segundo o Art. 2º da Lei nº 12378 de 31 de dezembro de 2010 (Brasil, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE/SP (1994), a perícia constata um fato verificando suas atividades causadoras dando direito ou não a um processo. Enquanto para o mesmo, a vistoria constata o fato descrevendo-os com o objetivo de avaliar e dar um parecer.

Sendo assim, a grande diferença das expressões está na apuração das causas, embora para se realizar a perícia de determinado ambiente, pode ser feita uma vistoria para que sirva de auxílio durante a mesma.

Burint el al (2009, p.47) divide as vistorias em cinco tipos utilizando o critério das fases do produto imobiliário, baseado nisso, foi elaborado o Quadro 5:

Quadro 5: Tipos de vistorias.

<b>Vistorias de confrontante de obras</b>	Inspeção das condições dos imóveis que estão próximos a obra e de alguma forma estão suscetíveis a danos.
<b>Vistorias especiais em obras</b>	Ocorrem em função de alguma situação incomum que pode surgir, fatos que provoquem mudanças repentinas ou até mesmo acidentes.
<b>Vistorias programadas de edificações</b>	Servem para acompanhar os diferentes períodos da construção de um imóvel até o seu uso, é muito importante para quem está adquirindo o imóvel, tendo em vista a necessidade de saber as condições da edificação antes da compra e até depois, assegurando a manutenção do mesmo até o final de sua garantia.
<b>Vistorias para comercialização de imóveis usados</b>	Utilizadas principalmente para negociações de imóveis usados uma vez que fornecem elementos para mostrar a real situação do mesmo, seu estado de conservação, acabamentos, defeitos, entre outros. Sendo assim, é um instrumento de grande influência sobre o valor do imóvel.
<b>Vistorias para imóveis locados</b>	Realizadas no início e no final de uma locação para assegurar que o locador entregue a propriedade em boas condições e que seja devolvida nas

	mesmas, para que ambas as partes não sejam prejudicadas.
--	--

Fonte: Adaptado de Burint et al (2009, p.47)

## 2.4 Avaliação Pós-Ocupação

Villa et al. (2016, p. 9) definem a avaliação pós-ocupação como um agrupamento de técnicas que avaliam o uso do edifício levando em consideração a perspectiva dos profissionais e de seus usuários.

No Reino Unido, segundo Preiser et al (2002) *apud* Hadjri (2009, p.22) a avaliação pós-ocupação (APO) é um processo de avaliar uma edificação posterior ao seu uso, em que são necessárias coletas de dados e a análise de comparação de critérios de desempenho.

Junior (2001, p.7) *apud* Caracik et al (1989); Maragrido (1989) citam os aspectos da APO nas construções, que relacionam o ser humano e o espaço físico ocupado, sendo eles, o conforto térmico, acústico, das instalações, da estrutura e de programas urbanísticos.

Essa metodologia é importante para diagnosticar problemas no meio construído para que se mantenham conservadas as edificações e principalmente conscientize os usuários do meio (JUNIOR, 2001).

Alguns dos objetivos referentes a APO (JUNIOR, 2001 *apud* SIMÕES, 1989; SERRA, 1989):

- Aderir regularmente a prática de avaliação das construções, sejam elas públicas ou privadas;
- Aplicar recomendações técnicas de conservação sobre as edificações;
- Conscientizar a respeito da importância de se avaliar periodicamente o espaço construído;
- Estimular os profissionais ligados a construção civil para que sempre que possível utilizem a APO em suas atividades de avaliação;
- Empregar os resultados da APO para a melhoria e solução de problemas dos espaços físicos.



#### 2.4.1 Métodos utilizados para a avaliação pós-ocupação:

São muitos os métodos utilizados para uma APO, alguns são citados por Villa et al (2006, p.11) *apud* Ornstein (2004), sendo eles: Vistorias técnicas, medições, entrevistas estruturadas com usuários, questionários tendo em vista o conforto dos usuários, elaboração de mapas comportamentais, entre outros.

É necessário que se façam uso de múltiplos métodos visto que por possuírem pontos positivos e negativos, isso pode acarretar em divergências de resultados, além da importância da utilização dos métodos quantitativos e qualitativos, potencializando as avaliações.

Zapatel, 1992, Reis e Lay, 1994 *apud* Junior, 2001 citam dois tipos de levantamento para a avaliação, sendo eles: de arquivo e de campo.

- O levantamento de arquivo não é coletado no local da avaliação, os dados levantados são o ponto de partida para que seja realizado o levantamento em campo.
- O levantamento em campo pode servir para fornecer os dados necessários sobre a edificação e assim, concretizar o levantamento.

#### 2.4.2 Métodos do levantamento em campo

Zapatel, 1992, Reis e Lay, 1994 *apud* Junior, 2001 classificam os métodos de levantamento em quatro tipos, sendo eles, observações visuais, entrevistas, questionários e levantamentos físicos.

Nas observações visuais é realizada uma avaliação do ambiente construído, objetivando gerar dados sobre as atividades que são realizadas. As técnicas de registro utilizadas são mapas comportamentais, anotações verbais, fotografias e vídeos.

As entrevistas são caracterizadas por serem informais e abertas, elas são a base para a estruturação de questionários, a fim de validar as informações obtidas. O número de usuários entrevistados varia e as entrevistas podem ser registradas verbalmente ou oralmente.

Os questionários têm o objetivo de mensurar através dos dados obtidos, as reações dos indivíduos quanto à satisfação do ambiente construído, comparando as informações das mais variadas pessoas.

