

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

MÁRCIO SOARES DA COSTA
MARCOS TIAGO DA SILVA
MARIA GISLEY DA SILVA

**ANÁLISE DE UMA EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES
DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES
PREDIAIS:** propostas de reparação de anomalias patológicas e de
adequações em um edifício

BELO HORIZONTE - MG
DEZEMBRO/2021

MÁRCIO SOARES DA COSTA
MARCOS TIAGO DA SILVA
MARIA GISLEY DA SILVA

**ANÁLISE DE UMA EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES
DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES**

PREDIAIS: propostas de reparação de anomalias patológicas e de
adequações em um edifício

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade de
Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como
requisito para obtenção de título de bacharel em
Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil/Estruturas

Orientador de conteúdo: Prof. Ms. Diego de Jesus
Queiroz Rosa

Coordenadoras do Programa de Pesquisa, Produção
e Divulgação Científica: Profª Ms. Raquel Ferreira de
Souza e Profª Ms. Gabriela Fonseca Parreira

BELO HORIZONTE - MG
DEZEMBRO/2021



FEAMIG
Instituto Educacional "Cândida de Souza"

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **ANÁLISE DE UMA EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO**, de autoria dos alunos MÁRCIO SOARES DA COSTA, MARCOS TIAGO DA SILVA e MARIA GISLEY DA SILVA, isento de banca examinadora, em função de publicação de artigo científico nos *Cadernos de Comunicações Universitárias*, do 5º SEAG – Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão, ISSN 2675-1879.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2021.

Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza

Coordenadora do Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica
PPDC/FEAMIG

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a Deus, pelo dom da vida e pela energia nos dada para que fosse possível atingirmos nossos objetivos. À nossa família, pelo amor incondicional e pela força para que pudéssemos chegar até aqui. Aos meus colegas de curso, que assim como nós encerram uma difícil etapa da vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superarmos as dificuldades.

Às nossas famílias pelo amor, incentivo e apoio.

A faculdade FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, ao corpo docente, à direção e administração que oportunizaram o aprendizado com competência e ética.

Aos nossos orientadores, professores Raquel Ferreira de Souza, Gabriela Fonseca Parreira e Diego de Jesus Queiroz Rosa pelos ensinamentos, incentivos e suporte.

Aos nossos colegas, pelo companheirismo no decorrer do curso.

Nosso muito obrigado!

*“Engenharia Civil não é sobre construir coisas,
mas sim, executar sonhos”*

Leonardo Alves

RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi apresentar as principais adequações às patologias de uma edificação, de acordo com as normas técnicas NBR 5674/1999, NBR 6118/2014, NBR 6122/1996, NBR 7182/2016, NBR 9575/2010, NBR 15575/2013, NBR 16280/2014, vigentes. Metodologicamente tratou-se de uma pesquisa aplicada, de natureza qualitativa. Foi uma pesquisa descritiva e um estudo de caso. O objeto de estudo foi uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais, local no qual foi efetuada uma visita técnica visando a realização do levantamento de manifestações patológicas nas áreas externas da edificação. A partir da visita técnica foram identificadas patologias como trincas e fissuras e rachaduras, infiltrações e corrosão de armadura. Após a visita técnica foram efetuadas as análises dos dados coletados e foi elaborado um relatório constando as informações sobre as patologias identificadas na edificação e, a partir da avaliação, foi possível propor as soluções necessárias para a manutenção das mesmas de acordo com as normas da ABNT visando minimizar/eliminar os problemas detectados. Ao final do estudo foi possível fazer algumas recomendações como a elaboração de novo projeto estrutural de forma a atender as normas técnicas vigentes e as boas práticas da engenharia. Sugere-se ainda a contratação de especialista para análise e construção do projeto estrutural do edifício. Sugere-se também identificar qual a estrutura de concreto armado existente, materiais/ferragens, recalcular a carga existente atual do edifício e elaborar novo projeto estrutural. Deve-se elaborar um projeto de reforço estrutural de pilares, vigas, lajes e contenção em concreto armado e, atendendo a este novo projeto estrutural, deve-se providenciar reforços nas colunas atendendo o novo projeto estrutural, providenciar reforços nas vigas atendendo o novo projeto estrutural, providenciar reforços nas lajes atendendo o novo projeto estrutural e, providenciar reforços nas contenções de concreto armado, atendendo o novo projeto estrutural.

Palavras-chave: Edificação. Patologia. Adequações. Manutenção. NBR 5674/1999. NBR 6118/2014. NBR 6122/1996. NBR 7182/2016. NBR 9575/2010. NBR 15575/2013. NBR 16280/2014.

ABSTRACT

The main objective of this study was to present the main adaptations to the pathologies of a building, according to the technical standards NBR 5674/1999, NBR 6118/2014, NBR 6122/1996, NBR 7182/2016, NBR 9575/2010, NBR 15575/ 2013, NBR 16280/2014, in force. Methodologically, it was an applied research, of a qualitative nature. It was a descriptive research and a case study. The object of study was a building located in the Ouro Preto neighborhood, in Belo Horizonte, Minas Gerais, where a technical visit was carried out in order to carry out a survey of pathological manifestations in the external areas of the building. From the technical visit, pathologies such as cracks and fissures and cracks, infiltration and reinforcement corrosion were identified. After the technical visit, analyzes of the collected data were carried out and a report was prepared containing information on the pathologies identified in the building and, from the assessment, it was possible to propose the necessary solutions for their maintenance in accordance with ABNT standards aiming to minimize/eliminate the detected problems. At the end of the study, it was possible to make some recommendations such as the preparation of a new structural project in order to meet current technical standards and good engineering practices. It is also suggested to hire a specialist to analyze and construct the building's structural project. It is also suggested to identify the existing reinforced concrete structure, materials/hardware, recalculate the current existing load of the building and prepare a new structural project. A structural reinforcement project for columns, beams, slabs and containment in reinforced concrete must be elaborated and, given this new structural project, reinforcements in the columns must be provided, taking into account the new structural project, providing reinforcements in the beams taking into account the new project structural, provide reinforcements in the slabs meeting the new structural design and provide reinforcements in the reinforced concrete containments, meeting the new structural design.

Keywords: Building. Pathology. Adaptations. Maintenance. NBR 5674/1999. NBR 6118/2014. NBR 6122/1996. NBR 7182/2016. NBR 9575/2010. NBR 15575/2013. NBR 16280/2014.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Grande Avenida (Avenida do Contorno).....	24
Figura 2 - Planta Geral da Cidade de Minas de Aarão Reis - 1895.....	25
Figura 3 - Palácio do Governo.....	27
Figura 4 - Santa Casa de Misericórdia	28
Figura 5 - Igreja São José	28
Figura 6 - Igreja Nossa Senhora da Boa Viagem	29
Figura 7 - Universidade de Minas Gerais	30
Figura 8 - Aeroporto da Pampulha	30
Figura 9 - Prefeitura de Belo Horizonte	31
Figura 10 - Conjunto da Pampulha.....	32
Figura 11 - Aeroporto Carlos Prates.....	32
Figura 12 - Conjunto Governador Juscelino Kubitschek	33
Figura 13 - Edifício Niemeyer	34
Figura 14 - Edifício Maletta.....	34
Figura 15 - Palácio das Artes	35
Figura 16 - Causas intrínsecas aos processos de deterioração de estruturas de concreto.....	43
Figura 17 - Processos físicos da deterioração do concreto.....	44
Figura 18 - Fissuração mapeada causada por retração de secagem de argamassa.....	48
Figura 19 - Carbonatação condicionada pela fissuração	51
Figura 20 - Descolamento de reboco	54
Figura 21 - Descolamento de pintura	55
Figura 22 - Vista da fachada principal (FAC01), vista da fachada lateral direita (FAC03) e vista da fachada dos fundos (FAC04).....	70
Figura 23 - Fachada principal.....	71
Figura 24 - Fachada lateral esquerda	71
Figura 25 - Fachada dos fundos.....	71
Figura 26 - Projeto da vista da fachada da lateral esquerda	72
Figura 27 - Fachada Principal e vista lateral direita.....	72
Figura 28 - Projeto da vista frontal do pilotis – Estacionamento 1	73
Figura 29 - Vista frontal do pilotis	73

Figura 30 - Vista lateral esquerda do pilotis	73
Figura 31 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/ recalque.....	74
Figura 32 - Piso com afundamento/recalque.....	74
Figura 33 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/ recalque.....	75
Figura 34 - Piso com afundamento/recalque.....	75
Figura 35 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca	76
Figura 36 - Piso do pilotis com trinca	76
Figura 37 - Projeto de recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis	77
Figura 38 - Recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis	77
Figura 39 - Projeto de ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/pilotis	78
Figura 40 - Ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/ pilotis	78
Figura 41 - Projeto da trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2	79
Figura 42 - Trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2	80
Figura 43 - Projeto da trinca no muro de contenção e desnível entre os estacionamentos 1 e 2	80
Figura 44 - Rachadura no muro de contenção	81
Figura 45 - Rachadura no muro de contenção	81
Figura 46 - Projeto dos banheiros do subsolo 1	81
Figura 47 - Banheiro 1 do subsolo 1	82
Figura 48 - Banheiro 2 do subsolo 1	82
Figura 49 - Projeto da rachadura na flecha do subsolo 1	82
Figura 50 - Rachadura na parede da escada de acesso ao subsolo 1	83
Figura 51 - Projeto um sistema de drenagem de água pluvial não concluído no piso estacionamento descoberto do subsolo 2	83
Figura 52 - Sistema de drenagem não concluído.....	84
Figura 53 - Sistema de drenagem não concluído.....	84
Figura 54 - Projeto de trincas atrás da parede de contenção da laje no subsolo 1	84

Figura 55 - Trincas na parede dos fundos dos banheiros	85
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Carta diagnóstico.....	41
Quadro 2 – Etapas para o diagnóstico das patologias	42
Quadro 3 – Agentes responsáveis pelas patologias	45
Quadro 4 – Classificação das principais falhas nas estruturas	45
Quadro 5 – Patologias comuns e suas causas	46
Quadro 6 – Consequências das patologias.....	46
Quadro 7 – Procedimentos para o diagnóstico e terapia	46
Quadro 8 – Principais causas de fissuração	48
Quadro 9 – Preceitos legais	56
Quadro 10 – Anomalias e falhas	57
Quadro 11 – Sumário das patologias encontradas na visita técnica	85

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C	Grau Centígrado
ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
BR	Brasil
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
Ca(OH) ₂	Hidróxido de Cálcio
CAUs	Conselhos de Arquitetura e Urbanismo
CO ₂	Anidrido Carbônico
COE	Código de Obras e Edificações
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CREAs	Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia
Etc.	Etecétera
fck	Resistência Característica do Concreto à Compressão
FCS	Fundação Clóvis Salgado
FAC	Fachada
fk	Resistência Característica dos Materiais
fm	Resistência Média dos Materiais
FPA	Fundação Palácio das Artes
IBAPE/BA	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – Bahia
IEPHA-MG	Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico – Minas Gerais
JK	Juscelino Kubitschek
m	metros
m ²	metro quadrado
mm	milímetro
Mpa	Mega Pascal
n.	número
NA	Nível D'Água
NBR	Normas Brasileiras
p.	página
pH	Potencial Hidrogeniônico
RAA	Reação Álcali-Agregado
SP	São Paulo

Sr.	Senhor
SUS	Sistema Único de Saúde
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UMG	Universidade de Minas Gerais
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UV	Ultra Violeta
V. Exc.	Vossa Excelência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Contexto	17
1.2 Problema de pesquisa	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	18
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
1.4 Justificativa	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Edificações	21
2.1.1 <i>Histórico das edificações</i>	21
2.1.2 <i>As edificações antigas na Região Metropolitana de Belo Horizonte</i>	23
<u>2.1.2.1 O Palácio da Liberdade</u>	26
<u>2.1.2.2 Santa Casa</u>	27
<u>2.1.2.3 A Igreja São José</u>	28
<u>2.1.2.4 Igreja da Boa Viagem</u>	29
<u>2.1.2.5 Universidade de Minas Gerais</u>	29
<u>2.1.2.6 Aeroporto da Pampulha</u>	30
<u>2.1.2.7 Prefeitura</u>	31
<u>2.1.2.8 Conjunto da Pampulha</u>	31
<u>2.1.2.9 Aeroporto Carlos Prates</u>	32
<u>2.1.2.10 Conjunto Governador Juscelino Kubitschek – Edifício JK</u>	33
<u>2.1.2.11 Edifício Niemeyer</u>	33
<u>2.1.2.12 Edifício Maletta</u>	34
<u>2.1.2.13 Palácio das Artes</u>	35
2.2 Principais patologias existentes em edificações	36
2.2.1 <i>Fissuras</i>	47
2.2.2 <i>Trincas</i>	49
2.2.3 <i>Rachaduras</i>	50
2.2.4 <i>Carbonatação</i>	50
2.2.5 <i>Destacamento</i>	51
2.2.6 <i>Gretamento</i>	52
2.2.7 <i>Infiltração</i>	52

2.2.8 Desbotamento	53
2.2.9 Desbotamento	53
2.3 Inspeção predial	55
2.4 Concreto: conceitos e características.....	58
2.4.1 Resistência característica do concreto.....	59
3 METODOLOGIA	61
3.1 Tipos de pesquisa	61
3.2 Natureza da pesquisa.....	61
3.3 Pesquisa quanto aos fins	62
3.4 Pesquisa quanto aos meios	64
3.5 Organização em estudo	66
3.6 Coleta e análise de dados.....	66
3.7 Limitações.....	69
4 APRESENTAÇÃO ANÁLISE DOS RESULTADOS	70
4.1 Mapeamento, catalogação e identificação dos principais tipos de patologias ocorridas na edificação	70
4.2 Descrição das possíveis causas das patologias detectadas na edificação.....	86
4.2.1 Afundamento do piso do estacionamento 1	86
4.2.2 Trincas no piso de concreto do estacionamento 1	86
4.2.3 Rachadura no muro de contenção divisório entre estacionamento 1 e 2....	87
4.2.4 Rachaduras na parede da escada de acesso ao subsolo 1	87
4.2.5 Trincas nas paredes dos banheiros (trincas diagonais e horizontais) existentes no Subsolo 1	88
4.2.6 Sistema de drenagem não concluído	88
4.3 Métodos e técnicas sugeridos para minimizar ou erradicar as patologias detectadas na edificação	89
4.3.1 Afundamento do piso do estacionamento 1	90
4.3.2 Trincas no piso de concreto do estacionamento 1	91
4.3.3 Rachadura no muro de contenção divisório entre estacionamento 1 e 2....	92
4.3.4 Rachaduras na parede da escada de acesso ao subsolo 1	92
4.3.5 Trincas nas paredes dos banheiros (trincas diagonais e horizontais) existentes no Subsolo 1	93
4.3.6 Sistema de drenagem não concluído	93

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE.....	103
ANEXO	119

1 INTRODUÇÃO

As edificações são consideradas como produtos direcionados para o mercado consumidor e, com isso, necessitam estar de acordo com as exigências do cliente e em consonância com as legislações vigentes, para satisfazer às perspectivas colocadas por ambos na aquisição do imóvel, proporcionando uma performance satisfatória.

Existem muitas falhas em edificações e que estas são decorrentes de diversos fatores, inclusive do processo de execução e das condições dos insumos utilizados.

O surgimento das manifestações patológicas nas edificações sugere que esteja ocorrendo algum tipo de falha, seja esta ocorrida durante o processo de projeto, de execução da obra, no controle de qualidade ou até mesmo durante o período de utilização das mesmas. Pode-se encontrar, em diversas áreas da construção civil, as manifestações patológicas, tais como: infiltrações, trincas, fissuras, rachaduras, impermeabilização e descolamento de revestimento cerâmico, dentre outras.

As patologias podem ser consideradas “doenças” ou vícios na construção civil, que devem ser estudadas e tratadas corretamente a fim de sanar as manifestações patológicas.

Diante do exposto, o propósito deste estudo foi apresentar as principais adequações para minimizar e tratar as patologias de uma edificação, de acordo com as normas técnicas vigentes.

1.1 Contexto do Problema

Todo produto construído possui um ciclo de vida útil, sendo que este pode se transformar estando sujeito a fatores como a resistência dos materiais utilizados na construção, das condições de exposição e utilização do mesmo e a existência de uma manutenção periódica. A ausência de manutenção e ações preventivas faz com que ocorram mínimas aparições de patologias, essencialmente em edificações mais antigas, favorece para condições de performance insatisfatório com ambientes

insalubres, de deficiente aspecto estético, de provável precariedade estrutural e de custo elevado de recuperação.

Geralmente, as patologias são oriundas de falhas humanas, decorrentes nas etapas tanto do projeto, quanto na execução. Independentemente do avanço tecnológico o setor da construção civil tem grande quantidade de edificações que apresentam patologias, por ausência de cuidado na execução, deficiência de manutenção, especificação inadequada de materiais, entre outras, uma vez que essas ocorrem em detrimento às falhas, os custos elevam-se com reparações e/ou indenizações aos moradores, especialmente no que diz respeito ao imóvel que possui menos de cinco anos de construção. A patologia é uma ciência que estuda e busca explicar qual foi o tipo de mecanismo que levou a origem e causa de determinada ocorrência. Já as manifestações patológicas consistem em externar o efeito de anomalias em determinada região. É muito comum o surgimento destes efeitos em obras onde as especificações dos materiais são ignoradas, a mão de obra destinada a execução de determinada tarefa não é qualificada para execução e os padrões mínimos das normas técnicas não são respeitados.

1.2 Problema de pesquisa

Quais as soluções mais apropriadas para minimizar e/ou eliminar as patologias em edificações visando uma maior vida útil das peças estruturais, vedação e revestimentos da construção?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar as principais adequações para minimizar e tratar as patologias da edificação em estudo, de acordo com as normas técnicas vigentes.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Mapear, catalogar e identificar os principais os tipos de patologias ocorridas na edificação;
- Descrever as possíveis causas das patologias detectadas na edificação;
- Propor métodos e técnicas utilizadas que visam minimizar ou erradicar as patologias em edificações.

1.4 **Justificativa**

As manifestações patológicas na construção civil é um tema que vem sendo cada vez mais abordado nas construtoras e cursos de Engenharia Civil em todo o país, pois é um indicativo que ocorreram falhas na elaboração do projeto e/ou execução.

Para a comunidade local e sociedade em geral, este estudo se justifica, uma vez que é por meio da manutenção preventiva nas edificações que as patologias podem ser evitadas. É através de conhecimento especializado dos profissionais da engenharia civil que se apresentam soluções para minimizar o aparecimento de patologias em edificações, sobre o que deverá ser aplicado, concebido ou executado. É importante ainda para as pessoas que fazem aquisição de unidades que estão com algum tipo de patologia. Este estudo pode auxiliar estas pessoas na avaliação e análise de um imóvel antes da aquisição do mesmo ou até auxiliar quando uma destas patologias abordados no contexto se manifestarem em suas respectivas edificações. Deverá ser efetuada a verificação da adequação da estrutura quanto à resistência, durabilidade, dentre outros.

No que diz respeito à área de engenharia civil, entende-se a importância de se avaliar as patologias em edificações, uma vez que é de interesse das construtoras atentarem a esse tipo de problema com prevenção e minimizando futuros custos com reparações e/ou indenizações a moradores. Pode-se citar acerca do âmbito ambiental, uma vez que o impacto gerado pelo processo da construção civil abrange o consumo de recursos e cargas ambientais motivadas especialmente pelo uso indiscriminado de energia, geração e disposição imprópria de entulhos, ou seja, dentre as diversas fases de um empreendimento o consumo de recursos e a

geração de resíduos são relevantes, tanto na construção quanto na manutenção e na demolição.

A relevância do presente trabalho se apresenta pela necessidade do conhecimento teórico e prático para o grupo de pesquisa. As ocorrências de patologias nas edificações devido a falhas tornaram-se um problema que tem chamado a atenção na área da construção civil, uma vez que além de afetar no desempenho das empresas do ramo, fica muito aquém dos anseios dos clientes e consumidores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Edificações

2.1.1 Histórico das edificações

Ribeiro (2011) afirma que a história da construção institui uma especialidade cujo conceito é recente e que possui como objetivo ponderar acerca do desenvolvimento do *modus faciendi* de uma atividade humana milenária, por meio de um enfoque transdisciplinar.

A história da construção abrange-se a respeito de fatos e eventos relacionados de forma direta e indiretamente à construção arquitetônica e urbana e tem como investigadores os profissionais originários de diversas áreas do saber científico como arquitetura, urbanismo, engenharia, história, arqueologia, geografia, sociologia, pedagogia etc.

Moura (2013) relata que o conhecimento baseado na experiência acumulado no decorrer dos tempos e o caso de diversas construções, datadas de muitos séculos, permanecerem, manifesta a importância da experiência em engenharia, apesar de que somente no século XX a engenharia tenha sido cientificamente teorizada (NÁPOLES NETO, 1998). Contudo, existe dados de que em torno de 17 séculos a.C. foi localizado o primeiro código de obras conhecido, o de Hamurabi, rei da Babilônia.