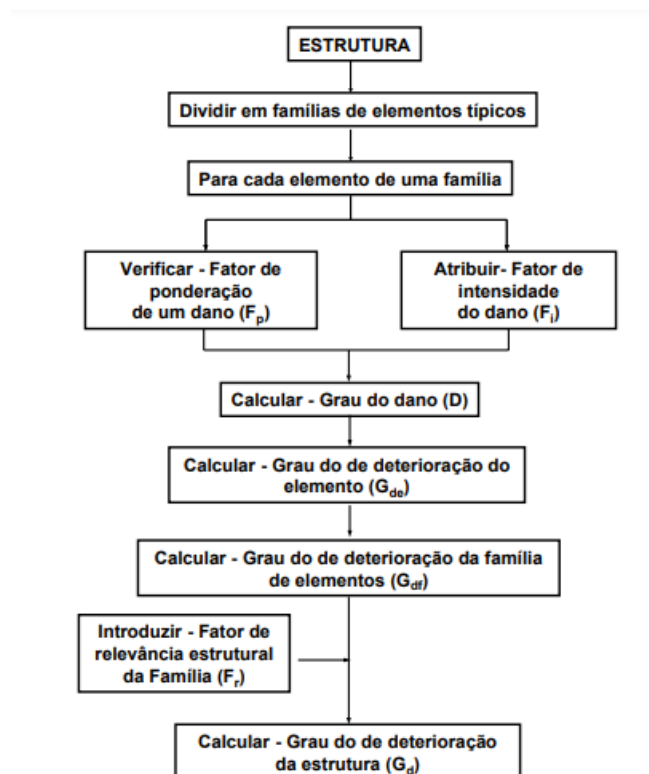
Os levantamentos físicos referem-se à investigação do ambiente quanto ao seu desempenho através de medições, podendo ou não incluir equipamentos. A escolha das técnicas deve atender ao problema que será investigado.

## 2.5 Metodologia GDE/Unb

A metodologia GDE/Unb ou PECC-UnB foi elaborada com o objetivo de determinar o grau de deterioração de estruturas de concreto a fim de quantificar as manifestações patológicas existentes e priorizar a correção das irregularidades com maior gravidade e/ou urgência (BOAS, 2018).

Para aplicação da Metodologia GDE/UnB, Castro (1994) desenvolveu o fluxograma (Figura 10) abaixo onde define a suas etapas sequenciais:

Figura 10: Fluxograma da metodologia para o cálculo do Grau de Deterioração da Estrutura ( $G_d$ ).



Fonte: Castro (1994, pág. 56).

### 2.5.1 Divisão em famílias de elementos

As famílias definidas nesse trabalho foram:

- Pilares
- Vigas
- Lajes
- Elementos arquitetônicos
- Escadas

### 2.5.2 Fator de ponderação do dano ( $F_p$ )

Esse fator avalia a importância do dano levando em consideração sua estética, funcionalidade e segurança. Sendo assim, foi determinado que para cada manifestação encontrada e em função da família dos elementos, existe um grau de escala que varia de 1 a 5 (FONSECA, 2007, p. 164).

Os valores da escala foram determinados segundo os anexos A a E.

### 2.5.3 Fator de intensidade do dano ( $F_i$ )

Fonseca (2007, p. 165) caracteriza esse fator como sendo a classificação da gravidade e evolução do dano com escala variante de 0 a 4.

Essa classificação é realizada de acordo com a Tabela 1 e auxílio dos anexos F, G e H:

Tabela 1: Classificação das lesões em elementos.

Classificação	Fator de intensidade ( $F_i$ )
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)

### 2.5.4 Grau do dano (D)

O grau de dano é medido através do fator de ponderação e seu fator de intensidade. O autor leva em consideração o modelo de evolução da corrosão de armaduras e apresenta a Equação 1: (FONSECA, 2007).

$$D = 0,8 F_i F_p \quad \text{Para } F_i \leq 2,0 \quad (1)$$

$$D = (12 F_i - 28) F_p \quad \text{Para } F_i > 2,0$$

Onde:

$F_i$ : Fator de intensidade do dano;

$F_p$ : Fator de ponderação do dano.

### 2.5.1 Grau de deterioração do elemento ( $G_{de}$ )

A metodologia foi modificada por Lopes (1998) e a partir do valor do grau de dano, pode-se 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).

O nível de deterioração do elemento estrutural pode ser obtido a partir do resultado da equação 2, assim como as ações adotadas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação do nível de deterioração do elemento.

Nível deterioração	$G_{de}$	Ações a serem adotadas
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)

### 2.5.5 Grau de deterioração da família do elemento ( $G_{df}$ )

Para o cálculo do grau de deterioração da família de elementos, correspondente a Equação 3, são utilizados os elementos que apresentaram  $G_{de} \geq 15$ , ou seja, aqueles que apresentam nível de deterioração médio ou superior a isso.

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

Onde:

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

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

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

### 2.5.5 Grau de deterioração de relevância estrutural ( $F_r$ )

O fator de relevância é obtido dividindo os tipos de elementos estudados para ser considerada a importância dessas peças a partir da Tabela 3.

Tabela 3: Fatores de relevância estrutural.

Famílias em Conjunto	Fatores de Relevância Estrutural ( $F_r$ )
Elementos de composição arquitetônica.	1,0
Reservatório superior.	2,0

Escadas/ rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação.	3,0
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários.	4,0
Vigas e pilares principais.	5,0

Fonte: Fonseca (2007, p.179).

### 2.5.6 Grau de deterioração da estrutura ( $G_d$ )

A partir da Equação 4, é possível obter o grau de deterioração da estrutura.

$$G_d = G_{dem\acute{a}x} \left[ \sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^k F_r(i) G_f(i)}{\sum F_r}} \right] \quad (4)$$

Onde:

$G_d$ : Grau de deterioração global da estrutura;

k: Número de famílias de elementos presentes na edificação;

$F_r$ : Fatores de Relevância Estrutural;

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

Obtido o grau de deterioração da estrutura, é classificado o nível da deterioração conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Classificação do nível de deterioração da estrutura.

Nível deterioração	$G_{de}$	Ações a serem adotadas
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.17).

### 3 METODOLOGIA

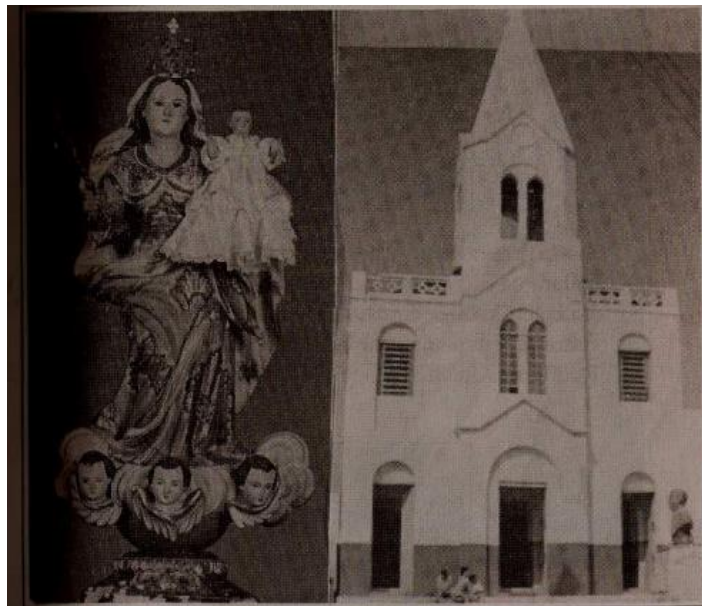
A metodologia foi baseada nos seguintes métodos: o boletim de Lichtenstein para identificação e diagnóstico das manifestações patológicas ocorridas no objeto de estudo e a metodologia GDE/UnB para priorização da correção das anomalias com maior gravidade e/ou urgência.

#### 3.1 Estudo de caso

A capela de Nossa Senhora do Bom Conselho, assim chamada na época da sua construção, foi uma obra iniciada no ano de 1864, tendo sua primeira missa ocorrida no dia 2 de fevereiro de 1865, ela foi construída sobre a sepultura da esposa (Maria Isabel) de Manoel André Correia dos Santos, fundador da cidade de Arapiraca, quando ela ainda era um povoado (MACEDO, 1994, p. 76-77).

Na Figura 11 está representada a santa Nossa Senhora do Bom Conselho que foi comprada por Manoel André para ser a padroeira da cidade e a antiga igreja de Nossa Senhora do Bom Conselho.

Figura 11: Nossa senhora do Bom Conselho (esquerda) e a antiga igreja de nossa senhora do bom conselho (direita).



Fonte: Macedo (1994, p. 89).

Segundo relatos da população e portais de notícias da cidade, foi a partir da igreja que a cidade começou a se desenvolver economicamente, em seus arredores



se formaram a feira livre e o comércio, este último permanece no local até hoje. A capela recebeu o título de Matriz pelo bispo diocesano Dom Fernando Gomes, até que com o desenvolvimento da cidade, houve a necessidade de uma matriz maior, e em 1967 houve a realização da primeira missa na nova e atual Matriz, Concatedral de Nossa Senhora do Bom Conselho. Diante do exposto, o objeto de estudo desse trabalho atualmente é conhecido como: Igreja do Santíssimo Sacramento (Figura 12).

Perante o que foi visto, é inegável o valor histórico e cultural que a igreja apresenta para a cidade e seus moradores, sendo de grande importância que ela se mantenha preservada e em boas condições de uso, sem perder suas características que tanto representa o seu povo.

Figura 12: Atual Igreja do Santíssimo Sacramento.

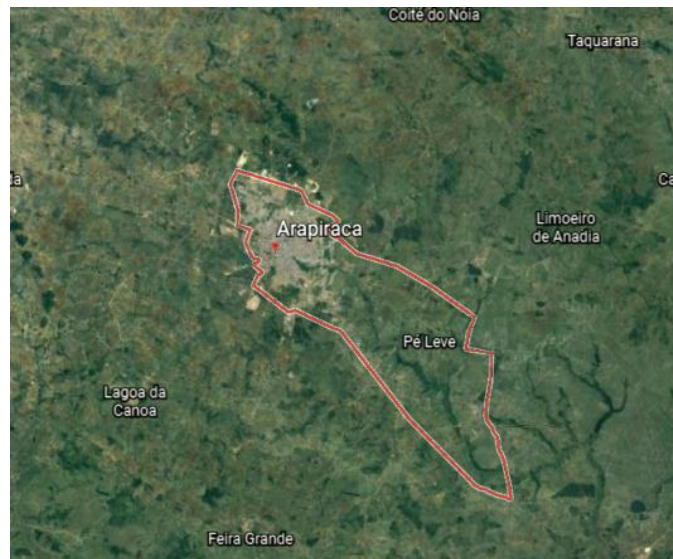


Fonte: Já é notícia, 2017.

### 3.2 Local

A atual Igreja do Santíssimo Sacramento está localizada na cidade de Arapiraca, no agreste Alagoano, a 128 km da sua capital. A cidade é a segunda maior do estado, sendo vista como um polo para as cidades vizinhas, como pode ser visto na Figura 13. Segundo o IBGE (2019), Arapiraca possui aproximadamente 233 mil habitantes e uma área de 345 mil km<sup>2</sup>.

Figura 13: Limites da cidade de Arapiraca.



Fonte: Google Earth (2020).

Arapiraca possui clima tropical com temperatura média de 23.7° e média anual de pluviosidade de 752 mm (climate-data.org, 2018).