Talvez o mais antigo documento produzido no Brasil e que discorra de uma forma mais sistemática (e não meramente ocasional) sobre práticas construtivas seja um manuscrito de 1684 intitulado “Declarações de obras” de Frei Bernardo de São Bento, um beneditino que foi responsável por uma importante reforma no mosteiro da ordem situado no Rio de Janeiro. Trata-se de um documento em que o arquiteto, de formação completamente autodidata como ele mesmo faz questão de informar, descreve não apenas processos técnicos empregados na obra como também as dificuldades de percurso encontradas e como as mesmas foram superadas (RIBEIRO, 2011, p. 3).

Segundo Barbosa (2006), os edifícios, bem como as construções, as quais se erguem muito acima do solo, tanto residenciais, como comerciais ou mistas, sendo

qualificado como edifício alto ou arranha-céu (*skyscrapers*) os prédios com mais de 10 andares, ainda que isto para os arquétipos contemporâneos possa ser avaliado como sendo baixo.

Para Zuchetti (2015), o conceito de edificação define que estas são qualificadas por casas, prédios, apartamentos, galpões, viadutos, igrejas, ginásios de esportes, fortes, aeroportos, torres de comando, faróis sinalizadores, postos de gasolina, usinas hidroelétricas, usinas nucleares, indústrias, estações de tratamento de água etc. Por fim, é a maneira comum de se mencionar a qualquer instalação que como seu desígnio final, sirva de abrigo para exercer os mais diversos papéis do homem.

Conforme Moura (2013), a construção civil evolui de acordo com a sociedade, determinados elementos sustentam-se e outros podem ser substituídos. Os materiais modificam de acordo com os períodos, de acordo com os recursos locais, de acordo com os meios de transporte e realização, de acordo com a estética etc., sendo ainda que a formação geológica do terreno estabelece as condições de construtibilidade de cada local.

Um tipo de construção que se encontra desde o Paleolítico, estendendo-se pelo Neolítico e antiguidade, é o agrupamento de habitações em forma circular [...] este estágio construtivo é curioso, pois se revela mais como estágio cultural do que histórico, uma vez que se estende desde restos encontrados na Europa Ocidental, Chipre, Rússia, China, Japão, até construções bem mais modernas, bastante semelhantes, de índios sul-americanos e de lapões (NÁPOLES NETO, 1998 *apud* MOURA, 2013, p. 2).

Ainda conforme o autor, de acordo com a história, as construções apresentavam definições características, e determinados significados são adaptados em edificações da contemporaneidade. Um exemplo é a construção da cidadela de Machu Picchu, que para o povo inca apresentava a acepção de um governo de *status* semidivino por se alçar nas montanhas. E, essa informação transpôs-se até hoje em dia, em construções como o Tour Montparnasse, SacréCoeur, Edifício Chrysler, Centro Rockfeller, Torre Eiffel e Empire States, construções avaliadas como sendo metafísicas e monumentais.

Moura (2013) afirma que a seriedade de uma construção para a cidade que se implanta é marco histórico virtuoso de ser analisado, tendo-se como exemplo disso o

Partenon, o qual foi construído na acrópole de Atenas, parte mais elevada da cidade, possuindo localização estratégica para defesa militar e importância emblemática de enobrecimento humano, tendo-se ainda, por exemplo, o Coliseu, o qual foi erguido em Roma para sediar combates de gladiadores e do mesmo modo constantemente imergida para sediar batalhas navais. Cada obra possui seu valor devido suas produções de sentidos que traz anexa à sua arquitetura e, do enfoque da engenharia, são abastadas em elementos que comportam abranger o desenvolvimento das metodologias de construção, bem como o diagnóstico do aparecimento e emprego de cada material disponível para o exercício da construção, conforme cada povo e cada período.

2.1.2 As edificações antigas na Região Metropolitana de Belo Horizonte

Araújo et al (2017) relatam que no ano de 1890, a cidade de Belo Horizonte, denominada como Arraial de Belo Horizonte, cuja população era composta por estrangeiros de várias nacionalidades como italianos, portugueses, espanhóis, sírios, alemães, holandeses, franceses, austríacos, belgas e de brasileiros, os quais vieram trabalhar na construção da cidade atingindo distintas atividades.

Conforme Vilela (2006), a cidade de Belo Horizonte, a qual foi finalizada em 23 de março de 1895 tinha como planta geral três zonas concêntricas, sendo estas, as zonas urbanas as quais eram situadas na parte central, lugar do antigo arraial, que era desmembrada em quarteirões regulares medindo 120 X 120 metros pela malha viária ortogonal, que se baseavam em ruas de 20m de largura com a sobreposição de avenidas (35m) que as cortavam em ângulos de 45°. Tinha a zona suburbana a qual circundava toda a primeira zona e era separada por uma avenida de contorno, (a atual Av. do Contorno) e que proporcionava quarteirões irregulares e ruas mais estreitas, em torno de 14m, esboçadas de acordo com o que a topografia permitia. Por fim, os sítios, os quais contornavam toda a zona suburbana e era destinada aos sítios de pequena lavoura.

Silva (2002) relata que a cidade foi inaugurada em 12 de dezembro de 1897, cinco dias antes da data estipulada em lei, por uma reivindicação da Constituição do Estado, cuja capital foi designada Cidade de Minas, nome que foi utilizado até 1901,

quando decidiu a se chamar Belo Horizonte. Porém, parte de suas construções não tinha sido finalizada e algumas ruas e avenidas eram somente "picadas", abertas no meio do mato

Conforme Araújo et al (2017), Aarão Reis, que era engenheiro e urbanista, entregou ao presidente da República, que na época era o Afonso Pena, um relatório no qual apresentava acerca da construção da nova capital, cujo projeto possibilitava a abertura de uma avenida que contornaria a cidade, denominada avenida do Contorno. As casas erguidas no bairro Funcionários tinham como finalidade a hierarquização dos funcionários públicos estaduais.

Figura 1 – A Grande Avenida (Avenida do Contorno)



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

Segundo Arreguy e Ribeiro (2008), a avenida que contornava toda a área urbana delineada, denominada como sendo Avenida do Contorno, conforme apresentada na Figura 1 que, do mesmo modo conservar-se até hoje em dia. A paisagem desses espaços modificou, porém eles ainda permanecem na cidade, com elevada importância.

Signorini (2017) apresenta a planta (Figura 2) e o ofício redigido por Aarão Reis em 23 de março de 1895 referente ao projeto da nova capital de Estado de Minas Gerais:

É com a maior satisfação que submeto, hoje, à aprovação de V. Exc. A planta geral da futura 'Minas', destinada a ser a Capital do Estado. (...) Foi organizada a planta geral da futura cidade dispondo-se na parte central, no local do atual arraial, a área urbana de 8.815.382m², dividida em quarteirões de 120 m X 120 m pelas ruas, largas e bem orientadas, que se cruzam em ângulos retos, e por algumas avenidas que cortam em ângulos de 45°. Às ruas fiz dar a largura de 20 metros, necessária para a conveniente arborização, a livre circulação dos veículos, o tráfego dos carros e os trabalhos da colocação e reparos das canalizações subterrâneas. Às avenidas fixei largura de 35 m, suficiente para dar-lhes a beleza e o conforto que deverão no futuro proporcionar à população. Apenas a uma das avenidas - que corta a zona urbana de norte a sul, e é destinada à ligação dos bairros opostos - dei a largura de 50 m, para constituí-la em centro obrigado da cidade e, assim, forçar a população, quando possível, a ir-se desenvolvendo do centro para a periferia, como convém à economia municipal, à manutenção da higiene sanitária, e ao prosseguimento regular dos trabalhos técnicos. Essa zona urbana é delimitada e separada da suburbana por uma avenida de contorno, que facilitará a conveniente distribuição dos impostos locais, e que de futuro será uma das mais apreciadas belezas da nova cidade. A zona suburbana, de 24.930.803 m², - em que os quarteirões são irregulares, os lotes de áreas diversas, e as ruas traçadas de conformidade com a topografia e tendo apenas 14 m de largura - circunda inteiramente a urbana, formando vários bairros, e é, por sua vez, envolvida por uma terceira zona de 17.474.619 m² reservada aos sítios destinados à pequena lavoura. Aarão Reis – Ofício de 23/03/1895-apresentação do projeto da nova capital do Estado de Minas Gerais (SIGNORINI, 2017, p. 78).

Figura 2 – Planta Geral da Cidade de Minas de Aarão Reis - 1895



Fonte: Signorini, 2017, p. 79.

No dia 12 de dezembro de 1897, de acordo com dados de Araújo et al (2017), instituiu-se a Cidade de Minas Gerais, sendo que no ano de 1901 o nome foi alterado para Belo Horizonte.

Arreguy e Ribeiro (2008) relatam que a cidade de Belo Horizonte desenvolveu, e seu crescimento foi caracterizado pelo planejamento inicial. A área urbana, dentro dos limites da Avenida do Contorno, ganhou no decorrer do tempo mais infraestrutura, como, por exemplo, nos transportes coletivos e no provisão de serviços como água, luz e esgotos. Ali se empregou a maioria dos serviços e das atividades como comércio, hospitais e escolas. No que diz respeito à campo fora dos limites da Avenida do Contorno, este desenvolveu-se de forma mais desordenada, não ganhando a mesma infraestrutura. Os bairros nasciam do mesmo modo sem esses serviços. A desigualdade social fez surgir vilas e favelas nas adjacências desses bairros, entretanto do mesmo modo próximas aos bairros dentro da área central.

2.1.2.1 O Palácio da Liberdade

De acordo com Araújo et al (2017), no ano de 1897 foi inaugurado o Palácio da Liberdade, o qual teve como objetivo ser a sede simbólica do governo de Minas Gerais, em que seria o local para as deliberações políticas e sociais, as quais marcaram a história mineira e brasileira. A edificação foi projetada pelo arquiteto José de Magalhães para acolher a sede administrativa do governo e residência oficial dos governadores.

Segundo informações do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA-MG) (2021), o Palácio da Liberdade foi arquitetado como residência oficial e sede do governo estadual no projeto da Nova Capital de Minas Gerais. Está situado à Praça da Liberdade, tornando-se o centro do poder estadual, onde é composto de algumas das secretarias da administração pública. Foi tombado em 1975 e inscrito no Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, no Livro do Tombo de Belas Artes e no Livro do Tombo Histórico, das obras de Artes Históricas e dos Documentos Paleográficos ou Bibliográficos.

A edificação possui características ecléticas, mescla elementos do classicismo romântico francês na fachada e neobarrocos e renascentistas italianos, conforme apresentado na Figura 3 (IEPHA-MG, 2021).

Figura 3 – Palácio do Governo



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.2 Santa Casa

No ano de 1898 foi inaugurada a Santa Casa de Misericórdia visando atender à necessidade de assistência médica aos menos favorecidos, inclusive de indigentes. Nessa época foi criada a Associação Humanitária da Cidade de Minas, constituída por médicos e engenheiros, os quais propuseram e aprovaram em conjunto com a Prefeitura de Belo Horizonte a localização mais adequada para a edificação (ARAÚJO et al, 2017).

De acordo com Almeida (2019), a Santa Casa (Figura 4) se trata do maior hospital prestador de serviços SUS do Estado sendo considerado o primeiro hospital da capital mineira na assistência à saúde da população. Atende a 35 especialidades médicas e possui 971 leitos específicos para o atendimento dos usuários do Sistema Único de Saúde SUS, sendo 170 de Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Efetua em torno de 2,6 milhões de atendimentos ao ano, dentre mais de 25 mil cirurgias, 423 mil consultas, 2,1 milhões de exames e 40 mil internações. Possui mais de 5 mil

funcionários, divididos entre as áreas administrativa, de suporte e assistencial, além de 1.677 profissionais médicos.

Figura 4 – Santa Casa de Misericórdia



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.3 A Igreja São José

Conforme Araújo et al (2017), no dia 24 de abril de 1902 iniciou-se a ideia da construção no estilo neomanuelino da Igreja São José (Figura 5), a qual começou a ser levantada entre as ruas Tamoios e Espírito Santo, no Centro de Belo Horizonte, por meio da Congregação dos Redentoristas. No ano de 1904 a igreja iniciou suas atividades, sendo que a conclusão da mesma foi em 1910.

Figura 5 – Igreja São José



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

De acordo com Cruz (2015), o projeto arquitetônico original da igreja São José foi feito por Edgard Nascentes Coelho, em maio de 1901. Possui uma nave central, que aufere ornamentos diversos nos espaços entre as colunas. Cenas bíblicas estão pintadas nas paredes laterais da nave e na capela-mor. As naves laterais possuem um conjunto de pinturas que simulam as 12 constelações, os signos do zodíaco. A igreja possui ainda sete altares: altar-mor de São José, na capela-mor; altar da Sagrada Família e altar de São Geraldo, ambos na nave central; altar de Nossa Senhora Imaculada da Conceição, na nave lateral direita; altar do Sagrado Coração de Jesus, na nave lateral esquerda; altar de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, na Capela de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, e altar de Santo Afonso, na Capela de Santo Afonso.

2.1.2.4 Igreja da Boa Viagem

Segundo Araújo et al (2017), a Igreja da Boa Viagem (Figura 6) foi inaugurada no ano de 1923, no bairro Funcionários, cujo estilo arquitetônico é neogótico. A Igreja Nossa Senhora da Boa Viagem é composta pela nave, a Capela São Pedro Julião Eymard, casa paroquial e alojamento da adoração noturna.

Figura 6 – Igreja Nossa Senhora da Boa Viagem



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.5 Universidade de Minas Gerais

De acordo com Araújo et al (2017), no de 7 de julho de 1927 foi criada a Universidade de Minas Gerais (UMG), sendo esta, alguns anos depois, federalizada,

passando de universidade estadual para Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (Figura 7).

Figura 7 – Universidade de Minas Gerais



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.6 Aeroporto da Pampulha

No ano de 1933, foi inaugurado o Aeroporto Carlos Drummond de Andrade, de acordo com a Figura 8), que teve como objetivo inicial atender aos voos do Correio Aéreo Militar. Está situado na região da Pampulha ocupando uma área de 2 milhões de m² (ARAÚJO et al, 2017).

Figura 8 – Aeroporto da Pampulha



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.7 Prefeitura

Segundo Araújo et al (2017), construída no período de 1935 a 1936, o prédio da Prefeitura de Belo Horizonte, representado pela Figura 9, inicialmente denominado como Palácio da Municipalidade, teve como primeiro endereço o quarteirão 36, situado entre a Companhia Telephonica e o edifício dos Correios. Antigamente a fachada posterior é na rua Goiás e a entrada atual se encontra na Avenida Afonso Pena.

Figura 9 – Prefeitura de Belo Horizonte



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.8 Conjunto da Pampulha

No ano de 1943 foi inaugurado o Conjunto Arquitetônico da Pampulha, conforme demonstrado na Figura 10, arquitetado por Oscar Niemeyer, mas idealizado pelo então prefeito Juscelino Kubitschek. Fazem parte do conjunto a Casa do Baile, Museu de Arte da Pampulha, Igreja São Francisco de Assis e o late Clube (ARAÚJO et al, 2017).

Vilela (2006) relata que, no início da década de 40, o prefeito Juscelino Kubitschek de Oliveira ergueu o conjunto recreativo e turístico da Pampulha. Acoplado à lagoa que fez estabelecer na localidade, inseriu além disso, um moderno conjunto arquitetônico projetado por Oscar Niemeyer, Burle Marx e Cândido Portinari e que abrangia a Igreja de São Francisco, o late Club, a Casa do Baile e o Cassino, todos construídos no período de 1940 a 1943.

Figura 10 – Conjunto da Pampulha



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

Conforme Arreguy e Ribeiro (2008), a construção da lagoa e dos edifícios modernistas da Pampulha se trata de um marco das décadas de 40 e 50.

2.1.2.9 Aeroporto Carlos Prates

Em janeiro de ano de 1944 foi inaugurado o Aeroporto Carlos Prates, conforme Figura 11, localizado no bairro Carlos Prates, região Noroeste de belo Horizonte. Sua finalidade era a formação de pilotos, aviação desportiva, instrução, construção de aeronaves, aviação geral de pequeno porte e aviação de helicópteros.

Figura 11 – Aeroporto Carlos Prates



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.10 Conjunto Governador Juscelino Kubitschek – Edifício JK

Segundo relatam Araújo et al (2017), o Conjunto Governador Juscelino Kubitschek, de acordo com a Figura 12, cuja denominação é uma homenagem efetuada ao até então governador de Minas Gerais. Foi projetado em 1952 iniciando sua obra no ano de 1953, contudo, sua finalização ocorreu somente no ano de 1970. Está localizado no bairro Santo Agostinho sua obra teve como finalidade diminuir a crise de moradias que afetava a classe média, proporcionando habitações de alto padrão a custos muito baixos.

Figura 12 – Conjunto Governador Juscelino Kubitschek



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.11 Edifício Niemeyer

De acordo com relatos de Araújo et al (2017), no ano de 1954 foi inaugurado o Edifício Niemeyer, conforme demonstrado na Figura 13, cuja denominação foi uma homenagem ao arquiteto Oscar Niemeyer, o qual o projetou. Localiza-se na Praça da Liberdade e foi inspirado nas montanhas mineiras. O edifício passa a impressão de que possui 15 andares, entretanto, na verdade são oito, devido à arte barroca e o ilusionismo.

Figura 13 – Edifício Niemeyer



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.12 Edifício Maletta

Conforme Araújo et al (2017), no ano de 1957 foi construído o Conjunto Arcângelo Maletta (Figura 14), residencial e comercial, construído onde se localizava o histórico Grande Hotel. Era local tradicional de encontros de escritores, boêmios, artistas e intelectuais. Na área do pilotis tem-se restaurantes e bares tradicionais, livrais e sebos. Lá também se encontra a Cantina do Lucas, o qual foi tombada pelo Patrimônio Histórico Cultural.

Figura 14 – Edifício Maletta



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

2.1.2.13 Palácio das Artes

Conforme Araújo et al (2017), no dia 30 de janeiro de 1970 é inaugurada a Fundação Palácio das Artes (FPA), de acordo com a Figura 15, fazendo parte da história da Fundação Clóvis Salgado (FCS) como sendo sua Grande Galeria. A criação da fundação teve como objetivo administrar e conduzir as obras em andamento.

Figura 15 – Palácio das Artes



Fonte: Araújo et al (2017, p. 1).

A cidade de Belo Horizonte possui inúmeras edificações antigas que fazem parte, inclusive, de seu patrimônio histórico, o que se torna positivo no que diz respeito aos fatores relacionados ao conhecimento e preservação histórica, cultura, turismo dentre outros. Entretanto, devido ao tempo de construção dessas edificações, as mesmas, com o tempo, começam a apresentar problemas, os quais são caracterizados como sendo de “saúde estrutural” classificada como sendo uma doença na construção e que, em geral, não são percebidas logo no início.

Esses problemas se caracterizam como sendo patologias, as quais devem ser investigadas e sanadas, por meio de manutenções que, no caso, seria a corretiva. Entretanto, sabe-se que a melhor forma de se evitar o aparecimento dessas patologias é por meio da manutenção preventiva. Diante do exposto, a seguir, são

apresentadas teorias que abordam sobre as principais patologias, com seus conceitos e características.

2.2 Principais patologias existentes em edificações

Santos (2014) relata que desde o começo da civilização o homem tem utilizado materiais naturais como subsídios constituintes da construção civil. Entretanto, com o decorrer do tempo, vem se preocupando com o equilíbrio e garantia das edificações e com o desenvolvimento de materiais, técnicas e métodos, concretizando a tecnologia das construções, compreendendo a análise, o cálculo e o detalhamento das estruturas, assim como as referentes metodologias construtivas. Esses procedimentos de alterações e aperfeiçoamento adequaram, dentro de apropriados alcances, a construção de estruturas ajustadas as precisões dos usuários, sejam estas habitacionais, laborais ou de infraestrutura

Na visão de Souza e Ripper (1998), batiza-se de maneira comum por patologia das estruturas um novo domínio da Engenharia das Construções que se destina ao estudo das procedências, formas de manifestação, decorrências e mecanismos de episódio das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas. Porém, a Patologia das Estruturas não é unicamente um novo campo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, contudo do mesmo modo em relação à compreensão e ao projeto das estruturas e, mais amplamente, à adequada formação do engenheiro civil.

Os problemas patológicos simples são os que admitem padronização, podendo ser resolvidos sem que o profissional responsável tenha obrigatoriamente conhecimentos altamente especializados. Já os problemas patológicos complexos não convivem com mecanismos de inspeção convencionais e esquemas rotineiros de manutenção, obrigando a uma análise pormenorizada e individualizada do problema, sendo então necessários profundos conhecimentos de Patologia das Estruturas (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 14).