A igreja Santíssimo Sacramento está localizada na Praça do Bom Conselho (Figura 14), no centro da cidade.

Figura 14: Localização da Igreja.



Fonte: Google Earth (2020).

### **3.3 Boletim técnico de Linchtenstein**

Linchtenstein (1986) desenvolve um método para aplicação na busca de resoluções de manifestações patológicas, baseando-se no mesmo, o estudo foi dividido em três partes:

Levantamento de subsídios:

- Coleta de informações a respeito da edificação estudada, como: período da última reforma, projetos existentes, área construída e histórico da igreja.
- Vistoria detalhada das manifestações patológicas que estavam ocorrendo, através de observações, anotações, fotografias e medições.

Diagnóstico da situação:

- Com o auxílio de referências bibliográfica foram diagnosticadas as manifestações encontradas e relacionadas suas possíveis causas.

Definição de conduta:

- Foram levantadas as possíveis medidas para intervenção das enfermidades estudadas.

### **3.4 Metodologia GDE/UnB**

Os procedimentos para cálculo foram realizados com base no referencial do presente trabalho.

### **3.5 Materiais Utilizados no estudo**

- Fissurômetro
- Equipamento fotográfico
- Prancheta
- Lápis
- Régua

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As manifestações na igreja estudada foram diagnosticadas através de exame visual e amplo registro fotográfico, a maioria das anomalias ocorrem devido a presença da umidade, como é possível visualizar na Figura 15, todas as fachadas da edificação possuem manchas de umidade, prejudicando sua arquitetura, Dórea et al (2010, p.6) aborda que o elemento mais causador das falhas nas estruturas é a água, tanto pela dissolução das substâncias e reações com componentes como por transportar corpos.

Primeiramente, a estrutura é examinada para averiguar o que pode estar afetando o desempenho da edificação, em seguida avalia-se as consequências dos problemas, a terceira parte consiste em se desenvolver alternativas para resolver a situação e elaborar programas de intervenções com base nas prioridades determinadas (Tukitan; Pacheco, 2013, p.14).

### 4.1 Boletim técnico de Linchtenstein

Foram relatadas as diversas anomalias ocorridas seguindo a metodologia em questão.

#### 4.1.1 Manchas de umidade.

Figura 15: Manchas de umidade.



Fonte: Autora (2020).

Manifestação: Manchas de umidade nas fachadas (Figura 15).

De acordo com a vistoria realizada foi observada a presença de manchas de umidade em toda a fachada da edificação, como é possível visualizar através da Figura 15. Caporrino (2015, p. 79) menciona que as fachadas com um fluxo inadequado estão constantemente expostas à presença da umidade, sendo mais vulneráveis ao aparecimento de manchas em sua superfície. Na etapa da anamnese, os frequentadores da igreja informaram que mesmo após serem realizadas reformas, as manchas voltam a aparecer.

No diagnóstico foi constatada a ausência das pingadeiras e impermeabilização inadequada, ocasionando a situação problemática, visto que, fachadas estão expostas a agentes agressivos como as chuvas e ainda a absorção da água por capilaridade.

As condutas sugeridas para intervenção são: lixar toda a área problemática e utilizar impermeabilizantes como a manta asfáltica e tintas impermeabilizantes, respeitando o número de demãos, conforme a NBR 9575 da ABNT (2010, p.5), os impermeabilizantes têm por finalidade proteger as edificações contra a umidade.

#### 4.1.2 Empolamento

Figura 16: Empolamento da pintura.



Fonte: Autora (2020).

Manifestação: Empolamento na superfície da pintura (Figura 16).

Durante a vistoria foram observadas no interior da edificação, bolhas em sua superfície e quando solicitado à percussão, o reboco possui som cavo. Na anamnese descobriu-se que o interior da igreja foi pintado há cerca de 3 anos.

No diagnóstico foi constatado que a provável ocorrência da umidade nos elementos observados na Figura 16 seja o fato de se tratar do interior das fachadas do tópico anterior, ou seja, a umidade externa. Figueiredo (2018, p.23) cita o aparecimento de “bolhas” ou saliências de diversos tamanhos é um defeito estrutural da película da superfície. A conduta sugerida é após resolver o problema do seu exterior, remover toda a sua camada de reboco, renová-la e utilizar a pintura impermeável.

#### 4.1.3 Eflorescência e descascamento de pintura

Figura 17: Eflorescência e descascamento da pintura.



Fonte: Autora (2020).

Manifestação: Apresentação de eflorescência e descascamento da pintura, conforme a Figura 17.

Durante a vistoria foi observada a presença de depósitos cristalinos de coloração branca (eflorescência) e o desprendimento da pintura tanto na parte interna da edificação como em sua fachada, como exposto na Figura 17. Na anamnese não foi possível descobrir qual o tipo de material empregado em sua última reforma.

O diagnóstico mostrou que a presença de umidade, sais solúveis, preparo inadequado do substrato e a utilização de materiais inadequados estão provocando suas anomalias, conforme Cechine et al (2009), o acúmulo de sais e água nas paredes

das alvenarias provoca o descolamento da pintura e eflorescências. A Conduta recomendada é a limpeza de toda a área afetada que pode ser realizada através da escovação e a utilização de tintas impermeabilizantes.

#### 4.1.4 Fissuras e trincas

Figura 18: Fissuras e trincas.



Fonte: Autora (2020).

Manifestação: Presença de fissuras e trincas (Figura 18).

Na vistoria foi constatada a presença de fissuras (<0,5 mm) e trincas (<0,55 mm), através do fissurômetro, na alvenaria, vigas e próximas a janelas, como visto na Figura 18. A anamnese mostrou a ausência de projetos para a construção da obra.