De acordo com Souza e Ripper (1998, p. 21), a manutenção de estruturas é “o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador”.

De acordo com Ripper e Costa (1998), a necessidade de recuperar ou reforçar uma estrutura existente provém, na maior parte dos casos, da fraca performance da mesma, confrontando-as em relação às perspectivas para as quais foi arquitetada. Diante disso, a identificação das origens do processo patológico que levou à deterioração das estruturas consistir em ser continuamente um fator principal para a determinação da mais apropriada metodologia de reparação. Estudiosos da matéria preocuparam-se em relacionar, estatisticamente, a incidência das falhas que estão na constituição das anomalias com as fundamentais fases da construção, abrangidas estas como sendo as de entendimento e projeto, seleção e emprego de materiais, execução, utilização, manutenção e outras, designadamente as pertinentes com imprevistos e acidentes naturais.

Conforme Oliveira (2013), os problemas patológicos, com pouquíssimas ressalvas, proporcionam aparecimento externo característico, a partir da qual se pode concluir qual a caráter, a procedência e os mecanismos dos elementos intrincados, bem como pode-se avaliar suas possíveis implicações. Os problemas patológicos apenas se revelam depois do início da efetivação propriamente dita, a última fase da produção. No que diz respeito à recuperação dos problemas patológicos, pode-se assegurar que as correções serão mais inalteráveis, mais eficaz, mais simples de dar cumprimento e muito mais baratas quanto mais cedo forem efetivadas.

De acordo com Oliveira (2013), a patologia no desempenho pode ser derivada da patologia de projeto, havendo uma complexa relação entre elas, o que não alude que a patologia de projeto sendo inexistente, a de desempenho do mesmo modo o será. Nem mesmo tendo-se projetos de qualidade desaparecerão as falhas de execução, as quais existirão sempre, apesar de que seja verídico de que podem ser diminuídos ao mínimo caso o desempenho seja efetivado acompanhando um bom projeto e com uma inspeção intensa.

Segundo Antoniazzi (2018), a patologia na construção é definida como o ramo da engenharia que avalia os sintomas, formas de manifestação, procedências e origens das doenças ou deformidades que acontecem nas edificações.

De acordo com Oliveira (2013), a patologia é apreendida como a parte da engenharia que estuda os indícios, os mecanismos, as origens e procedências das deformidades das construções civis, isto é, trata-se do estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

Zuchetti (2015) conceitua a patologia como sendo a campo da engenharia civil que avalia o comportamento insatisfatório de elementos que compõem uma edificação, comportamento este, ultimamente gerido por normas técnicas. O diagnóstico da falha em questão é o que trata o ramo de patologias, fazendo um exame por meio dos tipos de manifestações, causas e origens, a engenharia emprega o termo como a área de estudo das origens e mecanismos de eventos das diversas falhas que comprometem aspectos estruturais e estéticos de uma edificação.

Com relação às normas, conforme Martins (1996), as normas brasileiras de projeto de estruturas em concreto, mais especificamente a NBR-6118, estabelecem que todas as normas devem ser respeitadas em dois níveis: adaptação de sua resposta às condições de trabalho, isto é, estados limites de serviço e margem de segurança satisfatória em relação à possibilidade de colapso local ou global, isto é, estados limites últimos. Todas as investigações devem ser executadas de maneira exaustiva e são presentemente uma definição universalmente aceita de bom funcionamento das estruturas. Deliberações particularizadas distribuídas no decorrer das normas possuem como objetivo sua funcionalidade.

As antigas edificações, com cálculo baseado em tensões de serviço, apresentavam elevada robustez e, por consequência, baixo índice de esbeltes. Isto acarretava que suas deformações eram normalmente pequenas e raramente perceptíveis nos casos mais comuns. Assim se passava para a maioria dos edifícios residenciais ou comerciais construídos até a década de 70. Após essa época, visível redução nas dimensões dos elementos estruturais e uso de elementos de contraventamento mais leves, tomaram as edificações mais esbeltas e, portanto, sujeitas a estados de deformação anteriormente não percebidos. O aumento do gabarito das construções, bem como o arrojo de suas formas também influem no surgimento de estados críticos de solicitação (MARTINS, 1996, p. 14).

Conforme Zuchetti (2015), a ciência da patologia das construções pode ser abrangida como sendo a parte da engenharia que analisa os sintomas, causas e origens dos vícios construtivos que acontecem na construção de edificações. Decorrente do estudo das fontes dos vícios torna-se viável prevenir que o

acontecimento de problemas patológicos transformem-se em alguma coisa corriqueira nas edificações modernas.

Segundo Santos (2014, p. 2), a patologia das construções é definida como sendo “o estudo das doenças das construções, é o campo da Engenharia que estuda as origens, as manifestações, as consequências das falhas e dos sistemas de degradação das edificações”.

De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – Bahia (IBAPE/BA) (2017, p. 9), a patologia “é a seção da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as consequências e as origens dos problemas nas construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”. O diagnóstico consiste na observação dos sintomas manifestados pela construção, permitindo a dedução da origem, mecanismo e consequência do fenômeno.

“Os estudos de patologia procuram identificar causas, origens e natureza dos problemas nas edificações, que representam a perda ou término do desempenho dos componentes, elementos ou do edifício como um todo” (PEREZ, 1985 apud IBAPE/BA, 2017, p. 9).

De acordo com Alves (2010), a patologia em edificações é definida como sendo os problemas originados em edificações, nos quais os indícios possuem procedência nas mais variadas etapas do processo construtivo: pode ser tanto no planejamento, quanto na execução ou na seleção e aplicação dos materiais.

Conforme informações do IBAPE/BA (2017, p. 9), as patologias podem ser conferidas ao negligenciamento de ações, ao desprezo de agentes agressivos ou mesmo a pouca informação de técnicas degenerativas, verificando-se que boa parte dos problemas pode ser atribuída a omissões, falhas de detalhamento ou estudo escasso das interferências entre projetos.

De acordo com Santos (2014), com o evento do Código do Consumidor, as patologias têm instigado ações judiciais entre construtoras e proprietários. A

informação acerca da origem do problema acolhe além disso identificar para fins judiciais, quem cometeu a falha.

No que diz respeito à origem exógena, segundo Santos (2014), esta está relacionada com as causas com origem fora da obra e geradas por fatores causados por terceiros, ou pela natureza. Quanto à origem endógena, esta tem as causas com origem em fatores intrínsecas à própria edificação. As de origem na natureza são causas que podem ser falhas previsíveis ou imprevisíveis, evitáveis ou inevitáveis, segundo o caso.

Conforme o do IBAPE/BA (2017), as origens das patologias dividem-se em congênitas, construtivas, adquiridas e acidentais. No que diz respeito à anomalia, esta é uma irregularidade, anormalidade, exceção à regra e pode ser caracterizada em endógenas, exógenas, naturais e funcionais. Quanto aos vícios, tratam-se de anomalias as quais comprometem o comportamento de produtos e serviços ou os tornam impróprios aos fins a que se designam, determinando contratempos ou prejuízos materiais ou financeiros.

Segundo Zuchetti (2015), as causas de eventos dos elementos patológicos podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento natural, acidentes, irresponsabilidade de profissionais e usuários que optam pelo uso de materiais fora das especificações ou não concretizam a manutenção apropriada da estrutura, em geral devido às razões econômicas etc.

No que diz respeito às origens das patologias em edificações, conforme Santos (2014), estas podem ser originárias de diversos fatores sendo que estes podem ser endógenos, exógenos, funcionais e naturais e ainda podem intervir na edificação originando problemas diversos.

Conforme Leão (2012), as patologias podem ser originárias da falha humana na etapa de projeto, bem como na etapa da execução, ou até mesmo na etapa de utilização. Embora tenha-se o avanço tecnológico no ramo da construção civil, pode ser ressaltado uma enorme quantidade de edificações as quais apresentam patologias. O emprego impróprio de materiais, coligado à ausência de cuidados na

execução, tudo isto congregado à ausência de manutenção, tem originado despesas extras aos proprietários, os quais, mesmo com menos de cinco anos de idade da edificação precisam dispor de recursos financeiros em reparações que poderiam ser evitadas.

De acordo com Antoniazzi (2018), os problemas patológicos estão presentes na maior parte das edificações, sendo estas tanto com mais ou menos intensidade, transformando o momento de surgimento e/ou a maneira de manifestação. Estes problemas podem apresentar-se de formas simples e, diante disso, de diagnóstico e conserto evidentes ou então, de maneira complexa, constituindo um diagnóstico caracterizado. As configurações patológicas situadas com maior assiduidade são infiltrações, fissuras, corrosão da armadura, movimentações térmicas, descolamentos, entre outros.

Ao falar sobre o diagnóstico, Gusmão (2006) elaborou o que chama de “carta de diagnóstico”, conforme o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Carta diagnóstico

Causa do dano	Detalhe
Problemas de escorregamento	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque • Inclinação • Movimento lateral do solo • Movimento vertical do solo • Tirante incapaz de resistir
Problemas de variação de umidade	<ul style="list-style-type: none"> • Chuva ou seca prolongada, com solo expansivo ou colapsível • Árvores junto da construção • Subsidência geral, quando há rios e canais por perto • Rebaixamento do NA • Corte em talude de fundação • Subida do NA devido ao dreno ou barragem perto
Problemas de construção	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque • Escavação do solo, em cavas superficiais ou galerias subterrâneas • Recalque em camada mole por rebaixamento do NA • Forma, concretagem e cura inadequada do concreto • Erro de bitola, posição e quantidade de ferro • Sobrecarga durante a construção • Excesso de compactação • Material pouco compactado • Aterro de solo expansivo • Execução de estacas e aterro em terreno fofo ou mole
Efeitos ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque • Erosão geral ou local de pilares de pontes • Erosão interna (“piping”) • Percolação • Mudanças de temperatura • Ataque de ácidos • Fatores geológicos, como cavernas, movimentos de massa etc.

	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos biológicos, como formigas, cupins, ataque de microorganismos • Corrosão
Erros de projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque • Carga subestimada • Resistência superestimada • Ficha enterrada subdimensionada • Omissão de juntas • Cálculo errado
Tecnologias de obras	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiência na drenagem • Material estranho no concreto (sal etc.) • Agregados expansivos e RAA • Concreto permeável • Dosagem inadequada do concreto • Blocos de pedra mal rejuntados • Revestimentos inadequados • Vazamentos
Cargas Inesperadas	<ul style="list-style-type: none"> • Recalque • Explosão de gás, bombas etc. • Colisão • Colapso de edifício adjacente • Abalo sísmico

Fonte: Gusmão (2006, p. 141).

As edificações possuem uma temporada de vida útil a que se designa. Em geral, antes de tal prazo ser atingido, o nível de performance já depara-se aquém do aceitável necessitado como, por exemplo, a ausência de manutenção periódica. A manutenção não impedirá que a edificação obtenha, em algum momento, o final da sua resistência, mas prolongará a vida útil do mesmo, visando sempre a deficiência de patologias (ANTONIAZZI, 2018, p. 3).

De acordo com Silva (2019), para que seja possível efetuar o diagnóstico do problema, deve-se atentar para as etapas apresentadas no Quadro 2:

Quadro 2 – Etapas para o diagnóstico das patologias

Sintomas	Também chamados de lesões ou defeitos.
Mecanismo	Os problemas patológicos são decorrentes dos chamados vícios construtivos. O conhecimento do processo é fundamental para a definição da Terapia. Exemplo: uma fissura em viga decorrente de flexão não pode ser simplesmente obturada, sob o risco de que ela volte a se manifestar em outro local.
Origem	Definição da fase do processo construtivo em que teve origem o fenômeno.
Causas	Deve ser identificado o agente causador do problema.
Consequências	O problema compromete a segurança da estrutura ou suas condições de higiene e funcionamento?

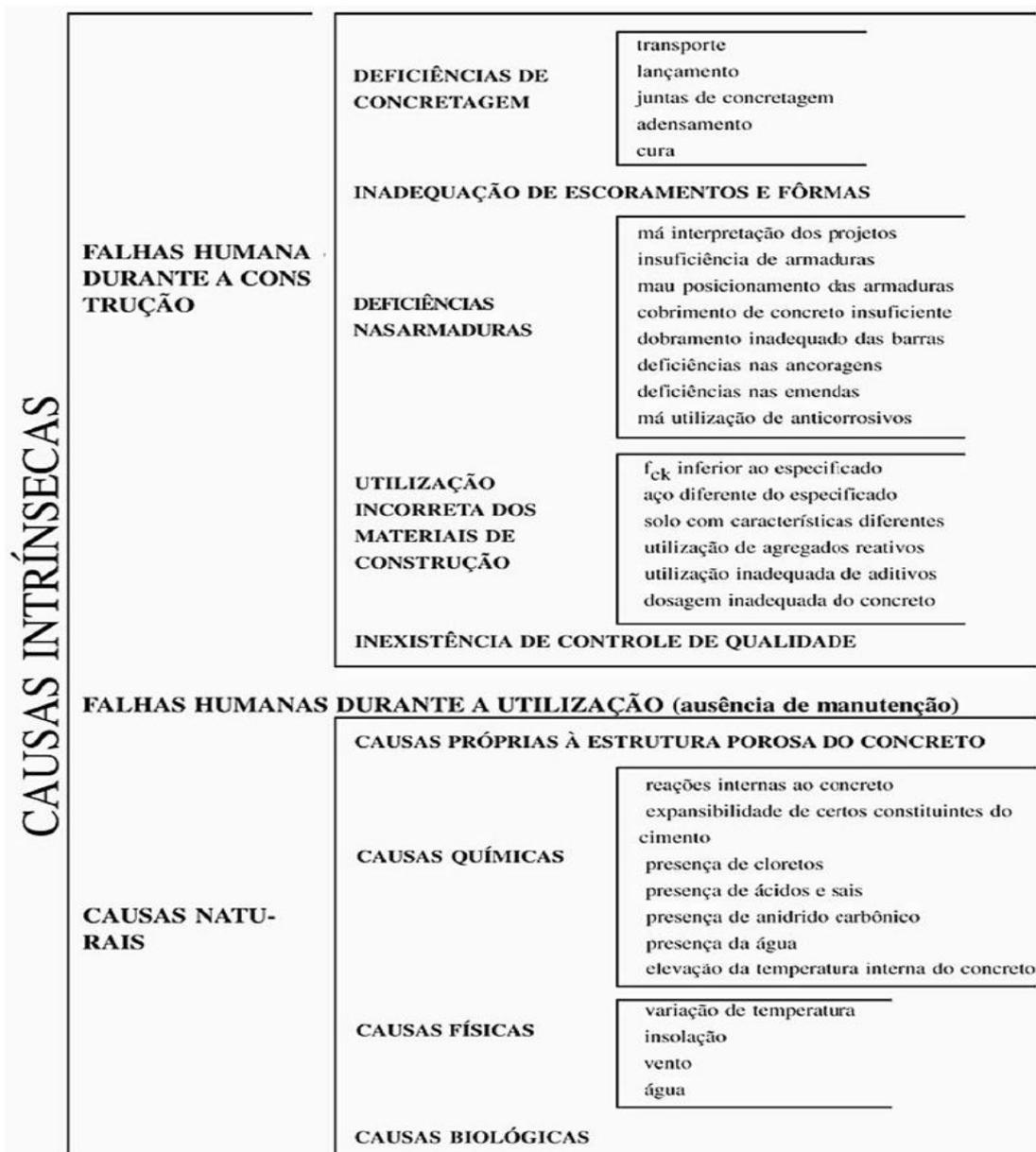
Fonte: Adaptado de Silva, 2019, p. 4.

Segundo Silva (2019), no que diz respeito aos sintomas, os problemas patológicos, com algumas exceções, exibem manifestações externas características que aceitam

um princípio do estudo do problema. Os sintomas mais corriqueiros nas estruturas de concreto se baseia nas fissuras, nas eflorescências, nas flechas excessivas, nas manchas, na corrosão das armaduras e nos ninhos de concretagem (segregação).

Souza e Ripper (1998) apresentam na Figura 16 as causas intrínsecas aos processos de deterioração de estruturas de concreto.

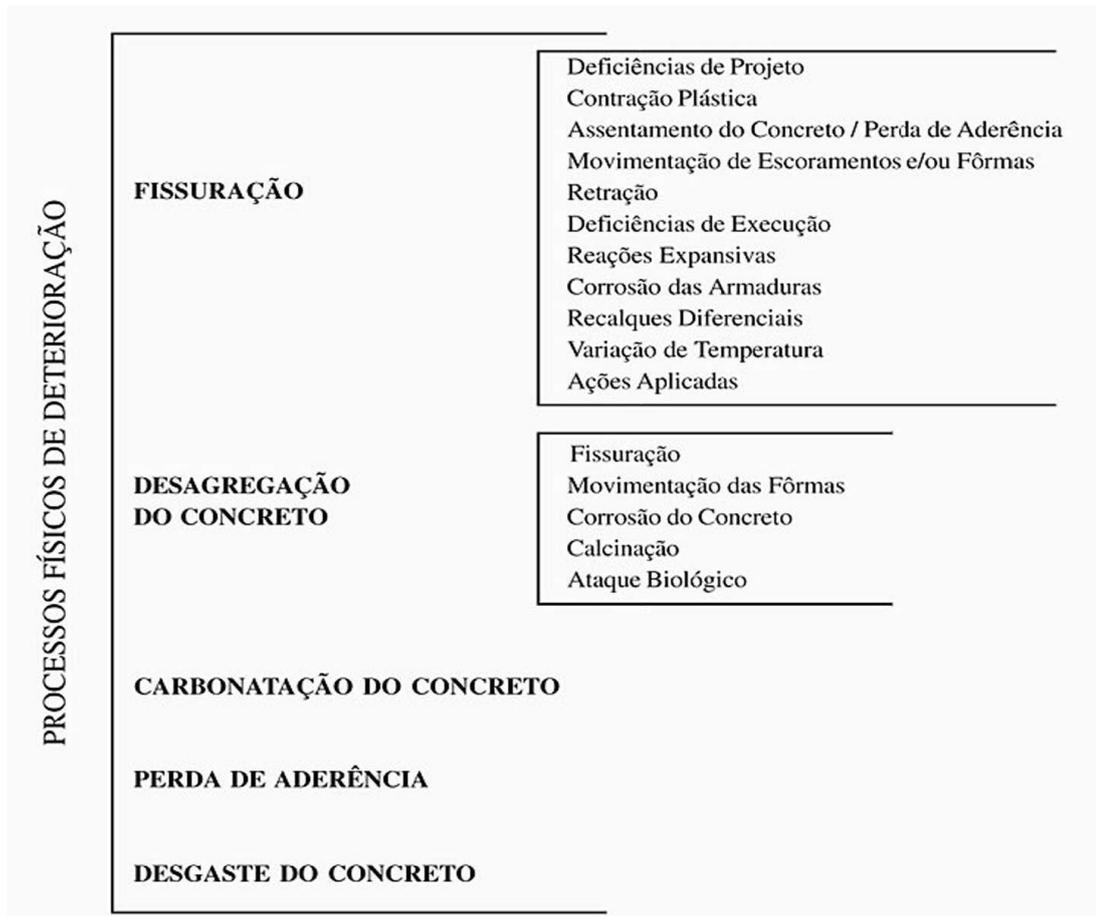
Figura 16 - Causas intrínsecas aos processos de deterioração de estruturas de concreto



Fonte: Souza e Ripper (1998, p. 29).

Souza e Ripper (1998) apresentam os processos físicos da deterioração do concreto (Figura 17) e afirmam que as estruturas de concreto, quando localizadas em meios de uma ou de outra maneira favoráveis à sua agressão, podem ter a saúde abalada pelos mais variados fatores.

Figura 17 – Processos físicos da deterioração do concreto



Fonte: Souza e Ripper (1998, p. 56).

Quanto as origens, conforme Silva (2019), trata-se da origem da definição da fase do processo construtivo. A identificação da procedência do problema admite determinar, para fins judiciais, quem cometeu a falha.

Com relação às causas, de acordo com Silva (2019), os agentes dos problemas patológicos podem ser vários, conforme apresentados no Quadro 3. A cada causa corresponderá uma terapia mais apropriada e mais demorada.

Quadro 3 – Agentes responsáveis pelas patologias

- | |
|---|
| (a) Cargas; |
| (b) Variação de umidade; |
| (c) Variações térmicas intrínsecas e extrínsecas no concreto; |
| (d) Agentes biológicos, físicos e químicos; |
| (e) Incompatibilidade de materiais; |
| (f) Agentes atmosféricos. |

Fonte: Adaptado de Silva, 2019, p. 14.

Segundo Silva (2019), o *ranking* das falhas nas estruturas é incomum. A ausência de um projeto hidráulico ou elétrico entra em evidência e se aplicam os erros da construção.

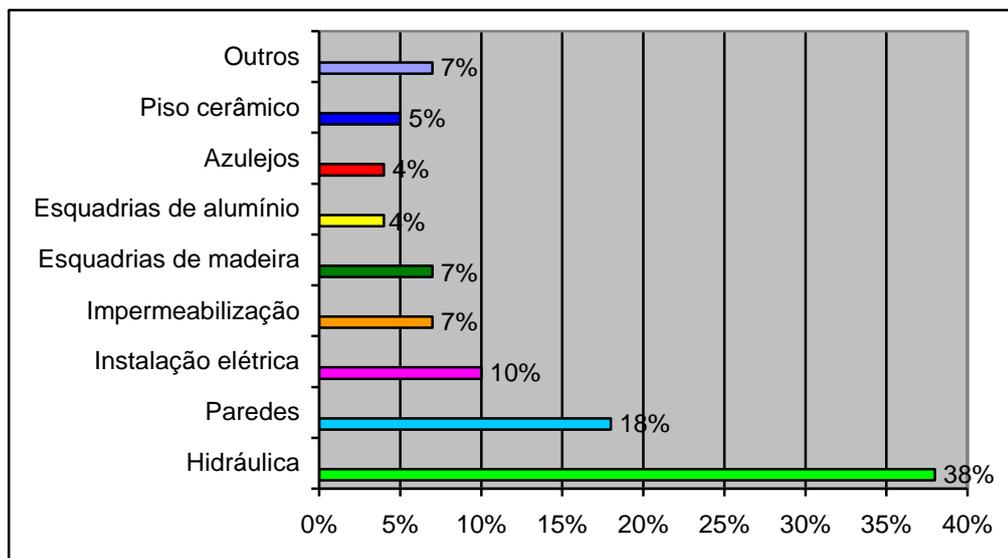
O Quadro 4 e Gráfico 1 apresentam a classificação das principais falhas nas estruturas, de acordo com informações de Silva (2019).

Quadro 4 – Classificação das principais falhas nas estruturas

HIDRÁULICA (tubulação de água quente e fria e pluvial, esgoto, válvulas metais e louças)	38%
PAREDES (alvenaria, revestimentos e pintura)	18%
INSTALAÇÃO ELÉTRICA (erro na bitola dos fios e na definição das cargas)	10%
IMPERMEABILIZAÇÃO (todas as infiltrações, exceto de hidráulica)	7%
ESQUADRIAS DE MADEIRA (batentes, portas, ferragens e guarnições)	7%
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (contramarcos, caixilhos, arremates, acessórios e vidros)	4%
AZULEJOS (rejuntamento, recorte e quebra)	4%
PISO CERÂMICO (desnívelamento e desalinhamento)	5%

Fonte: Silva, 2019, p. 14.

Gráfico 1 – Classificação das principais falhas nas estruturas



Fonte: Elaborado pelos autores conforme dados de Silva, 2019, p. 14.

Silva (2019) apresenta ainda as patologias comuns e suas causas relacionadas às fissuras e trincas, conforme apresentado no Quadro 5:

Quadro 5 – Patologias comuns e suas causas - fissuras e trincas

- Por movimentações térmicas;
- Por movimentações higroscópicas;
- Por atuação de sobrecargas;
- Deformações excessivas da estrutura;
- Recalques de fundação;
- Retração de produtos à base de cimento;
- Alterações químicas dos materiais de construção;
- Hidratação retardada de cales;
- Ataque por sulfatos;
- Corrosão de armaduras;
- Patologias decorrentes da umidade.

Fonte: Adaptado de Silva, 2019, p. 15.

Conforme Silva (2019), as consequências se baseiam em (Quadro 6):

Quadro 6 – Consequências das patologias

- Os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros problemas associados ao inicial. Exemplo: uma fissura de momento fletor pode dar origem à corrosão de armadura;
- Flechas excessivas em vigas e lajes podem ocasionar fissuras em paredes;
- As correções serão mais duráveis, mais fáceis e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas.

Fonte: Adaptado de Silva, 2019, p. 16.

No que tange ao diagnóstico e terapia, segundo Silva (2019), estas estão representadas no Quadro 7:

Quadro 7 – Procedimentos para o diagnóstico e terapia

Inspeção para mapeamento dos sintomas	O procedimento começa com a inspeção, onde se busca identificar os sintomas das patologias existentes na estrutura; através de um mapeamento dos sintomas realizado por um exame visual da estrutura.
Recolhimento de dados e informações	Este procedimento em geral vem complementar os dados obtidos na inspeção e auxiliam na quantificação dos danos (medidas geométricas, evolução no tempo, bem como no conhecimento das condições prévias aos danos da edificação, avaliação da resistência do concreto).
Conhecer o histórico da estrutura	Este histórico é parte fundamental na escolha da terapia e sua análise deve levar em consideração a data da construção, o responsável pela construção, o projeto executivo para revisão e análise, o conhecimento dos materiais utilizados (cimento, areia, aço, aditivo, relação água/cimento) e detalhes sobre o uso da estrutura (sobrecargas, ações acidentais).
Realização de análises e ensaios	Em muitos casos o levantamento histórico e a inspeção não são suficientes, sendo necessário realizar análises e ensaios que permitam clarificar os sintomas, mecanismos e causas das patologias da estrutura.

Fonte: Adaptado de Silva, 2019, p. 18.

2.2.1 Fissuras

Com relação à fissura, segundo informações do IBAPE/BA (2017, p. 9), trata-se de “uma fenda estreita e pouco profunda; a trinca é uma fissura acentuada e mais profunda, em estágio entre a fissura e a rachadura; e a rachadura é uma fenda mais acentuada e profunda do que uma trinca”.

Segundo Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser caracterizadas como a manifestação patológica específica das estruturas de concreto, sendo ainda o dano de evento mais comum e aquele que, a par das deformações muito relevantes, mais desperta a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí envolvidos, para o fato de que alguma coisa de anormal está a acontecer.

Conforme Zuchetti (2015), a fissuração dos elementos que fazem parte da edificação se trata de um dos tipos de problemas patológicos mais corriqueiros e que do mesmo modo atraem a vigilância dos usuários devido ao impacto visual e psicológico. Determinados fatores causadores de fissuração conhecidos, segundo apresentados no Quadro 8, como a retração, variação de temperatura e a agressividade do meio ambiente em conjunto com o sentido e ângulo em que a patologia se apresenta na superfície da edificação, distinguem o tipo de sobrecarga de tração ou compressão da estrutura, amparando no entendimento de causa e efeito destas manifestações patológicas.

Leão (2012) afirma que em todas as edificações que se utiliza o uso de cimento, surgem fissuras que podem aparecer depois de muitos anos, semanas ou ainda umas horas depois do final da execução dos trabalhos, têm-se dois caracterizados tipos de fissuras no que diz respeito a movimentação, sendo que o primeiro são as fissuras denominadas como “vivas” com movimentação e, em segundo são as estabilizadas ou sem movimentação, designadas como sendo “mortas”.

Quadro 8 – Principais causas de fissuração

Causas de fissuração	Aspectos particulares
Recalques da fundação	<ul style="list-style-type: none"> • Assentamentos diferenciais de fundações diretas • Variação do teor de umidade dos solos argilosos • Heterogeneidade e deficiente compactação e aterros etc.
Atuação de sobrecargas	<ul style="list-style-type: none"> • Concentração de cargas e tensões
Deformação das estruturas de concreto armado	<ul style="list-style-type: none"> • Pavimento inferior mais deformável que o superior • Pavimento inferior menos deformável que o superior • Pavimento superior e inferior com deformação idêntica • Fissuração devida à deformação da região em balanço • Fissuração devida à rotação do pavimento no apoio • Fissuras de “bigode” nos vértices de aberturas • Deformação instantânea ou lenta do concreto
Variações e temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Fissuração devida aos movimentos das coberturas • Fissuração devida aos movimentos das estruturas reticuladas • Fissuração devida aos movimentos da própria parede
Variação de umidade	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos reversíveis e irreversíveis • Fissuração devida à variação do teor de umidade por causas externas • Fissuração devida à variação natural do teor de umidade dos materiais • Fissuração devida à retração das argamassas • Fissuração devida à expansão irreversível dos produtos cerâmicos
Ataques químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Hidratação retardada da cal • Expansão das argamassas e concretos por ação dos sulfatos • Retração das argamassas por carbonatação
Outros casos de fissuração	<ul style="list-style-type: none"> • Ações acidentais (sismo, incêndios e impactos fortuitos) • Retração da argamassa e expansão irreversível de produtos cerâmicos • Choque térmico • Envelhecimento e degradação natural dos materiais e das estruturas

Fonte: Corsini, 2010, p. 58.

De acordo com Saliba e Carvalho Júnior (2019), a fissura se trata de uma abertura em forma de linha, com espessura de até 0,5mm.

As fissuras, conforme apresentado na Figura 18, podem ser classificadas devido ao tamanho do espaçamento entre as partes do elemento que foi afetado, podendo assumir nomenclaturas variadas. As fissuras em paredes também podem ser classificadas conforme a sua representação geométrica no elemento afetado.

Figura 18 – Fissuração mapeada causada por retração de secagem de argamassa



Fonte: Corsini, 2010, p.57.

De acordo com Corsini (2010), esse tipo de manifestação patológica pode ou não trazer riscos as pessoas que fazem utilização do espaço afetado, depende muito do local e da forma com que esta trinca ou fissuras se manifestou. Uma das coisas que muitas pessoas nem imaginam, é que determinados tipos dessa patologia é prevista em projetos, como por exemplo os recalques. É recomendado procurar, assim que detectada visualmente, um profissional capacitado da área da construção civil, para que o mesmo possa diagnosticar da melhor maneira possível a causa e destinar o melhor tipo de correção aplicável.

2.2.2 *Trincas*

Conforme Saliba e Carvalho Júnior (2019), trincas em edificações são patologias corriqueiras e, em determinados casos, tratam-se de fissuras insignificantes, presentes somente no revestimento de uma laje e possivelmente ocasionado por um eletroduto mal posicionado. Contudo, em outras situações, tratam-se de fendas diagonais, ainda não estabilizadas, em que se passa uma mão para o lado externo da edificação, motivadas por recalque das fundações. A trinca se trata de uma abertura em forma de linha, com espessura de 0,5mm até 1,0mm.

Segundo Lima (2018), as trincas são conceituadas como sendo uma fratura linear no concreto, desenvolvendo-se parcialmente ou completamente ao longo de um elemento estrutural. As aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas. Podem aparecer trincas devida à retração plástica, por causa da movimentação térmica, retração do endurecimento, ao assentamento diferencial dos apoios, o subdimensionamento, as cargas excessivas, o ataque de sulfatos ao cimento do concreto, a corrosão das armaduras por causa do ataque de cloretos a carbonatação e a reação álcali-agregado.

Macedo (2017) afirma que as trincas podem principiari a aparecer de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. Os profissionais relacionados ao tema devem tomar consciência de que muito pode ser feito para diminuir o problema, devido ao fato de reconhecer-se que as movimentações dos materiais e elementos das edificações civis são inevitáveis.

2.2.3 Rachaduras

Conforme Saliba e Carvalho Júnior (2019), a rachadura se trata de uma abertura significativa, proveniente de proeminente ruptura de massa, em que a espessura varia de 1,0mm a 1,5mm.

Segundo Macedo (2017), as rachaduras apresentam diferenças em relação às trincas e fissuras por terem abertura proeminente e profunda, com tamanho superior a 1 mm, podendo abrir fendas do outro lado da parede, as quais são configuradas quando a espessura da patologia alcança 1,5 mm.

Lima (2018) afirma que rachadura se trata do estado em que um determinado objeto ou parte dele exhibe uma abertura de tal tamanho que origina interferências indesejáveis. Através de uma rachadura na parede pode penetrar vento e água da chuva. As rachaduras apresentam particularidades que as caracterizam das demais, uma vez que a dimensão da patologia na parede é superior a 1 mm, sendo que determinados casos podem abrir fendas de um lado ao outro da parede. Com as mesmas particularidades das trincas, contudo, em um estágio mais acentuado, as rachaduras demandam imediata precaução e antes do fechamento deve-se resolver o problema que as gerou.

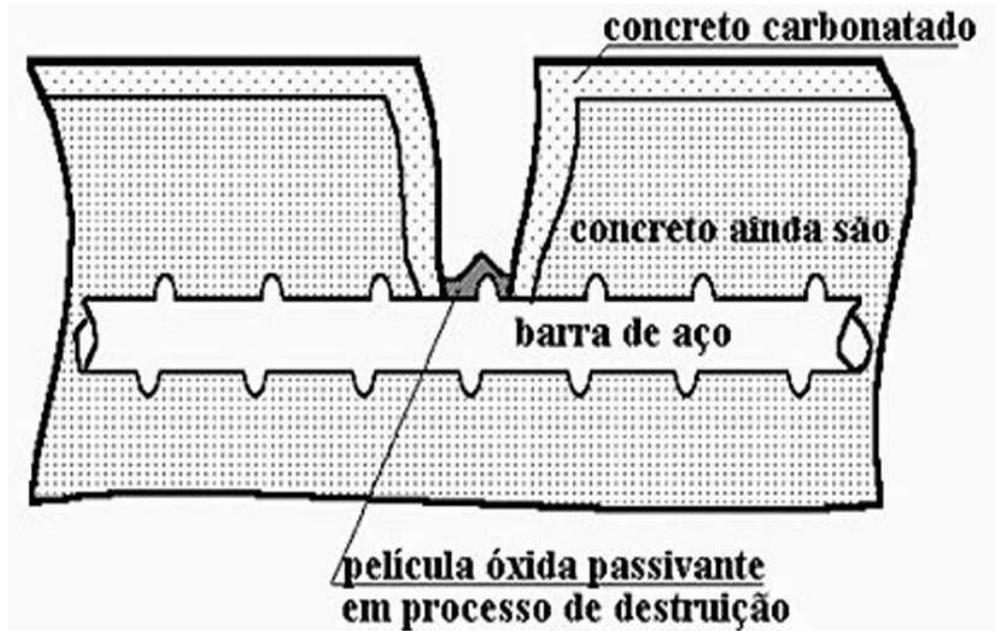
2.2.4 Carbonatação

De acordo com Souza e Ripper (1998), a carbonatação resulta totalmente da ação dissolvente do anidrido carbônico (CO_2), presente no ar atmosférico, sobre o cimento hidratado, com a formação do carbonato de cálcio e a natural diminuição do pH do concreto até valores inferiores a 9. Quanto maior for a concentração de CO_2 , menor será o pH, de acordo com a Figura 19, ou seja, mais densa será a camada de concreto carbonatada.

A carbonatação em si, e se ficasse restrita a uma espessura inferior à da camada de cobertura das armaduras, seria até benéfica para o concreto, pois aumentaria as suas resistências químicas e mecânicas. A questão é que, em função da concentração de CO_2 na atmosfera e da porosidade e nível de fissuração do concreto, a carbonatação pode atingir a armadura,

quebrando o filme óxido que a protege, corroendo-a (SOUZA; RITTER, 1998, p. 75).

Figura 19 – Carbonatação condicionada pela fissuração



Fonte: Souza e Ripper (1998, p. 75).

Para Saliba e Carvalho Júnior (2019), a carbonatação incide quando existe reação do CO_2 com compostos hidratados do cimento como o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), formando o carbonato de cálcio (CaCO_3) que, em contato com a água, gera a diminuição do pH naturalmente alcalino, beneficiando o surgimento de corrosão das armaduras, manifestação patológica que mais danifica a estrutura de concreto armado.

2.2.5 Destacamento

Segundo Zuchetti (2015), as mudanças repentinas de temperatura geram danos sobre as estruturas, já que a temperatura da superfície se ajusta ligeiramente, enquanto a do interior se ajusta e forma lenta têm como consequências os destacamentos do concreto ocasionados pelos choques térmicos e fissuras de pequena ordem, que não alteram a capacidade de suporte nem trazem maiores riscos à estabilidade da estrutura, contudo se não tratadas de maneira adequada, podem agravar-se ao passar do tempo.

Barros (2019) afirma que os destacamentos de revestimento acontecem por causa da presença de fissuras, perda de aderência e infiltrações em geral. O destacamento não está fundamentalmente relacionado à queda do revestimento ou das placas cerâmicas, mas ao desprendimento das mesmas, que pode ser notado por meio do estufamento da camada de acabamento.

2.2.6 Gretamento

Lima (2018) afirma que o gretamento constitui-se de uma série de aberturas inferiores a 1 mm e que incidem na superfície esmaltada das placas, causando a mesma uma aparência de uma teia de aranha. A expansão por umidade pode ser responsável pelo gretamento das placas cerâmicas para revestimento, quando provoca o acréscimo nas dimensões da sua base, forçando a dilatação do esmalte, material que é menos flexível. Sem absorver a variação de tamanho da placa cerâmica estimulada pela expansão por umidade, a camada esmaltada passa por tensões progressivas de tração, gerando as fissuras capilares particularidades do gretamento.

2.2.7 Infiltração

Segundo Zuchetti (2015), as infiltrações se tratam de patologias das alvenarias pertinentes com a apresentação de água nos blocos que a compõem, podendo originar manchas de umidade, bolor, fungos, algas, eflorescências, descolamento, desagregação e mudança de coloração, bem como manifestações as quais podem ser causadas por causa da absorção capilar superficial de água por condensação.

De acordo com Saliba e Carvalho Júnior (2019), as infiltrações são falhas que permitem a percolação de água por meio de fissuras ou da absorção de água por capilaridade pelas estruturas porosas. A umidade pode ser derivada das intempéries, quando a água da chuva percola para o interior da edificação por meio da fachada, laje e/ou cobertura de uma edificação. A condensação é quando o vapor de água existente no interior de um local entra em contato com superfícies mais frias, como vidros, metais, paredes, dentre outros, desenvolvendo gotículas de água; por capilaridade que é aquela que surge nas áreas inferiores das paredes, que

absorvem a água do solo, por meio da fundação/estrutura com porosidade. As umidades por ascensão capilar podem ser constantes quando o nível do lençol freático está muito alto, o que pode ser sazonal, oriundos da variação meteorológica. É muito comum esta espécie de umidade em solos que se localizam abaixo do nível do lençol freático.

Lima (2018) afirma que a infiltração geralmente se trata da ação de líquidos no interior das estruturas construídas. Estas infiltrações podem ser ocasionadas devido à vazamentos de rede hidráulica ou por causa da propagação de fungos em paredes com muita umidade, por causa do contato direto com água e que não recebe luz solar com muita frequência.

2.2.8 Desbotamento

Conforme Melo e Alves (2017), o desbotamento se trata do antecipado ou excessivo clareamento da cor original da tinta. Acontece, na maioria das vezes, em superfícies expostas constantemente à luz do sol. As fundamentais origens estão pertinentes ao emprego externo de tinta recomendada para superfícies internas; uso de tinta de baixa qualidade, culminando em rápida deterioração do filme; emprego de determinadas cores de tinta mais suscetíveis aos raios UV (como tons de vermelho, azul e amarelo) e etc.

Segundo Heringer e Rodrigues (2018), o desbotamento é considerado um clareamento na cor original da tinta, o que acontece por causa da exposição constante ao sol. As vesículas são ocasionadas pela constante reação de hidratação da cal virgem, depois de sua aplicação, o que causa impurezas e gera esse tipo de anomalia. O desbotamento acontece pelo excesso de radiação solar, que descolore os pigmentos das tintas, especialmente os de origem orgânica.

2.2.9 Descolamentos

Conforme Speranza (2009), os descolamentos segundo sejam do piso de concreto, do reboco, conforme apresentado na Figura 20, ou do emboço, contra pisos, revestimentos de fachadas, pisos cerâmicos, texturas, grafiatos e etc.; são todos um

indício de que algo não está funcionando segundo deveria. O revestimento na edificação não tem apenas a função de embelezamento. O revestimento serve para proteger a edificação de agentes externos, gerar a segurança e o conforto do usuário e evitar a degradação dos materiais utilizados na construção (SPERANZA, 2009).

Figura 20 – Descolamento de reboco



Fonte: Speranza, 2009, p. 1.

Essas manifestações patológicas, de acordo com Speranza (2009), podem surgir por diferentes fatores, onde estes podem ser desde a má qualidade os materiais até a falta de mão de obra qualificada para execução do serviço. Outros fatores importantes que podem propiciar a ocorrência destes problemas são os fatores externos, como grandes variações térmicas, incidência solar, umidade, vibrações dentre outras. É de suma importância o acompanhamento de responsáveis pela obra na fase de execução destes serviços, a fim de evitar futuros problemas. Estes descolamentos em geral são caracterizados pela perda de aderência entre as partes envolvidas. Na Figura 21 tem-se o descolamento da pintura.

Figura 21 – Descolamento de pintura



Fonte: Speranza, 2009, p. 1

Devido à probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo, esta patologia é considerada a mais séria. As situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos após a conclusão da obra. (SPERANZA, 2009).