O diagnóstico atestou como causas para as manifestações, a ausência de projeto estrutural, falha na execução da obra, sobrecargas inadequadas nas alvenarias e provável ausência ou ineficiência de vergas e contra vergas. Devido ao tempo de ocorrência da manifestação, é possível concluir que são passivas e não estão variando ao longo do tempo.

Uma das intervenções recomendadas por Marcelli (2007 p. 120) é o restauro com adesivos à base epóxi que são colas que aderem o concreto velho ao novo e geram uma barreira de proteção contra os ataques dos agentes agressivos.

## 4.2 Metodologia GDE/UnB

Através da metodologia foram avaliados os elementos de forma individual e seus respectivos danos, nos pilares (Apêndice A) foram verificados deslocamentos, fissuras, eflorescências, manchas e umidades; nas vigas (Apêndice D) foram encontradas manchas, fissuras, deslocamentos e umidades; na laje (Apêndice E) houve deslocamento; nas escadas (Apêndice B) apresentaram as manchas e umidades; e nos elementos de composição arquitetônica (Apêndice C), as manchas, umidades, deslocamentos e eflorescências.

Os graus relativos a deterioração ocorrida nos elementos e nas famílias de elementos presentes na edificação estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5: Aplicação da metodologia GDE/UnB no objeto de estudo.

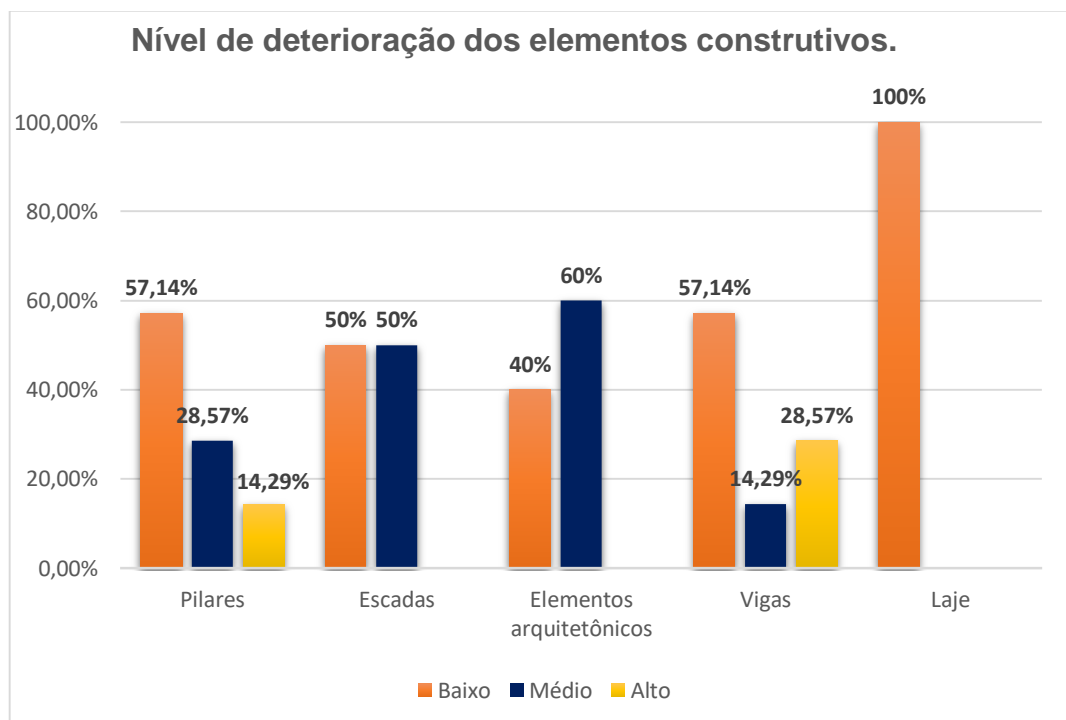
Elementos	Grau do dano (D)	Grau do dano máximo (Dmáx)	Grau de deterioração de um elemento (GDE)	Nível de deterioração	Gde máx	Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf)	Nível de deterioração	Fator de relevância estrutural (Fr)	Grau de deterioração da estrutura (Gd)	Nível de deterioração
Pilar 1	4,8	4,8	4,8	Baixo	60	73,4847	Alto	4	73,4847	Alto
Pilar 2	9,6	4,8	7,2	Baixo				5		
Pilar 3	60	60	60	Alto				5		
Pilar 4	24	24	24	Médio				5		
Pilar 5	4,8	4,8	4,8	Baixo				5		
Pilar 6	48	24	36	Médio				5		
Pilar 7	4,8	4,8	4,8	Baixo				5		
Total	-	-	120	-	-	-	-	34	-	-
Escada 1	48	48	48	Médio	48	48	Médio	3	48	Médio
Escada 2	0	0	0	Baixo				3		
Total	-	-	48	-				-		
Elemento 1	28,8	24	28	Médio	36	46,1025	Médio	1	46,1025	Médio
Elemento 2	28,8	4,8	8,8	Baixo				1		
Elemento 3	48	24	36	Médio				1		
Elemento 4	48	24	36	Médio				1		
Elemento 5	19,2	4,8	8,4	Baixo				1		
Total	-	-	100	-	-	-	-	5	-	-
Viga 1	24	24	24	Médio	77	92,3532	Sofrível	4	92,3532	Sofrível
Viga 2	0	0	0	Baixo				4		
Viga 3	84	60	77	Alto				5		
Viga 4	4,8	4,8	4,8	Baixo				5		
Viga 5	4,8	4,8	4,8	Baixo				5		
Viga 6	0	0	0	Baixo				4		
Viga 7	48	24	36	Médio				5		
Total	-	-	137	-	-	-	-	32	-	-
Laje	4,8	4,8	4,8	Baixo	4,8	4,8	Baixo	4	4,8	Baixo
Total	-	-	4,8	-	-	-	-	4	-	-

Fonte: Autora (2020).