2.3 Inspeção predial

Conforme Pujadas e Saldanha (2012), no ano de 2021 O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - IBAPE, o qual se trata de uma entidade Federativa Nacional, órgão federativo da classe constituído por profissionais de Engenharia, Arquitetura, Agronomia, sem fins lucrativos, disponibilizou a Norma de Inspeção Predial Nacional 2012, fundamentada em texto normativo do IBAPE/SP, que tem como desígnio atender à Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), Normas Brasileiras (NBR) 5674, ABNT NBR 15575-1 e, especialmente, para contribuir com a “saúde dos edifícios”, sua segurança, funcionalidade, manutenção apropriada e valorização patrimonial.

Esta norma fixa as diretrizes, conceitos, terminologia, convenções, notações, critérios e procedimentos relativos à inspeção predial, cuja realização é de responsabilidade e da exclusiva competência dos profissionais, engenheiros e arquitetos, legalmente habilitados pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia - CREAs -, de acordo

com a Lei Federal 5194 de 21/12/1966 e resoluções do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e Conselhos de Arquitetura e Urbanismo - CAUs - Lei n. 12.378 de 31/12/2010 e resoluções do CAU-BR (Pujadas; Saldanha, 2012, p. 3).

De acordo com Pujadas e Saldanha (2012), na aplicação da norma deve-se consultar e atender à legislação pertinente, ressaltando os seguintes preceitos legais apresentados no Quadro 9:

Quadro 9 – Preceitos legais

- Constituição Federal;
- Código Civil;
- Código de Processo Civil;
- Código Penal;
- Código Comercial;
- Código de Águas;
- Código de Defesa do Consumidor;
- Código Sanitário Estadual;
- Legislação Ambiental;
- Código Florestal;
- Código de ética do IBAPE
- Lei Federal n. 5.194 de 21/12/1966 que regula o exercício das profissões de Engenheiro e Engenheiro Agrônomo e dá outras providências;
- Resoluções do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, e particularmente: Resolução Nº. 205, de 30/09/1971, que adota o Código de Ética
- Profissional; Resolução n. 218, de 27/06/1973, que fixa as atribuições do Engenheiro e Agrônomo nas diversas modalidades; Resolução n. 345, de 27/07/1990, que dispõe quanto ao exercício por profissionais de nível superior das atividades de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia;
- RESOLUÇÕES DO CAU
- Resolução 1010 do Confea
- Lei n. 12.378 de 31/12/2010 que regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo;
- Código de Obras e Edificações (COE) e Leis Complementares ao COE do Município;
- Decreto Federal 24714 de 7/10/87, 27.011 de 30/09/88;
- Decreto Federal 24767 de 14/10/87 - Regulamenta o sistema de fiscalização, disposições gerais para utilização de gás combustível nos edifícios e construções em geral;
- Relatório de Danos ambientais
- Licença da Vigilância Sanitária
- Leis de Ocupação, Parcelamento e Uso do Solo do Município;
- Normas Técnicas da ABNT e do IBAPE, especialmente as destacadas no Anexo I desta.

Fonte: Adaptado pelos autores de Pujadas e Saldanha (2012, p. 4).

A função do IBAPE/SP é unificar os institutos estaduais para divulgação de informações e melhorias técnicas com a elaboração de normas e estudos no amparo dos interesses profissionais e morais dos seus afiliados e membros titulares estaduais. Agência, além disso, cursos básicos e avançados pertinentes à área, congressos, ciclos de estudos, simpósios, conferências, reuniões, seminários, divulgações institucionais e outras atividades.

A Inspeção Predial é ferramenta que propicia esta avaliação sistêmica da edificação. Elaborada por profissionais habilitados e devidamente preparados, classifica não conformidades constatadas na edificação quanto a sua origem, grau de risco e indica orientações técnicas necessárias à melhoria da Manutenção dos sistemas e elementos construtivos (PUJADAS; SALDANHA, 2021, p. 3).

Pujadas e Saldanha (2012) afirmam que as anomalias e falhas estabelecem não conformidades que geram impactos na perda precoce de performance real ou futura dos elementos e sistemas construtivos, bem como da diminuição de sua vida útil projetada. Pode afetar a segurança, a funcionalidade, a operacionalidade, a saúde de usuários, o conforto térmico, acústico e lumínico, a acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na ABNT NBR 15575.

As não conformidades podem estar relacionadas a desvios técnicos e de qualidade da construção e/ou manutenção da edificação. Podem, ainda, não atender aos parâmetros de conformidade previstos para os sistemas construtivos e equipamentos instalados, tais como: dados e recomendações dos fabricantes, manuais técnicos em geral, projetos e memoriais descritivos, normas etc. (PUJADAS; SALDANHA, 2012, p. 11).

Pujadas e Saldanha (2012) explicam o que são consideradas como anomalias e falhas, conforme apresentado no Quadro 10:

Quadro 10 – Anomalias e falhas

Anomalias	Endógena	Originária da própria edificação (projeto, materiais e execução).
	Exógena	Originária de fatores externos a edificação, provocados por terceiros.
	Natural	Originária de fenômenos da natureza.
	Funcional	Originária da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e, conseqüente, término da vida útil.
Falhas	De planejamento	Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.
	De execução	Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.
	Operacionais	Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.
	Gerenciais	Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

Fonte: Adaptado pelos autores de Pujadas e Saldanha (2012, p. 11).

Souza e Ripper (1998) citam sobre a inspeção periódica e a inspeção condicionada. A inspeção periódica se trata de elemento imprescindível no processo da manutenção preventiva. Ao ser executada adequadamente, é instrumento efetivo para assegurar a durabilidade da construção, sendo seu objetivo registrar danos e anomalias e de analisar a importância que estes possam ter do ponto de vista do desempenho e da segurança estrutural. A inspeção periódica deve ser apropriada ao tipo de estrutura, podendo ainda alterar, no que diz respeito as metodologias a seguir e de requisitos menores indispensáveis, da peça para peça dentro de uma mesma estrutura (no que tange aos elementos estruturais mais vulneráveis).

2.4 Concreto: conceitos e características

Conforme Borges (2009), o concreto armado é o material de construção mais empregado no mundo, com um consumo na ordem de 1 tonelada/habitante e 5,5 toneladas/ano. É utilizado principalmente em construções de estruturas de edificações, estruturas de pontes e viadutos, passarelas, obras marítimas, obras hidráulicas (dutos), pré-moldados e etc.

De acordo com Borges (2009), o concreto armado, ou também denominado de concreto estrutural, é composto de concreto de cimento Portland e armadura de aço. Conforme Marques Filho et al (2020), o concreto de cimento Portland é constituído por dois componentes principais, a argamassa de cimento Portland e os agregados graúdos (brita ou seixos rolados). A argamassa é formada pela pasta de cimento e agregados miúdos (areia). Já a pasta é uma mistura composta por cimento Portland (aglomerante) e água.

Marques Filho (2020) afirma que na composição do concreto pode haver, ainda, a mistura de aditivos, que são componentes químicos com a função de melhorar uma ou mais propriedades do concreto. O concreto, quando endurecido, deve apresentar propriedades que atendam as especificações de projeto quanto à resistência à tração e a compressão, tempo de vida útil, módulo de deformação e outros.

Segundo Borges (2009), a resistência à compressão simples do concreto é a propriedade mais importante isso ocorre devido ao fato de outras propriedades

dependerem diretamente dela, como por exemplo: permeabilidade, durabilidade, módulo de deformação, resistência à tração. O valor desta resistência varia, usualmente entre 15 e 40 MPa, porém, em casos específicos, esta resistência pode ser maior, de acordo com o projeto. A resistência à tração do concreto convencional é muito baixa, visto que chega a ser menor que 10% da resistência à compressão. Porém, a inserção de armaduras de aço adequadamente dispostas ao longo das peças de concreto contorna essa baixa resistência, devido à alta resistência à tração que o aço apresenta. Então, com a união do concreto com armaduras de aço, obtém-se o concreto armado.

Segundo Fusco (2008), a solidariedade perfeita do concreto com armadura é a hipótese fundamental da teoria do concreto armado. Com o concreto endurecido, há uma aderência recíproca entre o aço e o concreto, que passam a trabalhar de forma monolítica, ou seja, não ocorre escorregamento relativo entre os dois materiais

Conforme Souza Júnior (2012), o trabalho em conjunto da união do concreto com o aço é possível devida aos coeficientes de dilatação térmica dos dois materiais serem aproximadamente iguais, sendo $0,9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} \leq \alpha_{\text{concreto}} \leq 1,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ (mais frequente: $1,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$) o coeficiente de dilatação do concreto e $\alpha_{\text{aço}} = 1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ o do aço. Portanto, adota-se $1,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ para o concreto armado.

Outro aspecto relevante na união destes dois materiais, de acordo com informações da NBR 6118 (2014), é que o concreto protege quimicamente a armadura de aço contra oxidação (corrosão) e outras agressividades do meio ambiente, garantindo, assim, a durabilidade do bloco. Contudo, a proteção química do aço só se torna eficiente quando há também uma proteção física através do cobrimento, isto é, uma espessura mínima de concreto – determinada pela NBR 6118/2014 – entre a barra de aço e a superfície externa da peça.

2.4.1 Resistência característica do concreto

Segundo Fusco (2008), a dosagem do concreto tem por finalidade garantir que este produto fabricado tenha uma determinada resistência à compressão. Imediatamente após haver o contato entre o cimento e a água, iniciam-se as reações químicas que

produzem o endurecimento do concreto. Num período médio de 2 horas, o concreto apresenta um comportamento viscoso e uma trabalhabilidade adequada à moldagem das peças estruturais para as quais fora concebido. Após esse período de tempo, a mistura começa a apresentar uma solidez em sua estrutura interna, cuja resistência varia ascendentemente em função do tempo.

Porém, de acordo com Fusco (2008), nem todas as misturas de concreto apresentam exatamente a mesma resistência. Cada mistura vai apresentar uma real resistência de acordo com alguns parâmetros envolvidos em sua fabricação, bem como os tipos de materiais empregados e das condições de fabricação, transporte, lançamento, adensamento e cura. Portanto, a resistência do concreto é uma propriedade que tem o seu valor variando a cada lote fabricado, e em cada peça estrutural lançada. Considerando também que esta mesma resistência tende a aumentar de acordo com o tempo, ela apresenta, então, uma variabilidade temporal.

Diante disso, as normas introduziram o conceito de “valor característico da resistência” (f_k), que, de acordo com a NBR 6118 (2014), em seu item 12.2, são aqueles que, num lote de um material, têm uma determinada probabilidade de serem ultrapassados, no sentido desfavorável para a segurança. Ou seja, o valor menor que a resistência média (f_m) e que tem apenas 5% de probabilidade de não ser atingido pelos elementos de um dado lote de material.

Desse modo, segundo a NBR 6118 (2014), determinou-se a resistência característica do concreto (f_{ck}), onde, para um determinado lote de concreto, 95% dos corpos-de-prova ensaiados terão sua resistência igual ou superior ao valor de f_{ck} , enquanto 5% poderão ter valor inferior. Este valor de f_{ck} deve constar nos desenhos de fôrmas e armaduras, de modo bem visível e destacado, junto com a categoria e a classe do aço.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipos de pesquisa

Existem dois tipos de pesquisa: a básica e a aplicada.

Gil (2017) conceitua a pesquisa básica como o tipo de pesquisa que reúne estudos que possuem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento. Deve ser motivada devido à curiosidade e suas descobertas devem ser expostas para toda a comunidade, permitindo, com isso, a comunicação e debate do conhecimento. Esse tipo de pesquisa tem como finalidade o avanço do conhecimento científico, sem qualquer preocupação com a aplicabilidade imediata dos resultados a serem alcançados.

Quanto à pesquisa aplicada, segundo Silveira e Córdova (2009, p. 35), este tipo de pesquisa “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Para Silva (2021) a pesquisa aplicada é motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos. Possui finalidade prática.

Esta pesquisa se classifica como aplicada, uma vez que se pretende identificar as patologias em uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais e descrever como esses problemas poderão ser solucionados.

3.2 Natureza da pesquisa

A natureza da pesquisa pode ser classificada como qualitativa ou quantitativa.

Conforme Gil (2017), a abordagem qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação. Marconi e Lakatos (2017) afirmam que a abordagem qualitativa considera a existência de uma relação dinâmica entre mundo real e sujeito. É descritiva e utiliza o método indutivo. O processo é o foco principal. A pesquisa cuja abordagem é qualitativa não procura

enumerar ou medir os eventos estudados. A investigação qualitativa é usada para captar dados psicológicos que são reprimidos ou não facilmente articulados como atitudes, motivos, pressupostos, quadros de referência etc.

A abordagem quantitativa, segundo Vergara (2008), os dados são tratados por procedimentos estatísticos. Na visão de Gil (2017), a pesquisa quantitativa justifica seu uso sobre o argumento de possibilidade de geração de dados estatísticos ou por razões de custo ou rapidez na pesquisa. A abordagem quantitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação.

Silva (2021) apresenta ainda a abordagem Quali-Quant, as quais são desenvolvidas duas fases de pesquisa: inicialmente é efetuada a fase qualitativa para se conhecer o fenômeno estudado. A partir do momento em que se tem essas informações, parte-se para a construção de um questionário fechado e o aplica no setor. Após a tabulação, é feita a análise dos dados com a ajuda de instrumentos estatísticos. A decisão pelo desenvolvimento de uma pesquisa quali-quant abrange, além do interesse dos pesquisadores, o enfoque dado ao problema de pesquisa que, geralmente, depende de uma abordagem múltipla para ser apropriadamente investigado.

Esta pesquisa foi tratada de forma qualitativa por meio da interpretação dos dados colhidos na feita a vistoria uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Dessa forma, a coleta desses dados, ou seja, da identificação das patologias existentes na edificação, serviu para identificar, organizar e orientar a execução deste processo.

3.3 Pesquisa quanto aos fins

Quanto aos fins, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva, explicativa, metodológica ou aplicada.

A pesquisa exploratória, segundo Diehl e Tatim (2004), tem como objetivo proporcionar familiaridade com o problema da pesquisa, envolvendo o levantamento bibliográfico e a análise de dados, estimulando a compreensão.

A pesquisa descritiva segundo Marconi e Lakatos (2017), tem como finalidade conhecer a natureza do fenômeno estudado, a maneira como este se estabelece, as características e processos que dele fazem parte. Segundo Gil (2017), se caracteriza pelo estudo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. É adotado para investigação de fenômenos das mais diversas áreas do conhecimento. “Tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2017, p. 42).

A pesquisa explicativa segundo Vergara (2008), trata-se de um método que tem como principal objetivo tornar algo inteligível, justificar os motivos. Visa, portanto, esclarecer quais fatores contribuem de alguma forma, para a ocorrência de determinados fenômenos. Gil (2017) define que esse tipo de pesquisa propõe por meio de uma exploração do conteúdo, um aprofundamento do conhecimento acerca do objeto de estudo, pois ao fornecer explicações fundamentadas para determinados fenômenos.

A pesquisa metodológica, de acordo com Moresi (2003), se trata do estudo que se alude à elaboração de instrumentos de captação ou de manipulação da realidade. Está, deste modo, conexas a caminhos, formas, maneiras, procedimentos para atingir verificado fim.

Quanto à pesquisa intervencionista, conforme Moresi (2003), se trata de uma investigação que possui como principal finalidade interpor-se, intervir na realidade estudada, para modificá-la. Não se contenta, deste modo, em somente esclarecer. Distingue-se da pesquisa aplicada devido ao compromisso de não apenas sugerir resoluções de problemas, contudo, além disso de resolvê-los efetiva e participativamente.

No caso deste estudo foi uma pesquisa explicativa devido ao propósito de esclarecer fatores que contribuem de alguma forma, para a ocorrência de determinados fenômenos que, no caso deste estudo, são as patologias, ao ser efetuado o levantamento das mesmas em uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

3.4 Pesquisa quanto aos meios

Quanto aos meios de investigação, uma pesquisa pode ser de campo, de laboratório, documental, bibliográfica e experimental.

A pesquisa de campo, conforme Marconi e Lakatos (2017), é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma resposta, consistindo na observação de fatos ou fenômenos tal como ocorrem espontaneamente na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los.

A pesquisa de laboratório, segundo ensina Moresi (2003), é experiência efetivada em local restringido, uma vez que no campo seria praticamente impossível realizá-la. Simulações em computador, por exemplo, posicionam-se nesta classificação.

Na pesquisa documental, conforme Silva (2021), utiliza-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico. Os documentos são classificados como de primeira mão e segunda mão. No caso dos documentos de primeira mão, tratam-se de documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes e fotografias. Já os documentos de segunda mão são: relatórios de pesquisas, relatórios de empresas e tabelas estatísticas. Dois pontos são relevantes nos estudos documentais: o cuidado com as fontes e os dados mascarados pelos informantes.

A pesquisa bibliográfica, segundo Marconi e Lakatos (2017), se caracteriza como a pesquisa que abrange bibliografias tornadas públicas em relação ao tema de estudo e tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto. “Sua finalidade é colocar o

pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto. Portanto, pode ser considerada também como o primeiro passo de toda a pesquisa científica” (MARCONI; LAKATOS, 2017, p. 44). Gil (2017, p. 44), afirma que a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. As fontes bibliográficas se constituem de livros, que são fontes bibliográficas por excelência, os quais são classificados como: de leitura corrente, que são obras literárias e obras de divulgação; e livros de referência, que são as informativas e as remissivas. Os livros de referência informativa são classificados como: dicionários, enciclopédias, anuários e almanaques. Já os livros de referência remissiva dizem respeito a catálogos.

A pesquisa experimental, de acordo com Silva (2021), simula o melhor exemplo de pesquisa científica. Incide em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, determinar as formas de controle e de observação dos efeitos da variável sobre objeto. As pesquisas do tipo experimental são mais simples em estudos que empregam entidades físicas como, por exemplo, líquidos, bactérias ou ratos. Quando são aplicados em objetos sociais, ou seja, em pessoas, grupos ou instituições, tornam-se restritas devido às dificuldades de controle e observação do objeto estudado.

No que diz respeito ao estudo de caso, conforme Gil (2017, p. 54), “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. O estudo de caso é uma tarefa considerada praticamente impossível e difícil de realizar, pois não possui rigor metodológico, há a dificuldade de generalização e demanda muito tempo. Foi um estudo de caso já que se trata de um condomínio cujas informações e dados coletados não devem ser generalizados.

No caso deste estudo foi de caso, uma vez que a pesquisa foi realizada em um condomínio específico, sendo o aporte metodológico adotado a fim de melhor contextualizar a edificação pesquisada. Ou seja, ocorreu o estudo sobre o problema das patologias uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

3.5 Organização em estudo

A edificação estudada se trata de um condomínio, denominado como Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel, situado à rua João Antônio Cardoso, n. 638, bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

O condomínio possui 8 apartamentos, sendo um por andar e tem 18 anos de construção. É registrado com o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) número 07.925.508/0001-40 e o atual síndico é o Sr. Herbert Pereira Franck. A seguir são apresentadas as características da estrutura da edificação:

- Tipo de uso: residencial
- Número total de pavimentos: subsolo + pilotis + 8 pavimentos
- Altura da edificação do nível da via pública até o piso do pavimento onde não há mais ocupação: 30m
- Número de pilotis: 1
- Número de pavimentos tipo: 7
- Existência de pavimento de cobertura: 1
- Número de subsolos: 1
- Existência de sobressolo e seus ambientes: 1
- Ambientes do pavimento térreo: 1 hall de entrada + 2 estacionamentos
- Número de unidades por pavimento tipo 1
- Número total de unidades: 8
- Área do terreno: frente 12,00m – comprimento 53,0m = 636,00m²
- Área total construída: 636m² + 932,64m² = 1568,64m²
- Área total da unidade tipo / cobertura: (5,80 x 20,10) = 116,58m²
- Área total das unidades: 8x116,58m² = 932,64m²
- Prédio revestido em pastilha com detalhes em granito na fachada

3.6 Coleta e análise de dados

Segundo Vergara (2008), o tratamento dos dados refere-se àquela seção na qual se explicita para o leitor como se pretende tratar os dados a coletar, justificando por que tal tratamento é adequado aos propósitos do projeto. Os objetivos são alcançados

com a coleta, o tratamento e, posteriormente, com a interpretação dos dados. Portanto, não se deve esquecer de fazer a correlação entre objetivos e formas de atingi-los.

Na visão de Marconi e Lakatos (2017, p. 167) a análise de dados é “a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores”. A análise de dados é efetuada em três níveis: interpretação, explicação e especificação.

Segundo Gil (2017), a análise tem como objetivo organizar e resumir os dados de tal forma que possibilite o fornecimento das respostas ao problema proposto para investigação e, a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas mediante a sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos. A análise dos dados envolve a descrição dos procedimentos a serem adotados tanto para a análise quantitativa quanto qualitativa.

O método de apresentação e análise de dados pode ocorrer por meio da análise de conteúdo. Vergara (2008, p. 14) conceitua a análise de conteúdo da seguinte forma:

Refere-se ao estudo de textos e documentos. É uma técnica de análise de comunicações, tanto associada aos significados, quanto aos significantes da mensagem. Utiliza tanto procedimentos sistemáticos e ditos objetivos de descrição dos conteúdos, quanto inferências, deduções lógicas. Pratica tanto a hermenêutica, quanto as categorias numéricas.

Inicialmente, para a coleta de dados foi confeccionada uma Carta de Autorização de Coleta de Dados. A coleta ocorreu por meio de visita técnica.

Para que fosse possível a realização da inspeção de manifestações patológicas nas áreas externas da edificação, objeto deste estudo, foram utilizados celulares para registrar por meio de fotos as patologias encontradas. Foi utilizado ainda um escalímetro para medir as fissuras e trincas encontradas na edificação.

Foi efetuada a visita técnica *in loco* no Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel para a identificação das patologias, a qual foi efetuada no dia 16 de junho de 2021, às 11:30 horas, por todos os integrantes do grupo, acompanhados pelo orientador

de conteúdo, Professor Diego Rosa e com o auxílio síndico, Sr. Herbert, com o objetivo da verificação das anomalias existentes na área externa e interna da edificação, visando identificá-las, avaliá-las e, posteriormente, propor as soluções necessárias. A partir da visita técnica foram identificadas as seguintes patologias: rachaduras, trincas e fissuras; infiltração; corrosão de armadura. As patologias encontradas foram fotografadas.

Após a visita técnica foram efetuadas as análises das patologias detectadas, as quais foram catalogadas e fotografadas e foi elaborado um levantamento constando as informações sobre as patologias identificadas na edificação.

Para melhor visualização, compreensão e identificação das patologias detectadas na edificação em estudo, foi utilizado o *software* SketchUp®, que se trata de um modelador 3D.

Segundo informações da empresa Trimble (2021), o SketchUp® é um modelador 3D desenvolvido por uma empresa de pequeno porte, no Colorado (EUA) denominada de At Last Software e que, em seguida, foi comprada pela Google e hoje em dia pertencente a Trimble Navigation. O SketchUp® originou em seu meio uma forma distinta e muito mais intuitiva ao se comparar aos *softwares* de arquitetura anteriores com a mesma finalidade. Diante disso, ganhou velozmente abertura aos diversos profissionais que procuravam eficácia em suas modelagens.

De maneira clara e simples, com instrumentos bem determinados e desenvolvidos, e a biblioteca 3D do SketchUp®, o *software* permite uma excelente resposta aos comandos. Com isso, alcança-se de maneira fácil organizar diferentes formas e volumes. Dessa forma, tendo-se como exemplo a maquete física, sempre empregada na arquitetura, a modelagem 3D permite progredir no que diz respeito ao tempo e precisão. Com materialidade e espacialidade que nenhum desenho bidimensional comportaria. É um programa prático, uma vez que na área de arquitetura SketchUp® ampara o profissional em seu desenvolvimento de projeto em todas as escalas possíveis, desde um encaixe de uma marcenaria de um mobiliário, uma reforma de um apartamento até num planejamento urbano de uma cidade (TRIMBLE, 2021).

3.7 Limitações

No decorrer da pesquisa não ocorreram limitações, uma vez que o material utilizado para a elaboração do referencial teórico foi facilmente encontrado nos meios digitais, demonstrando a existência de vasto material à disposição.

No que diz respeito ao acesso à edificação, objeto deste estudo, foi possível contar com a disponibilização do síndico de do acesso à mesma para a visita técnica e coleta dos dados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Mapeamento, catalogação e identificação dos principais tipos de patologias ocorridas na edificação

As descrições a seguir demonstram o edifício, o qual foi projetado no *software* SketchUp® para melhor visualização e compreensão, sendo que foi efetuada ainda a identificação das patologias evidenciadas *in loco* no projeto.

Na Figura 22 é apresentado o projeto, o qual demonstra a fachada principal, a vista da fachada lateral direita e a vista da fachada dos fundos do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

Trata-se de uma edificação de uso residencial que possui oito pavimentos, sendo uma unidade por andar, um subsolo e pilotis. Possui uma cobertura, hall de entrada e dois estacionamentos. A edificação é revestida em pastilha com detalhes em granito na fachada e possui 30 metros de altura.

Figura 22 – Vista da fachada principal (FAC01), vista da fachada lateral direita (FAC03) e vista da fachada dos fundos (FAC04)



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A partir do projeto apresentado na Figura 22, seguem as fotos das respectivas fachadas nas Figuras 23, 24 e 25, apresentando as a fachada principal, vista da fachada lateral esquerda e vista da fachada dos fundos do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

Figura 23 – Fachada principal



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Figura 24 – Fachada lateral esquerda



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Figura 25 – Fachada dos fundos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na Figura 26 é apresentado o projeto o qual demonstra a vista da fachada da lateral direita do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

Figura 26 - Projeto da vista da fachada da lateral esquerda



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na Figura 27 é apresentada a foto da fachada da lateral direita do Edifício.

Figura 27 – Fachada Principal e vista lateral direita



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na Figura 28 é apresentado o projeto, o qual demonstra a vista frontal do pilotis do estacionamento 1 da edificação.

Figura 28 – Projeto da vista frontal do pilotis – Estacionamento 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Nas Figuras 29 e 30 são apresentadas as fotos da vista frontal e a vista lateral esquerda do pilotis do estacionamento 1.

Figura 29 – Vista frontal do pilotis



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

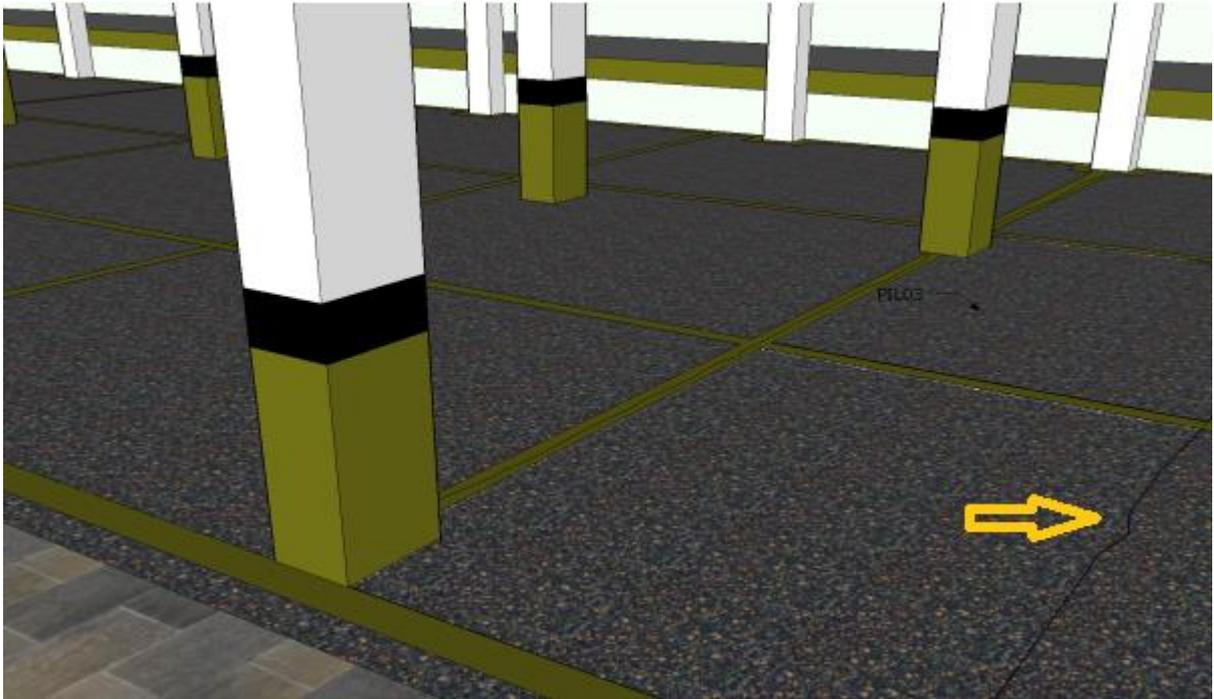
Figura 30 – Vista lateral esquerda do pilotis



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 31 apresenta um projeto que demonstra o piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque.

Figura 31 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 32 apresenta foto que demonstra piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque. Corsini (2010) afirma que o recalque é um tipo de patologia prevista em projetos e que pode ou não gerar riscos para as pessoas.

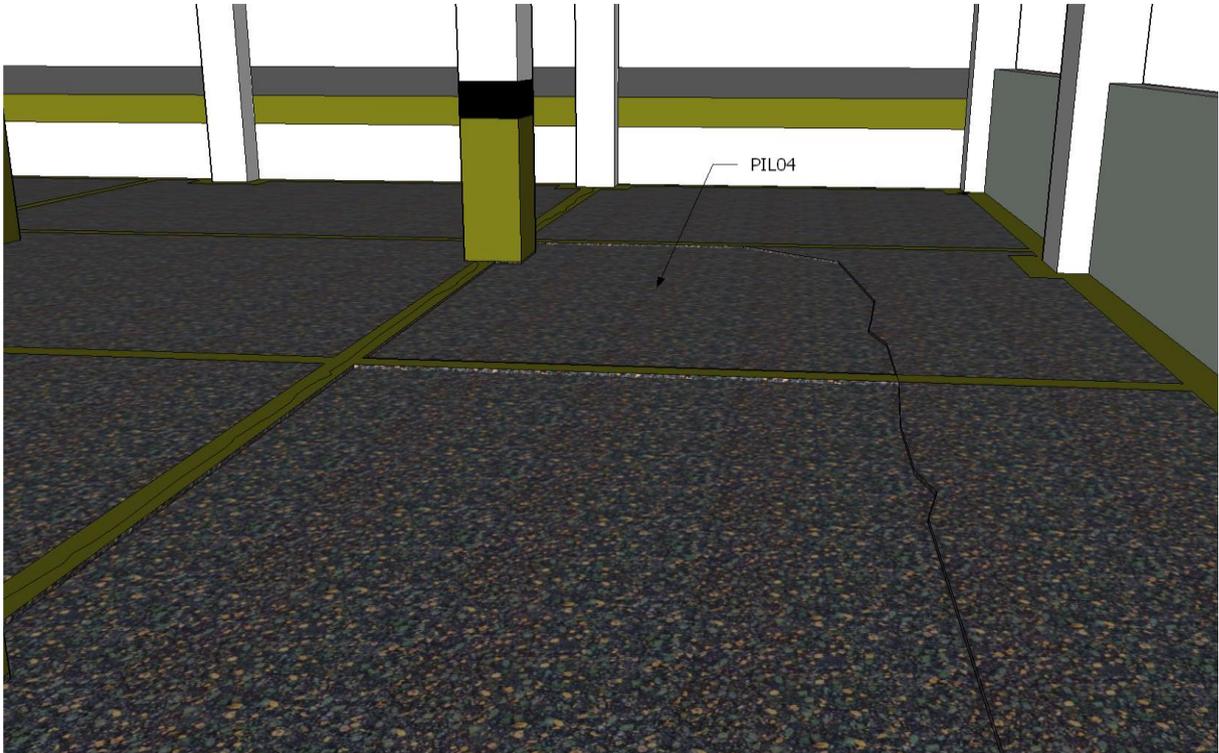
Figura 32 - Piso com afundamento/recalque



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 33 apresenta um projeto que demonstra o piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque.

Figura 33 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 34 também apresenta foto que demonstra piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque.

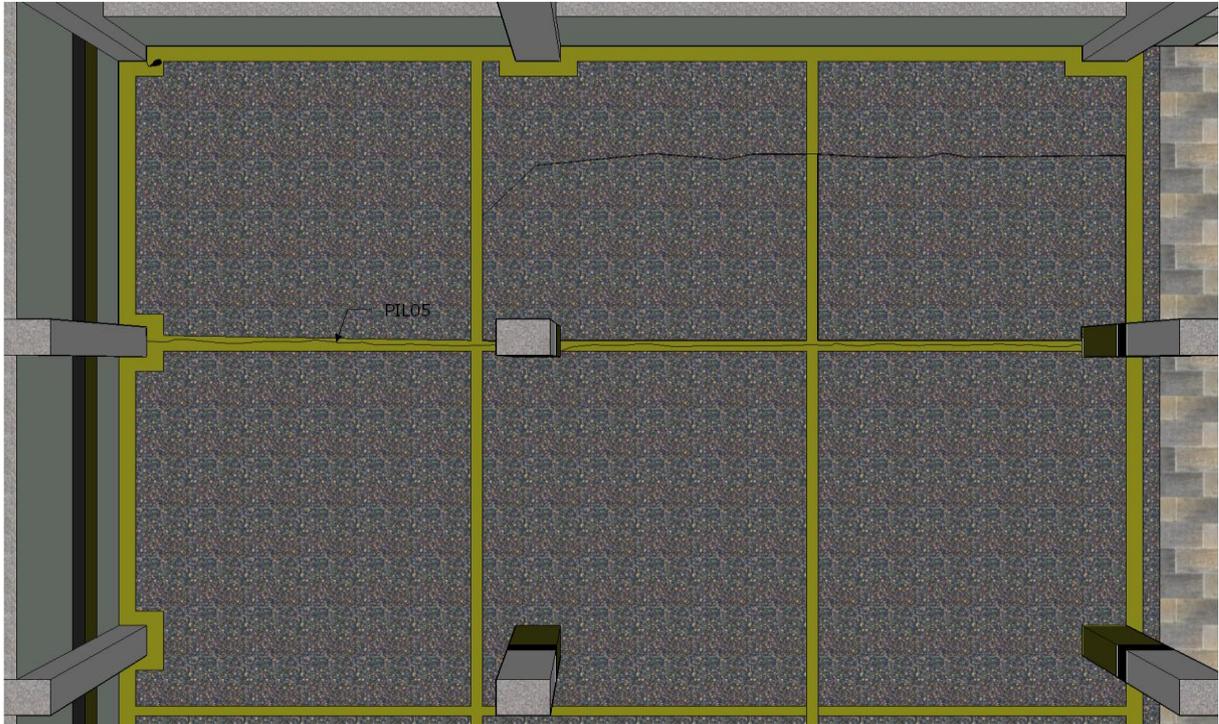
Figura 34 - Piso com afundamento/recalque



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 35 apresenta um projeto que demonstra o piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca.

Figura 35 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 36 apresenta foto que demonstra piso do pilotis – estacionamento 1 o piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca.

Figura 36 - Piso do pilotis com trinca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 37 apresenta um projeto que demonstra recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis.

Figura 37 - Projeto de recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 38 apresenta foto que demonstra recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis.

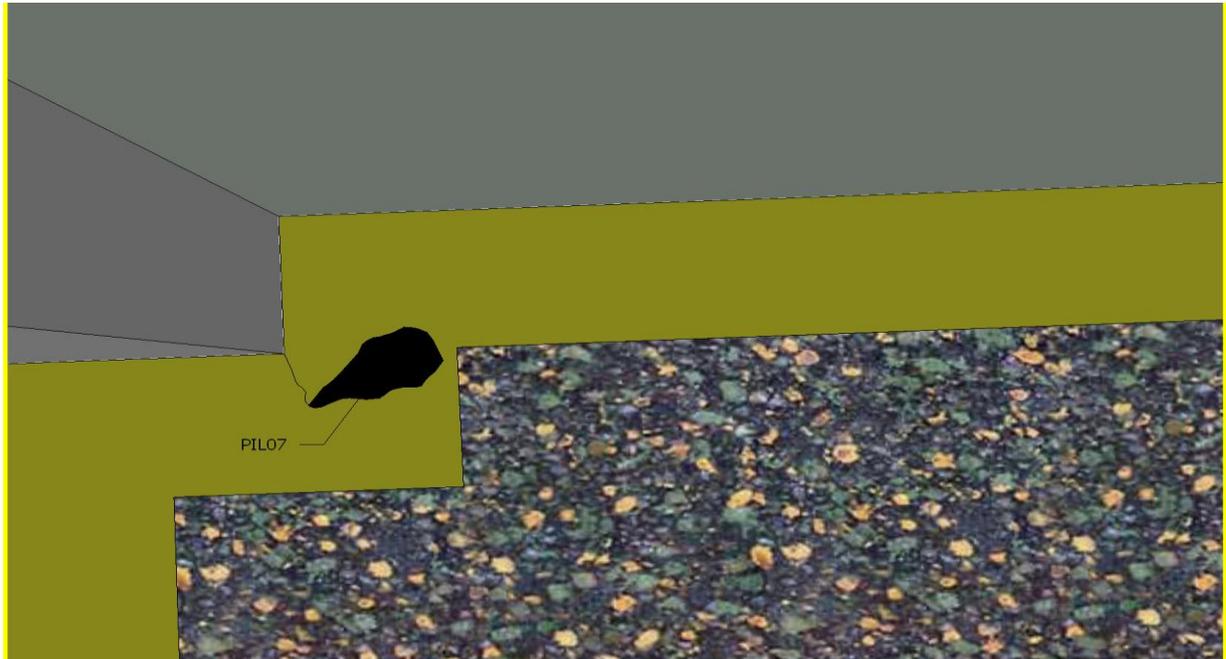
Figura 38 - Recalque no aterro do estacionamento coberto/pilotis.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 39 apresenta um projeto que demonstra um ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/pilotis.

Figura 39 - Projeto de ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/pilotis



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 40 apresenta foto que demonstra ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/pilotis.

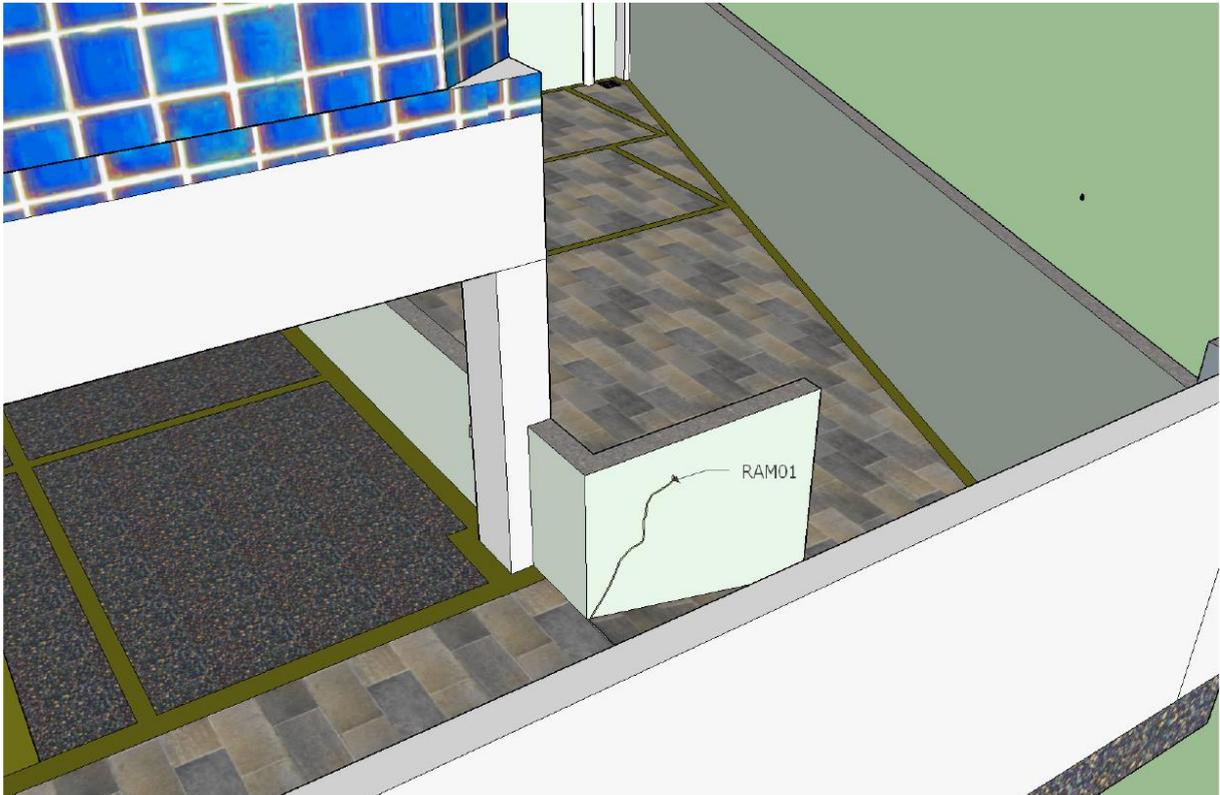
Figura 40 - ponto de observação do recalque aterro estacionamento coberto/pilotis



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 41 apresenta um projeto que demonstra uma trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2.

Figura 41 – Projeto da trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 42 apresenta a foto de trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2. Esse tipo de patologia, de acordo com informações do IBAPE/BA (2017), se trata de uma fenda estreita e pouco profunda, ou seja, a trinca é uma fissura proeminente e mais profunda, em estágio entre a fissura e a rachadura. É uma abertura em forma de linha, com espessura de 0,5mm até 1,0mm.