A partir dos resultados apresentados na Tabela 5, a quinta coluna representa os níveis de deterioração dos elementos construtivos, sendo assim, nota-se que os pilares possuem a maior parte do nível de deterioração classificado como baixo (57,14%); as escadas possuem a maioria nos níveis médio (50%) e baixo (50%); os elementos arquitetônicos possuem maioria médio (60%); nas vigas a maior parte está em nível baixo (57,14%); e na laje é baixo (100%). O Gráfico 3 detalha os resultados encontrados.

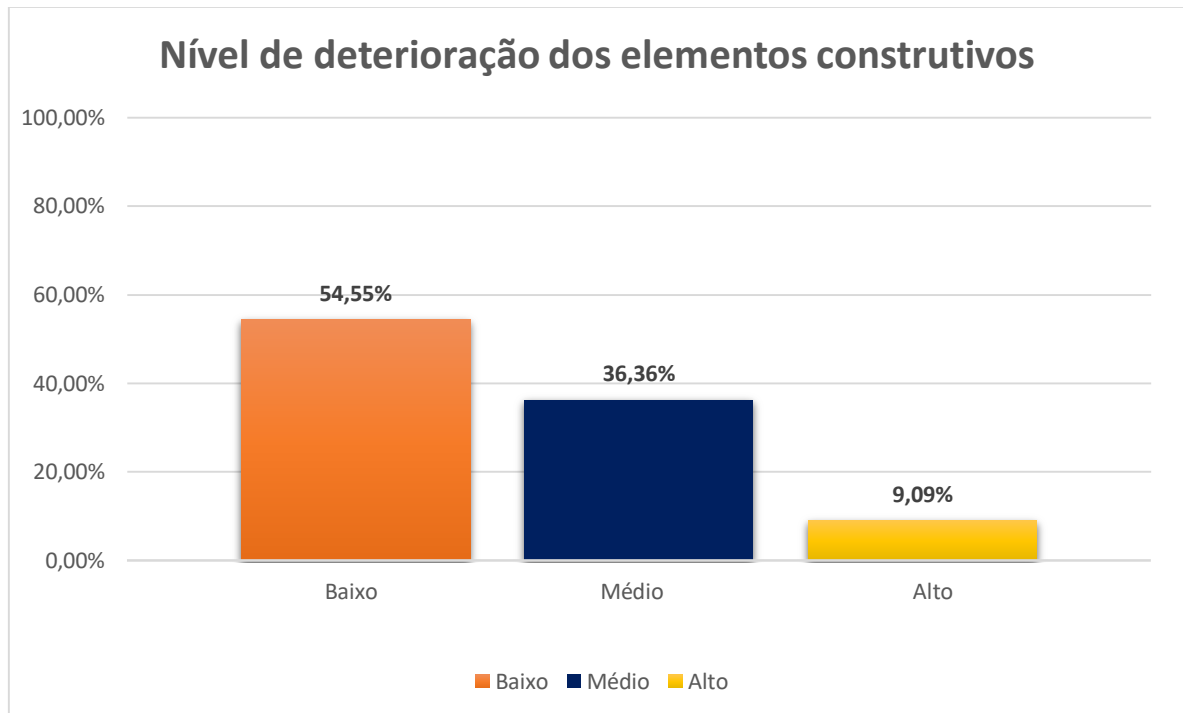
Gráfico 3: Nível de deterioração dos elementos construtivos.



Fonte: Autora (2020).

É possível observar que a maioria dos elementos obtiveram um nível de deterioração predominantemente baixo, seguido pelo médio e por fim, o nível alto, como mostrado no Gráfico 4.

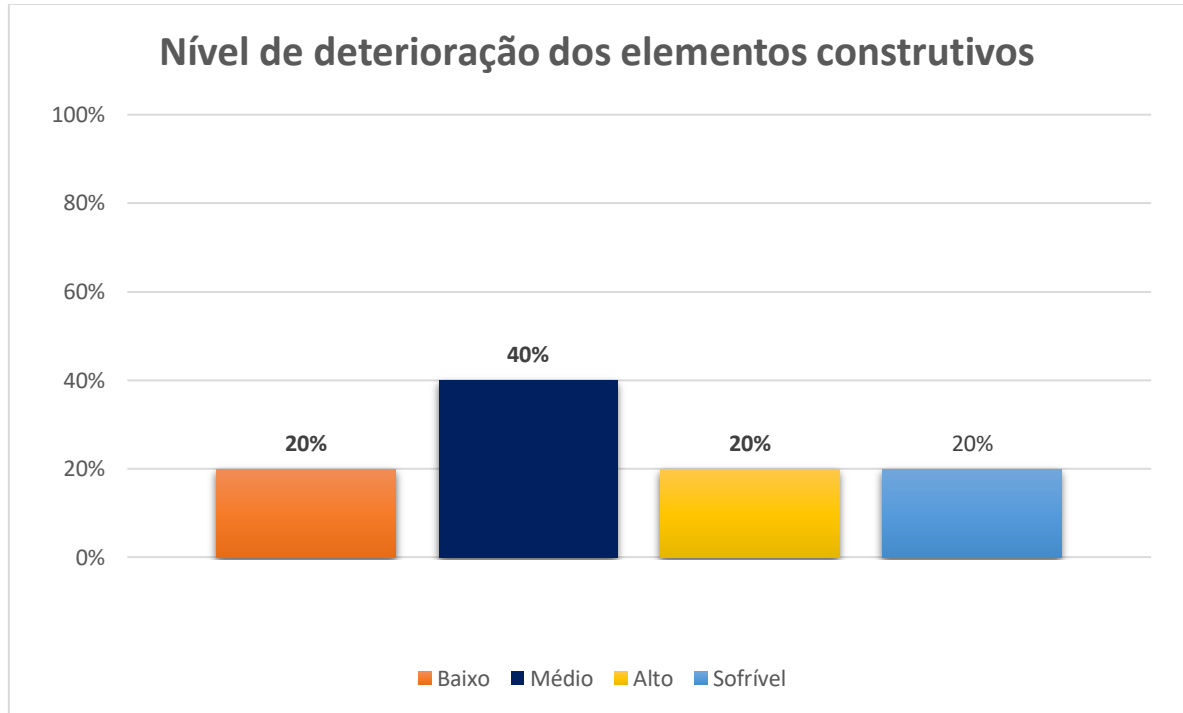
Gráfico 4: Gráfico resumo do nível de deterioração dos elementos.