Figura 42 – Trinca na parede guarda corpo da rampa de acesso no estacionamento 2



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 43 apresenta um projeto que demonstra uma trinca no muro de contenção e desnível entre os estacionamentos 1 e 2.

Figura 43 – Projeto da trinca no muro de contenção e desnível entre os estacionamentos 1 e 2



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As Figuras 44 e 45 apresentam a foto de uma rachadura no muro de contenção e desnível entre os estacionamentos 1 e 2.

Figura 44 – Rachadura no muro de contenção



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

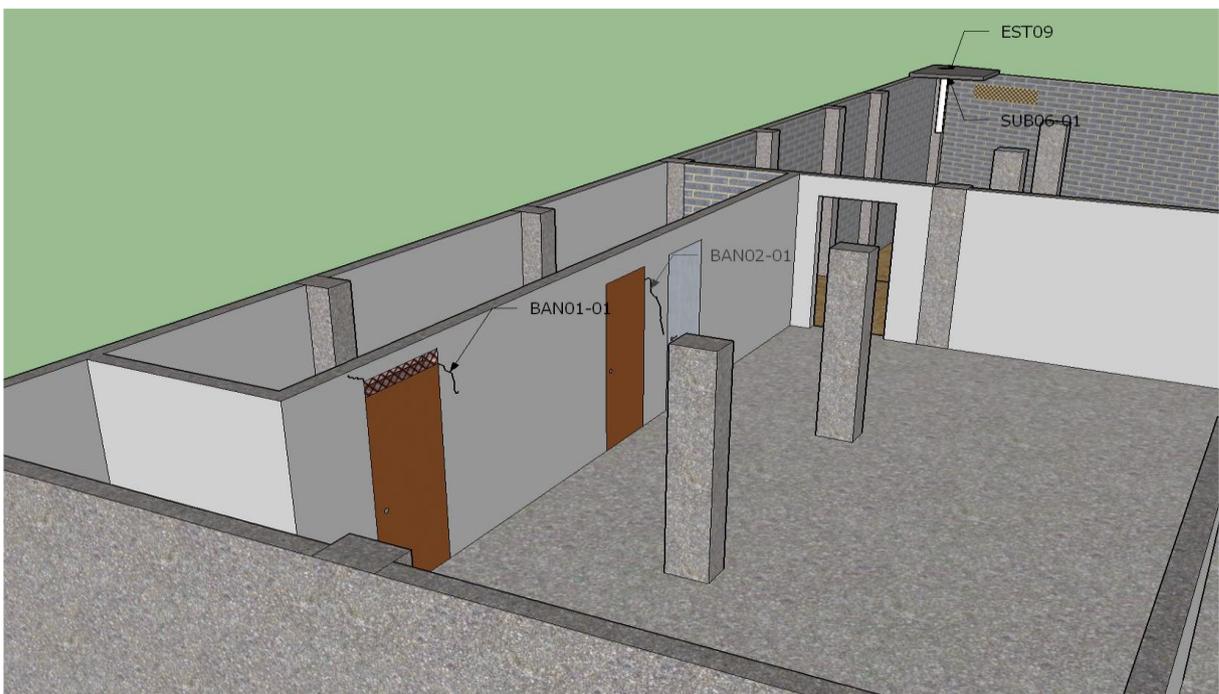
Figura 45 – Rachadura no muro de contenção



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 46 apresenta um projeto que demonstra trincas nos banheiros do subsolo 1.

Figura 46 – Projeto dos banheiros do subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As Figuras 47 e 48 apresentam fotos dos banheiros do subsolo 1, o qual foram encontradas rachaduras.

Figura 47 – Banheiro 1 do subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

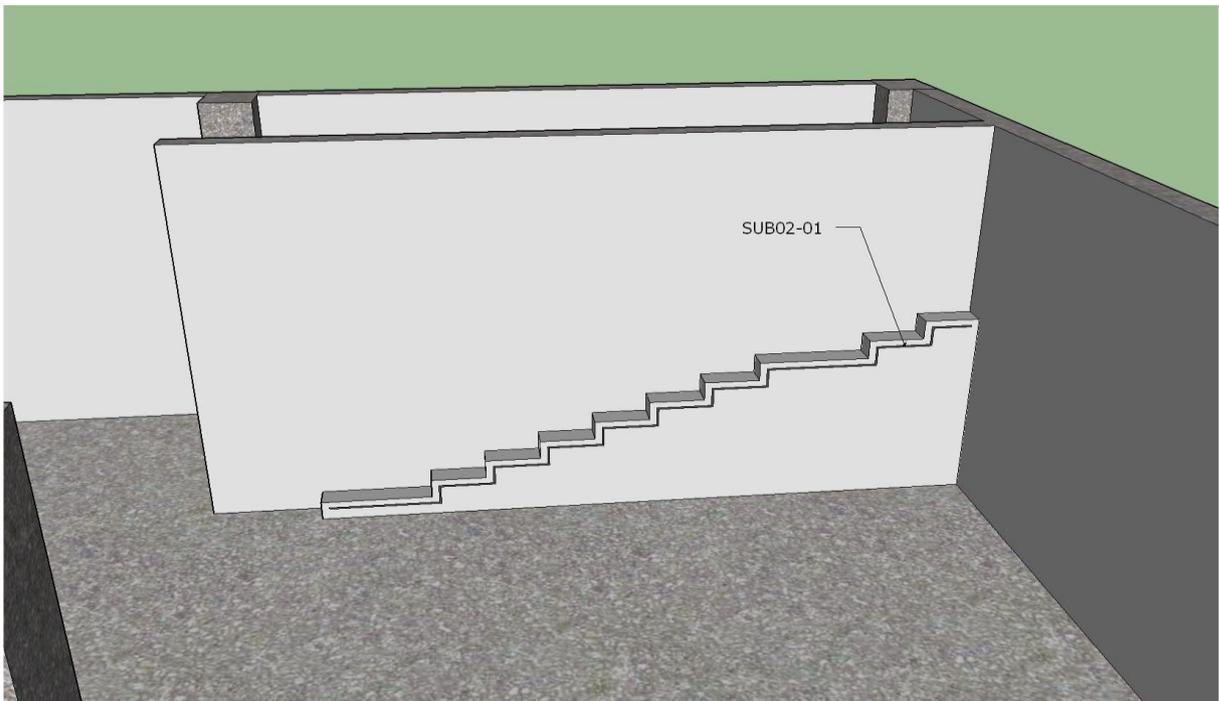
Figura 48 – Banheiro 2 do subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 49 apresenta um projeto que demonstra rachadura na parede da escada de acesso ao subsolo 1.

Figura 49 – Projeto da rachadura na flecha do subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 50 apresenta foto de rachadura localizada na parede da escada de acesso ao subsolo 1. Conforme informações do IBAPE/BA (2017, p. 9), a rachadura é uma fenda mais acentuada e profunda do que uma trinca. Saliba e Carvalho Júnior

(2019) informam que a rachadura se trata de uma abertura expressiva, derivada de proeminente ruptura de massa, em que a espessura varia de 1,0mm a 1,5mm.

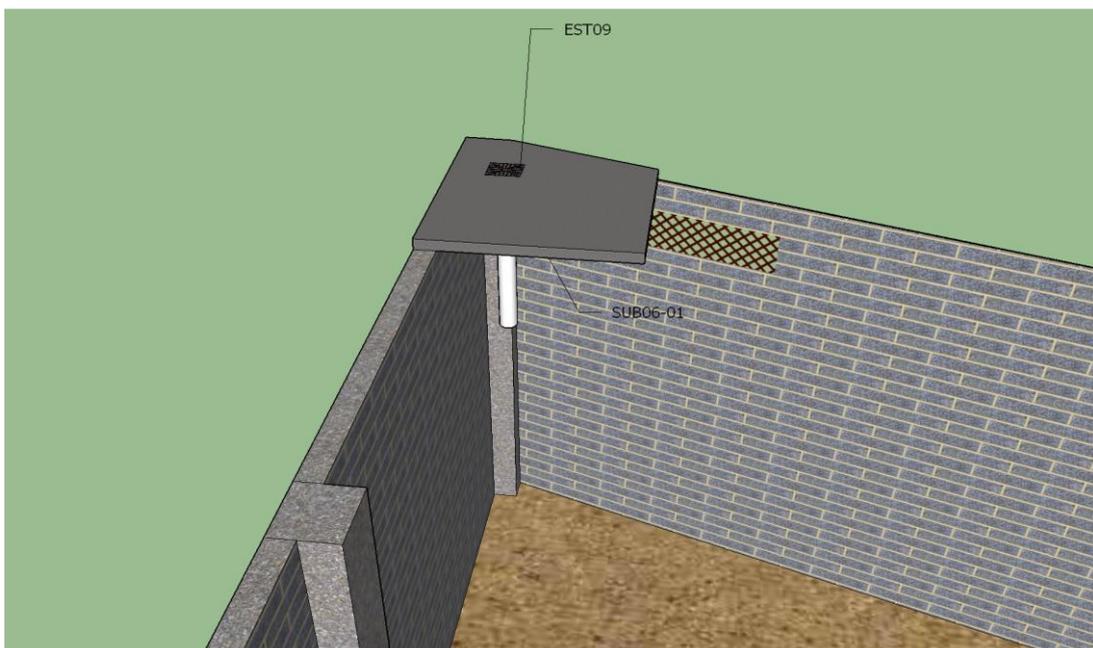
Figura 50 - Rachadura na parede da escada de acesso ao subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 51 apresenta um projeto que demonstra um sistema de drenagem de água pluvial não concluído no piso estacionamento descoberto do subsolo 2.

Figura 51 – Projeto um sistema de drenagem de água pluvial não concluído no piso estacionamento descoberto do subsolo 2



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As Figuras 52 e 53 apresentam fotos que demonstram um sistema de drenagem de água pluvial não concluído no piso estacionamento descoberto do subsolo 2.

Figura 52 - Sistema de drenagem não concluído



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

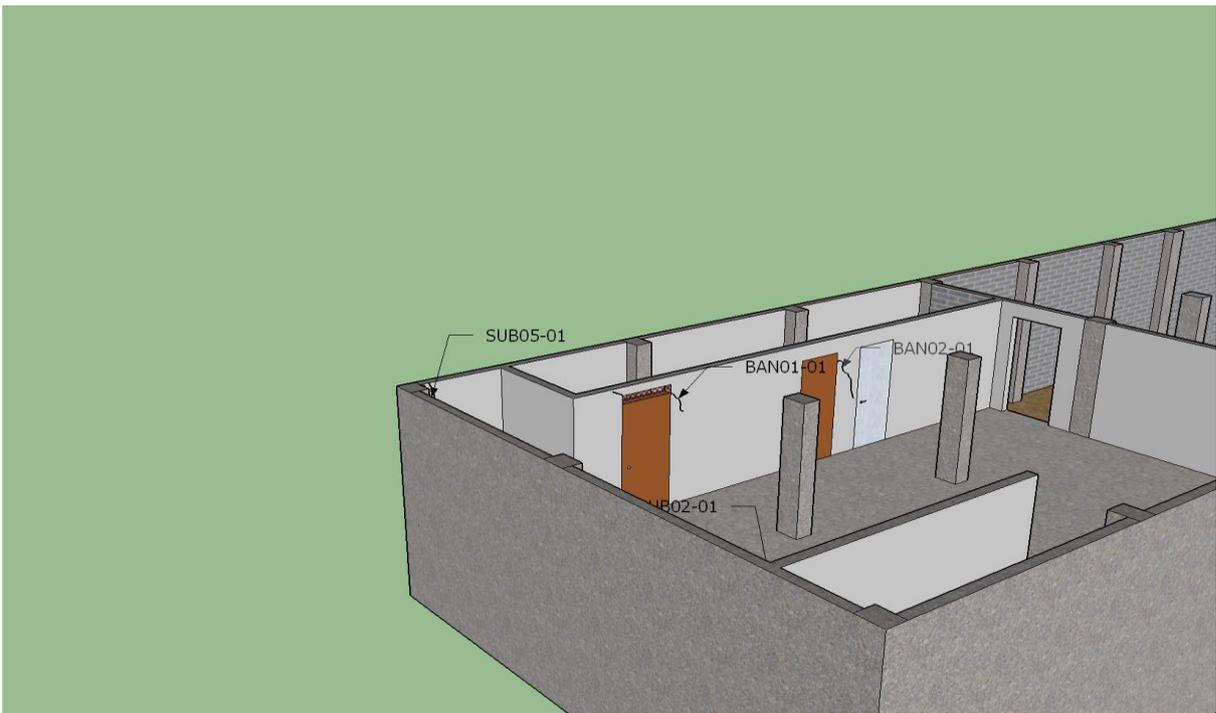
Figura 53 - Sistema de drenagem não concluído



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 54 apresenta um projeto que demonstra trincas atrás da parede de contenção da laje no subsolo 1.

Figura 54 - Projeto de trincas atrás da parede de contenção da laje no subsolo 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 55 apresenta foto que demonstra trincas na parede dos fundos dos banheiros no subsolo 1. De acordo com Macedo (2017), as trincas podem começar a surgir de maneira congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. Os profissionais relacionados ao tema devem tomar consciência de que muito pode ser feito para diminuir o problema, devido ao fato de reconhecer-se que as movimentações dos materiais e elementos das edificações civis são inevitáveis.

Figura 55 – Trincas na parede dos fundos dos banheiros



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

No Quadro 11 são apresentadas as patologias identificadas na visita técnica.

Quadro 11 – Sumário das patologias encontradas na visita técnica

1	Afundamento do piso do estacionamento 1
2	Trincas no piso de concreto do estacionamento 1
3	Trincas no piso de concreto do estacionamento 1
4	Rachaduras na parede da escada de acesso ao subsolo 1
5	Trincas nas paredes dos banheiros (trincas diagonais e horizontais) existentes no Subsolo 1
6	Sistema de drenagem não concluído

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Diante do exposto, foram detectados quatro tipos de patologias como afundamento de piso, trincas, rachaduras e um sistema de drenagem o qual não foi concluído.

4.2 Descrição das possíveis causas das patologias detectadas na edificação

4.2.1 Afundamento do piso do estacionamento 1

Foi detectado aterro executado no estacionamento 1, sugere-se que houve uma compactação heterogênea, ou seja, não foram seguidos os procedimentos recomendados nas normas ABNT 15575/2013 a qual trata sobre o desempenho das edificações habitacionais, ocasionando o recalque do solo, na oportunidade da visita foi medido 29,5 cm de adensamento em um ponto de acesso conforme a figura 54. A provável causa é devido a recalques de fundação insuficiente no piso e deslocamentos.

Na Carta Diagnóstico de Gusmão (2006), e descrito que os recalques são problemas de construção de efeitos ambientais. Podem ser também devido a erros de projeto ou por excesso de cargas inesperadas. Para Silva (2019), os recalques de fundação são patologias comuns.

Silva e Ripper (1998) afirmam que devido à falta de manutenção, surge a deterioração do concreto, abalando a saúde das estruturas. No processo físico da deterioração do concreto, surgem as fissuras, decorrentes dos recalques.

4.2.2 Trincas no piso de concreto do estacionamento 1

O surgimento de trincas em várias partes do piso de concreto do estacionamento 1 foi ocasionado pelo adensamento do solo e agravado pela constante movimentação de veículos neste local. Dentre as prováveis causas, pode-se afirmar que os mesmos podem estar sob o efeito de impacto, bem como devido a deslocamentos. Podem ainda estar sendo ocasionadas por consequência de estado de tensão na superfície e pela variação térmica, gerando a dilatação e contração dos materiais.

Lima (2018) afirma que as trincas são fraturas lineares no concreto, desenvolvendo-se parcialmente ou completamente ao longo de um elemento estrutural. As aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas. Podem

aparecer trincas devido às cargas excessivas, conforme o caso dessa patologia detectada.

Na Carta Diagnóstico de Gusmão (2006), as cargas inesperadas se tratam de um dano às estruturas. Para Silva (2019), as cargas são consideradas como agentes responsáveis por patologias em edificações e as trincas são patologias comuns.

4.2.3 Rachadura no muro de contenção divisório entre estacionamento 1 e 2

Subdimensionamento do projeto de cálculo estrutural do muro de contenção.

Devido ao recalque do solo e a movimentação diária de veículos, um dos lados do muro de contenção perdeu a estabilidade existente que o solo mantinha e passou a receber diretamente as forças também advindas da movimentação dos veículos. Contudo houveram deslocamentos ocasionando essas trincas em boa parte do muro de contenção. Dentre as prováveis causas pode-se citar movimentação térmica entre dois materiais com coeficiente de dilatação térmica distintos, seção muito extensa.

Conforme Lima (2018), a rachadura é o estado em que um verificado objeto ou parte dele apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis. Através de uma rachadura na parede pode penetrar vento e água da chuva.

4.2.4 Rachaduras na parede da escada de acesso ao subsolo 1

Subdimensionamento do projeto de cálculo estrutural envolvendo a nova laje do piso do estacionamento 1 e toda estrutura existente no subsolo 1. Desta forma, as principais causas são: cargas além do previsto/suportável pela estrutura/fundação existente, acomodação dos elementos construtivos (movimentação ocasionada pelo assentamento da estrutura no solo) e, recalques de fundação consequentes de deslocamento do solo. Tem-se o fato de as estruturas estarem deformadas e sob o efeito de impacto.

Segundo Lima (2018), as rachaduras apresentam particularidades que as caracterizam das demais, uma vez que a dimensão da patologia na parede é superior a 1 mm, sendo que determinados casos podem abrir fendas de um lado ao outro da parede. Com as mesmas particularidades das trincas, contudo, em um estágio mais acentuado, as rachaduras demandam imediata precaução e antes do fechamento deve-se resolver o problema que as gerou.

4.2.5 Trincas nas paredes dos banheiros (trincas diagonais e horizontais) existentes no Subsolo 1

Subdimensionamento do projeto de cálculo

A última adequação civil executada na laje do estacionamento 2 adicionou uma sobrecarga não prevista na estrutura existente, possibilitando a instabilidade da fundação e conseqüentemente a movimentação do solo, ou seja, recalques de fundação conseqüentes de deslocamento do solo, contribuindo para o surgimento das trincas nas paredes dos banheiros. Tem-se ainda que as trincas podem ter sido causadas devido à variação de temperatura dos materiais.

Saliba e Carvalho Júnior (2019) afirmam que trincas em edificações são patologias corriqueiras e, em determinados casos, tratam-se de fissuras insignificantes, presentes somente no revestimento de uma laje e possivelmente ocasionado por um eletroduto mal posicionado.

Segundo Lima (2018), podem aparecer trincas devido ao assentamento diferencial dos apoios, o subdimensionamento e às cargas excessivas.

4.2.6 Sistema de drenagem não concluído

A tubulação de água pluvial/drenagem inicia-se no estacionamento 2 e deságua diretamente no solo do subsolo 2. Essa tubulação não foi concluída, fazendo com que ocorra um escoamento de água em queda livre diretamente no solo natural do subsolo 2. No perímetro deste deságue está implantado a laje de piso e fundação dos subsolos e do estacionamento 2.

Verificou-se neste local o aparecimento de muitas fissuras, deslocamento do revestimento da laje de piso e oxidação da armadura da laje de piso do subsolo 1. A drenagem inadequada desaguando nesse ambiente ocasionou um excesso de umidade, sugerindo como possível causa das fissuras, deslocamentos, oxidação das armaduras, e a energia da água em queda livre e que pode ainda ter gerado o assoreamento do solo fazendo que o mesmo perca resistência mecânica, ocasionando numa possível movimentação da estrutura no solo, indicado pelas fissuras e trincas em toda a estrutura.

Antoniuzzi (2018) afirma que as configurações patológicas localizadas com maior constância são infiltrações, fissuras, corrosão da armadura, movimentações térmicas, descolamentos, entre outros.

Na Carta Diagnóstico de Gusmão (2006), a deficiência na drenagem está relacionada a um dano causado devido às tecnologias de obra. Para Souza e Ripper (1998) a presença de água é uma causa intrínseca ao processo de deterioração das estruturas de cimento, sendo considerada causa natural, tanto química quanto física. Já no processo físico de deterioração, a fissuração leva corrosão das armaduras. Para Silva (2019), a variação de umidade é um agente responsável pelas patologias e as fissuras são patologias consideradas comuns.

Conforme Corsini (2010), dentre as causas da fissuração pode-se citar: recalques de fundação; variação de umidade, em que ocorre a fissuração devido à variação do teor de umidade por causas externas e devido à variação natural do teor de umidade dos materiais.