Fonte: Autora (2020).

Em relação ao nível de deterioração das estruturas, a maior parte está em um nível médio, composta pelas escadas e os elementos arquitetônicos. As estruturas compostas por pilares e vigas são as mais deterioradas, apresentando nível alto e sofrível, respectivamente, representados na última coluna da Tabela 5 e a laje encontra-se no nível baixo. Nota-se que o fator de relevância estrutural (Tabela 5) não afetou os resultados devido ao fato de ter sido trabalhado todos os elementos construtivos presentes. O Gráfico 5 expõe a porcentagem dos níveis de deterioração nas estruturas.

Gráfico 5: Gráfico de exposição do nível de deterioração das estruturas.



Fonte: Autora (2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no levantamento das manifestações patológicas, através da metodologia de Linchtenstein, é possível concluir que na edificação estudada existem muitos problemas de umidade causados pela ausência de impermeabilização adequada.

Como a construção é antiga, também foram notadas falhas na qualidade dos materiais utilizados e da mão de obra, além da ausência de planejamento e projetos para sua execução. Portanto, esses são pontos indispensáveis para um bom desempenho de uma edificação.

A metodologia GDE/UnB demonstrou-se ser aplicável e eficiente para quantificar e priorizar o estado dos elementos da edificação, bem como sua estrutura. Em relação ao nível de deterioração das famílias dos elementos, sua maioria foi apontada como estando em grau baixo (54,55%), enquanto com relação a estrutura total da edificação, o seu grau é médio (40%).

Ao comparar os dois métodos utilizados, pode-se dizer que ambos indicaram que vigas e pilares são os elementos mais comprometidos da edificação, visto que são eles que apresentam as mais variadas anomalias, como as manchas, descascamento de pintura, fissuras, eflorescências, também foi constatado que são os que apresentam maior nível de deterioração, sendo alto e sofrível, respectivamente.

Os resultados do presente trabalho corroboram com o artigo de Costa et al (2018) em que as manifestações encontradas se mostraram bastante parecidas, como a presença de manchas de umidade, deslocamentos e fissuras.

Apesar da limitação de ensaios, foi constatado que a estrutura da edificação encontra-se comprometida, visto que todas as famílias dos elementos construtivos possuem algum tipo de inconformidade, sendo necessária assim, a realização de um programa de intervenção eficiente à médio prazo.

### 5.1 Sugestões para trabalhos futuros:

- Realizar ensaios para análises mais profundas como o ensaio de velocidade de propagação ultrassônico e o ensaio de esclerometria;
- Utilizar a câmera termográfica para avaliar melhor a ocorrência da umidade;

- Acompanhar a evolução das fissuras.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, G. S. **Estudo de Manifestações Patológicas em revestimentos de fachadas de Brasília** – Sistematização da Incidência de casos. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília. Faculdade de tecnologia, Brasília, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-1**: Avaliação de Bens Parte 1: Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.
- 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 de Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-2**: Edificações Habitacionais de Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construções 1**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- BOAS, E. L. B. V. **Aplicação de metodologia gde/unb em uma edificação habitacional: estudo de caso em Águas Lindas de Goiás - GO**. In: 60º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. 2018, Foz do Iguaçu.
- BRAGA, N. M. T. **Patologias nas construções: Trincas e Fissuras em edifícios**. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2010.
- BRASIL. Lei n. 5.194, de 21 de dezembro de 1996. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L5194.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm)> Acesso em: 25 ago. 2020.
- BRASIL. Lei n. 12.378, de 31 de dezembro de 2010. Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil -

CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12378.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12378.htm)> Acesso em: 25 ago. 2020.

BURIN, E. M. et al. **Vistorias na construção civil: conceitos e métodos**. São Paulo: PINI, 2009.

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 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Civil, Brasília, 1994.

CECHINEL, B. M. et al. **Infiltração em alvenaria estudo de caso em edifício na grande Florianópolis**. Caderno de Publicações Acadêmicas, Florianópolis, vol.1, 2009.

Climate-data.org. **Clima: Arapiraca**. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/arapiraca-4457/> > Acesso em: 04 de novembro de 2020.

COSTA, S. L. O. et al. **Estudo das manifestações patológicas em igreja histórica de Caxias, no Maranhão/Brasil**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Artigo**.

FIGUEIREDO, R. C. **Coletânea de estudos pessoais - Pintura industrial: Conceitos e definições**. Edição 1, 2018.

FONSECA, R. P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção**. 2007. 213 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2007.

FREITAS, A. H. C.; FRANÇA, P. M.; FRANÇA, T. M. **Patologia de fachadas**. Revista Pensar Engenharia, 2013.

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

Acesso em: 19 ago.2020.

HADJRI, K.; CROZIER, C. **Post-occupancy evaluation: purpose, benefits and barriers**. Facilities – Emerald Group Publishing. Vol 27, n. 1/2, 2009.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – IBAPE/SP. **Glossário de terminologia básica**. São Paulo, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – IBAPE. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBAGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/arapiraca.html>>. Acesso em: 25 nov.2020.

JUNIOR, M. P. C. **Avaliação Pós-Ocupação e manutenção estratégica de escolas públicas**. Monografia (Pós-graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória: 2001.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo de estruturas de concreto**. Belo Horizonte, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Boletim técnico 06/86: Patologia das Construções**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986.

LUCENA, A. D. et al. Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências. **Revista Principa**. João Pessoa, 2018.

MACEDO, V. O. de. **Arapiraca na História de Alagoas**. Arapiraca, 1994.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em Alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.










- MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** São Paulo: PINI, 2007
- MEIRA, G.R. **Corrosão de Armaduras em Estruturas de Concreto: Fundamentos, Diagnóstico e Prevenção.** João pessoa: IFPB, 2017.
- MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas.** 1. ed. São Paulo: Art & Ciência, 2001.
- MELO, E. J. C. **Casa escola: Avaliação Pós-Ocupação.** Monografia (Pós graduação em Tecnologia e Produtividade das Construções e Avaliações e Perícias) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2011.
- MORAES, O. B. **Método de análise de dados para avaliação de áreas urbanas recuperadas – uma abordagem utilizando a lógica fuzzy.** Tese (Doutorado) Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2008.
- NEVES, D. R. R; BRANCO, L.A.M.N. **Estratégia de inspeção predial. Belo Horizonte.** Vol 1: 2009.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- OLIVEIRA, A. M. de. **Fissuras, Trincas e rachaduras Causadas por Recalque Diferencial de Fundações.** 2012. 96 f. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- SCARTEZINI, L. M. B. **Apostila: Análise e melhoria de processos.** Goiânia, 2009.
- SILVA, F. B. D. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil.** Techne, São Paulo, n. 174, Setembro 2011.
- SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, Pini Ltda, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1989.
- TUTIKIAN, B; PACHECO; M. Boletín Técnico - **Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil.** Merida, 2013.

VILLA, S. B, et al. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação pós-ocupação do programa minha casa minha vida: Aspectos funcionais, comportamentais e ambientais.** Brasília: Ipea, 2016.





## APÊNDICES

### Apêndice A – Pilares.

Pilares	Pilar 1		Pilar 2		Pilar 3		Pilar 4		Pilar 5		Pilar 6		Pilar 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
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	3	0
Desvio de geometria	4	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
Falhas de concretagem	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	2	4,8	4	60	0	0	0	0	3	24	2	4,8
recalque	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinais de esmagamento	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade na base	3	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	3	24	0	0






Fonte: Autora (2020).

## Apêndice B – Escadas.

Escadas		Escada 1		Escada 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	4	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0
Falha de concretagem	2	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0
Flechas	5	0	0	0	0
Manchas	3	3	24	0	0
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0
Umidade	3	3	24	0	0








Fonte: Autora (2020).

## 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	
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	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	
Manchas	3	2	4,8	3	24	3	24	3	24	2	4,8	
Sinais de esmagamento	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Umidade	3	3	24	2	4,8	3	24	3	24	2	4,8	

Fonte: Autora (2020).

## 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
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	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	3	24	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	0	0	0	0	4	60	2	4,8	0	0	0	0	3	24
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	3	0	0	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0	3	24

Fonte: Autora (2020).

## Apêndice E – Laje.

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

Fonte: Autora (2020).

## ANEXOS

### Anexo A: Pilares – Fator de ponderação do dano.

<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: Vigas – Fator de ponderação do dano.

<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: Lajes – Fator de ponderação do dano.

<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: Escadas/rampas – Fator de ponderação do dano.

<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>flechas</i>	5		
<i>manchas</i>	3		
<i>sinais de esmagamento</i>	4		
<i>umidade</i>	3		

Fonte: Fonseca (2010, p.173).

## Anexo E: Elementos de composição arquitetônica – Fator de ponderação do dano.

<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 fatores de intensidade (1).

<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 - <u>generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.</u>
<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 esfrelamento 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).

Fonte: Fonseca (2010, p.169).

## Anexo G: Classificação dos fatores de intensidade (2).

<b>Tipos de danos</b>	<b>Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação</b>
<i>Fissuras</i>	1 - aberturas menores do que as máximas previstas em norma; 2 - estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma; 3 - aberturas excessivas; estabilizadas; 4 - aberturas excessivas; não estabilizadas.
<i>Flechas</i>	1 - não perceptíveis a olho nu; 2 - perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma; 3 - superiores em até 40% às previstas na norma; 4 - excessivas.
<i>Impermeabilização deficiente</i>	2 - danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização; 3 - descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração); 4 - degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade.
<i>Manchas</i>	2 - manchas escuras de pouca extensão, porém significativas (< 50% da área visível do elemento estrutural); 3 - manchas escuras de grande extensão (>50% ); 4 - manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).
<i>Obstrução de juntas de dilatação</i>	2 - perda de elasticidade do material da junta; início de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes; 3 - presença de material não compressível na junta; grande incidência de fissuras paralelas às juntas nas lajes adjacentes; 4 - fissuras em lajes adjacentes às juntas, com prolongamento em vigas e/ou pilares de suporte.
<i>Recalques</i>	2 - indícios de recalque pelas características das trincas na alvenaria; 3 - recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais; 4 - recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais.

Fonte: Fonseca (2010, p.170).

## Anexo H: Classificação dos fatores de intensidade (3).

<b>Tipos de danos</b>	<b>Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação</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).