4.3 Métodos e técnicas sugeridos para minimizar ou erradicar as patologias detectadas na edificação

No que diz respeito à intervenção construtiva, a NBR 16280/2014, relativa à reforma em edificações – sistema de gestão de reformas, esta estabelece que para toda intervenção construtiva dentro de um imóvel que compõe um condomínio, deve existir comunicação implícita ao síndico do local. Dependendo do porte da reforma, somente a avaliação do síndico é satisfatória, mesmo que este solicite o aval de um

especialista. Quanto às alterações estruturais, este aval é obrigatório. Nesse ponto vale destacar o que a norma considera como reforma. Para esta norma, todo tipo de intervenção na estrutura já existente que tenha como objetivo recuperar, ampliar ou melhorar as condições existentes, sendo estas com ou sem mudança de funcionalidade, deve ser considerada uma reforma.

É importante ressaltar que, segundo a NBR 5674/99 - Manutenção de edificações – Procedimento, com relação ao controle da execução dos serviços de manutenção, a referida norma, em seu item 14.1, estabelece que a execução dos serviços de manutenção de edificações exige responsabilidade técnica de empresa ou profissional habilitado e obediência às normas de segurança do trabalho (ABNT, 1999).

4.3.1 Afundamento do piso do estacionamento 1

Como solução, deve-se remover cuidadosamente o concreto afetado, refazer o piso. Deve-se reformar do piso do estacionamento¹, efetuar a retirada parcial do piso de concreto existente e efetuar a execução de aterro e compactação e, em seguida, recompor o piso de concreto.

De acordo com a NBR 6122/1996, que descreve sobre a pressão admissível em solos compressíveis, em que estabelece que a implantação de fundações em solos constituídos por areias fofas, argilas moles, siltes fofos ou moles, aterros e outros materiais só pode ser efetuada depois de cautelosa análise com embasamento em ensaios de laboratório e campo, abrangendo o cálculo de capacidade de carga (ruptura) e a análise da repercussão dos recalques sobre o comportamento da estrutura.

Segundo a NBR 7182/2016, a qual descreve sobre o solo, ensaio de compactação, deve-se estabelecer o método para a determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca de solos quando compactados, de acordo com os procedimentos especificados na referida norma.

Conforme a Parte 3 da ABNT NBR 15575/2013, a qual trata do desempenho do sistema de pisos, destinados para área de uso privativo ou de uso comum, com a inclusão dos elementos e componentes, estabelece que o piso deve resistir a cargas verticais concentradas previsíveis nas condições normais de serviço, sem apresentar ruína ou danos localizados nem deslocamentos excessivos.

4.3.2 Trincas no piso de concreto do estacionamento 1

Como solução é importante assegurar, segundo a norma, um revestimento com dilatação térmica e expansão por reidratação. A base deve ser preparada e prevendo junta de movimentação e ter cuidado com o assentamento prematuro.

Deve-se efetuar a limpeza da trinca utilizando-se jato de ar e, assim, sua espessura irá aumentar para em seguida ser tratada. Deve-se aplicar o material epóxi sobre a superfície como selante, pois injeta-se resina epóxi nos orifícios na parte inferior até que o material transborde pela parte superior e por fim, fechar os orifícios.

Segundo o tipo de fenda, sendo estas ativas ou não ativas, devem ser realizadas duas maneiras de procedimento. No caso das fendas ativas, deve-se limpar a fenda, aumentando seu tamanho com jato de ar, preparando-a para que esta seja selada e, em seguida, aplica-se um selante com betume elástico à base de poliuretano. No que diz respeito às fendas não ativas, o método é o mesmo do anterior, contudo o selante empregado é feito com base de argamassa de cimento.

A ABNT NBR 15575:2013 ressalta acerca da impermeabilização do sistema de piso em que apresenta um conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas que tem como objetivo proteger as construções contra a ação destrutiva por fluidos, vapores e umidade.

A NBR 6118/2014 estabelece que as espessuras mínimas de cobrimento da armadura de acordo com a classe de agressividade ambiental, o tipo de estrutura e o elemento estrutural.

Devem ser executados reparos para a correção dessa patologia com a finalidade de evitar a ocorrência de manifestações como carbonatação e corrosão após a recuperação do concreto e da armadura, pois a abertura de trincas e rachaduras facilita a penetração de água, oxigênio e agentes agressivos, como o dióxido de carbono (CO₂), na estrutura de concreto armado, aceleram o processo de carbonatação do concreto e corrosão da armadura, o que danifica a estabilidade estrutural.

4.3.3 Rachadura no muro de contenção divisório entre estacionamento 1 e 2

Como solução, recomenda-se primeiramente examinar se trata de uma rachadura dinâmica/ativa ou não e se a mesma se movimenta. Se estiver ativa deve-se abrir a rachadura no formato de um “V”. Se a armadura estiver corroída, deve-se soldar uma seção nova, fazer aplicação de anticorrosivo, preencher o vão com vedante acrílico. Se for uma rachadura espessa, deve-se aplicar uma tela de poliéster sobre a mesma. Após isso, rebocar e passar a massa corrida.

Sugere-se ainda, de acordo com a NBR 9575/2010, a qual especifica sobre os processos de Impermeabilização - Seleção e projeto, demolir o muro, executar a limpeza dos resíduos, colocar as armaduras de ligação, realizar novamente o muro de alvenaria convencional, ligando-a à amarração colocada anteriormente, revestir toda a parede com a camada de chapisco e reboco.

4.3.4 Rachaduras na parede da escada de acesso ao subsolo 1

As rachaduras demandam imediata precaução e antes do fechamento deve-se resolver o problema que as gerou.

De acordo com a NBR 6118/2014, deve-se proceder a Retirada da argamassa, aplicação de bandagem de dessolidarização e reposição de reboco.

4.3.5 Trincas nas paredes dos banheiros (trincas diagonais e horizontais) existentes no Subsolo 1

Como solução para as trincas, sugere-se remover com atenção o concreto afetado, refazer as paredes e reforçar a armadura. A recuperação pode do mesmo modo ser executada com grampos de fixação.

Sugere-se também fazer uma abertura em “V” com abre trinca. Com isso, deve-se efetuar a limpeza da superfície e aplicar preparador de paredes. Deve-se preencher a fenda com sela trinca, colocar uma tela de poliéster. Por fim, acerta-se com massa e aplica-se tinta elastomérica.

De acordo com informações da NBR 6118/2014, é aconselhada a efetivação da amarração com material resistente a tração, sendo o aço o mais empregado. A amarração deve ser efetivada entre tijolos e blocos da parede e entre paredes justapostas, por meio da inserção de elementos metálicos nas juntas de argamassa no decorrer do assentamento, proporcionando maior rigidez ao conjunto ou pelo transpasse geométrico dos tijolos ou blocos.

4.3.6 Sistema de drenagem não concluído

A solução sugerida para o escoamento de água em queda livre diretamente no solo natural do subsolo 2 é o reparo e deve-se executar a drenagem com sistema de calhas e cumeeira. Deve-se efetuar a revisão e redimensionamento do sistema de drenagem de águas pluviais. Deve-se efetuar também a montagem do sistema de drenagem pluvial, atendendo o projeto.

Segundo as NBR 6118/2014, sobre projeto de estruturas de concreto - procedimento, no caso de um sistema de drenagem correto, deve-se evitar a presença ou acumulação de água originária de chuva ou de água de limpeza e lavagem, sobre as superfícies das estruturas de concreto. Tais superfícies expostas que precisem ser horizontais, como, por exemplo, coberturas, pátios, garagens, estacionamentos e outras, devem ser adequadamente drenadas, com disposição de ralos e condutores. As juntas de movimento ou de dilatação, as quais estejam

sujeitas à ação de água, devem ser adequadamente seladas, de maneira a torná-las estanques à passagem, ou seja, percolação de água. Da mesma forma, todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos por chapins, bem como todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros a distintos níveis devem ser protegidos por rufos.

No caso da oxidação das armaduras, sugere-se como solução proceder à limpeza, fazer a troca das peças danificadas, efetuar o tratamento e proteção anticorrosão com aplicação de pintura primer epóxi em toda estrutura metálica.

De acordo com a NBR 6118/2014, o risco e a progressão da corrosão do aço na região das fissuras de flexão transversais à armadura fundamental dependem fundamentalmente da qualidade e da espessura do concreto de cobertura da armadura. A mesma norma preconiza que, como Medidas especiais, devem ser tomadas medidas específicas de proteção e conservação como, por exemplo, aplicação de revestimentos hidrofugantes e pinturas impermeabilizantes sobre as superfícies do concreto, revestimentos de argamassas, de cerâmicas ou outros sobre a superfície do concreto, galvanização da armadura, proteção catódica da armadura e outros.

Neste caso aconselha-se inicialmente efetuar cuidadosamente a remoção do concreto afetado e os produtos da corrosão. Em seguida deve-se reconstituir a seção original da armadura. Caso haja presença de agentes agressivos, deve-se efetuar a correção com *primer*, o qual ocasionará a proteção da armadura. Deve-se ainda reforçar o componente estrutural aumentando as dimensões originais por meio de reforço e, por fim, aplicar revestimento de proteção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso deste trabalho teve por finalidade identificar os problemas estruturais das estruturas do edifício, tendo como objetivo principal apresentar as principais adequações às patologias da edificação em estudo, de acordo com as normas técnicas vigentes.

Para tanto, foram traçados objetivos específicos, os quais contribuiriam para o atingimento do objetivo geral, sendo esses, efetuar o mapeamento das principais patologias, catalogar e identificar os principais tipos de patologias ocorridas na edificação e, por fim, propor métodos e técnicas utilizadas que visam minimizar ou erradicar as patologias em edificações.

Após vistoria no local para coleta de dados a situação atual da edificação, verificou-se que o modelo estrutural existente apresenta-se com falhas na sua estrutura, sendo que, na estrutura de concreto armado executada foram encontrados problemas na ordem executiva, tais como falta de compactação do solo, sobrecarga não prevista no projeto estrutural inicial, falta de cobrimento mínimo nos elementos estruturais.

Em face do exposto, é possível fazer algumas recomendações como a elaboração de novo projeto estrutural de forma a atender as normas técnicas vigentes e as boas práticas da engenharia. Sugere-se ainda a contratação de especialista para análise e construção do projeto estrutural do edifício.

Visando minimizar/erradicar as patologias detectadas, sugere-se ainda identificar qual a estrutura de concreto armado existente, materiais/ferragens, recalcular a carga existente atual do edifício e elaborar novo projeto estrutural.

Deve-se ainda elaborar um projeto de reforço estrutural de pilares, vigas, lajes e contenção em concreto armado e, atendendo a este novo projeto estrutural, deve-se providenciar reforços nas colunas atendendo o novo projeto estrutural, providenciar reforços nas vigas atendendo o novo projeto estrutural, providenciar reforços nas lajes atendendo o novo projeto estrutural e, providenciar reforços nas contenções de concreto armado, atendendo o novo projeto estrutural.

As patologias identificadas reduzem a vida útil de serviço da edificação e aumentam a probabilidade de ruptura da estrutura, pois comprometem a segurança estrutural. Dessa forma, recomenda-se que as intervenções na edificação, sugeridas sejam providenciadas.

As edificações têm um período de vida útil a que se designa, contudo, antes desse prazo ser atingido, o nível de desempenho já se encontra bem aquém do aceitável devido à carência de manutenção periódica. Sabe-se que a manutenção não impedirá que a edificação alcance, em determinado momento, o final da sua resistência, contudo dilatará o prazo da vida útil da mesma, observando sempre a ausência de patologias.

Sugere-se que seja elaborado um programa de manutenção, o qual deverá ser fundamentado com base nos procedimentos e rotinas de manutenção preventiva, pois assim, como na experiência adquirida pelo condomínio, por meio das patologias detectadas no mesmo, deve-se contratar serviços de terceiros de forma periódica, visando a realização de vistorias para a avaliação e manutenção das patologias, evitando-se, com isso, que tais problemas se desenvolvam e, futuramente, gere problemas estruturais graves na edificação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Cássia. **Santa Casa BH completa 120 anos de história.** Disponível em: <<https://www.federassantas.org.br/novosite/noticias/santa-casa-bh-completa-120-anos-de-historia/>>. Acesso em 2 abr. 2021.

ALVES, Giovane Pereira. **Sistemas de pintura em edifícios públicos de Maringá: patologias, processos, execução e recomendações.** 60 fls. Monografia (Pós-Graduação) Curso de Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas. Universidade Federal do Paraná. Programa Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas/SEOP. MARINGÁ, 2010. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34383/ALVES%2C%20GIOVANE%20PEREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 18 mar. 2021.

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Patologia da construção: abordagem e diagnóstico.** Universidade federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Curso de Engenharia Civil. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/documentos/PROJETO_TCC_JULIANA.pdf>. Acesso em 29 mar. 2021.

ARAÚJO, Alex; PAES, Cíntia; OLIVEIRA, Roberta; REIS, Caio. **120 anos de Belo Horizonte: os principais marcos da história da capital mineira.** Disponível em: <<http://especiais.g1.globo.com/minas-gerais/viva-bh/2017/linha-do-tempo-historia-de-belo-horizonte/>>. Acesso em 5 abr. 2021.

ARREGUY, Cintia Aparecida Chagas; RIBEIRO, Raphael Rajão Ribeiro. **Histórias de bairros [de] Belo Horizonte: Regional Centro-Sul.** Belo Horizonte: APCBH; ACAP-BH, 2008. Disponível em: <http://www.pbh.gov.br/historia_bairros/CentroSulCompleto.pdf>. Acesso em 5 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 5674.** Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 6118.** Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 6122.** Projeto e Execução de Fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7182/2016.** Solo - ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7583/1986.** Execução de pavimentos de concreto simples

por meio mecânico, manuais, projetos, pesquisa de engenharia civil. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 9575/2010.** Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 15575/2013.** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 16280/2014.** Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas. Rio de Janeiro, 2013.

BARBOSA, Luís Antônio Greno. **Edificações inteligentes: conceitos e considerações para o projeto de arquitetura.** 114 fls. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Rio de Janeiro: UFRJ / FAU, 2006. Disponível em: <<https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-26797/edificacoes-inteligentes--conceitos-e-consideracoes-para-o-projeto-de-arquitetura>>. Acesso em 18 mar. 2021.

BARROS, João Paulo Batista. **Levantamento das patologias presentes em fachadas de edifícios históricos na cidade de Pombal/PB: o caso da Escola Estadual de Ensino Fundamental João da Mata.** 63 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2019. Disponível em:

<<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/10326/1/JO%C3%83O%20PAULO%20BATISTA%20BARROS%20-%20TCC%20-%20ENGENHARIA%20CIVIL%202019.pdf>>. Acesso em 16 mai. 2021.

BORGES, Marcelo de Vasconcelos. **Propriedades do concreto.** Universidade Federal do Acre. Rio Branco: 2009.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Revista Técnica**, ed. 160, Julho/2010, p. 56-60. Disponível em: <<http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>>. Acesso em 25 mar. 2021.

CRUZ, Márcia Maria. **Restauração da Igreja São José revela a beleza arquitetônica em tons originais.** Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/09/27/interna_gerais,692373/restauracao-da-igreja-sao-jose-revela-a-beleza-arquitetonica-em-tons-o.shtml>. Acesso em 3 mar. 2021.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas.** São Paulo: Prentice hall, 2004.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do concreto estrutural**. São Paulo: PINI, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUSMÃO, Alexandre Duarte. **Patologia das fundações**. Gusmão Engenheiros Associados, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – BAHIA – IBAPE/BA. Patologia. **Anais... XIV COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias**. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Influencia-da-Variavel-Quantitativa-Patologia-na-Avaliacao-de-Imoveis-pela-Metodologia-Cientifica-de-Inferencia-Estatistica.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO – IEPHA-MG. **Palácio da Liberdade**. Disponível em: <<http://www.iepha.mg.gov.br/index.php/programas-e-acoes/patrimonio-cultural-protegido/bens-tombados/details/1/73/bens-tombados-pal%C3%A1cio-da-liberdade#:~:text=O%20Pal%C3%A1cio%20da%20Liberdade%20foi,de%20novembro%20do%20mesmo%20ano>>. Acesso em 5 abr. 2021.

LEÃO, Rafael Henrique. **Caracterização de incidências patológicas de um conjunto habitacional do Município de Engenheiro Beltrão – Paraná**. 39 Fls. (Graduação). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Engenharia Civil Curso de Tecnologia de Materiais para Edificações. Campo Mourão 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1902/1/CM_COMAC_2012_1_07.pdf>. Acesso em 1 mar. 2021.

LIMA, Laércio Lins de. **Patologias em revestimentos de fachada**. 51 fls. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT. João Pessoa, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13648/1/LBFM12112018.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

MACEDO, Eduardo Augusto Venâncio Britto de. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências**. 117 fls. Projeto de Graduação. Curso de Engenharia Civil. Escola Politécnica, Rio de Janeiro: UFRJ, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020899.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARQUES FILHO, José; FREITAS JÚNIOR, José de Almendra; COSTA, Marianne do Rocio Maron da; ARTIGAS, Laila Valduga. **Materiais de construção**: agregados.

Disponível em: <<http://www.dcc.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2020/08/TC-031-Agregados-2020.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

MARTINS, Paulo Chaves de Rezende. Pequenos incidentes, grandes prejuízos graves anomalias de funcionamento. In.: CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; LIMA, Nelson Araújo. **Acidentes estruturais na construção civil**. v. 1. São Paulo: Pini, 1996. p. 13-19.

MELO, André Silva de; ALVES, Leone Silveira. **Patologias em residencial multifamiliar proveniente da ausência de impermeabilização**: estudo de caso edifício Moradas do Sol – Imbituba/SC. 61 fls. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017. Disponível em:<<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3990/TCC%20ANDRE%20E%20LEONE%20-%20PATOLOGIAS%20EM%20RESIDENCIAL%20MULTIFAMILIAR%20PROVENIENTE%20DA%20AUSENCIA%20DE%20IMPERMEABILIZA%C3%87%C3%83O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 18 mai. 2021.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da pesquisa**. Universidade Católica de Brasília – UCB Pró-Reitoria de Pós-Graduação – PRPG. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação. Brasília – DF, Mar., 2003 Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em 8 jun. 2021.

MOURA, Guilherme Ribeiro de. Transformações e tendências na história da engenharia civil: do trabalho manual à sustentabilidade. VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar UNICESUMAR. **Anais...** Centro Universitário Cesumar, Editora CESUMAR Maringá, Paraná, Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Guilherme_Ribeiro_d_e_Moura_02.pdf>. Acesso em 7 abr. 2021.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O conceito de qualidade aliado às patologias na construção civil**. 96 fls. (Projeto de Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ, Escola Politécnica. Curso de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2021.

RIBEIRO, Nelson Pôrto. Contributo para uma ‘história da construção’ no Brasil. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH. **Anais...** São Paulo, julho 2011. Disponível em: <https://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1312926097_ARQUIVO_Historia_Construcao_Brasil.pdf>. Acesso em 8 abr. 2021.

RIPPER, Thomaz; COSTA, José Paulo. As diversas razões para o mau comportamento das estruturas. In.: CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; LIMA, Nelson Araújo. **Acidentes estruturais na construção civil**. v. 2. São Paulo: Pini, 1998. P. 13-20.

SAHADE, Renato Freua; MACHADO, Luciana Varella; CAVANI, Gilberto de Ranieri. Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em revestimentos de vedação. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 10, 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Univ. Federal do Ceará, 2013. 15 p.

SALIBA, Geovana Chaves Lisboa; CARVALHO JÚNIOR, Antônio Neves de. **Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 Anos de Idade.** Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2020/02/PE-16-Estudos-das-Manifesta%C3%A7%C3%B5es-Patol%C3%B3gicas-Encontradas-em-Edif%C3%ADcios.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

SANTOS, Camila Freitas dos. **Patologia de estruturas de concreto armado.** 91 fls. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, RS, Brasil, 2014. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_CAMILA%20FREITAS%20OS%20SANTOS.pdf>. Acesso em 23 mar. 2021.

SANTOS, Silmara Silva dos. Patologia das construções. **Revista Especialize Online IPOG**, Goiânia, 7. ed. n. 007. v. 01. Julho/2014. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=patologia-das-construcoes-10111121.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2021.

SIGNORINI, Signorini, Antônio. **Imagens e memórias na construção da cidade de Belo Horizonte.** 132 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-ARTK2B/1/binder1.pdf> >. Acesso em 5 abr. 2021.

SILVA, Adriano de Paula e. **Curso especialização em construção civil.** Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/adriano/Patologia%20das%20Construcoes.pdf>>. Acesso em 24 mar. 2021.

SILVA, Antônio João Hocayen da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais.** Disponível em: <<http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/123456789/841/1/Metodologia-da-pesquisa-cient%C3%ADfica-conceitos-gerais.pdf>>. Acesso em 8 jun. 2021.

SILVA, Luciana Paschoal Hoffmann da. **Geoprocessamento aplicado à realidade do patrimônio histórico do bairro Savassi/Centro de Belo Horizonte.** 74 fls. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/LUCIANA%20PASCHOAL%20HOFFMANN%20DA%20SILVA.PDF>>. Acesso em 21 set. 2021.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil. UAB/UFRGS. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p.

31-42. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 7 jun. 2021.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz Ripper. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2008.

TRIMBLE. **SketchUp**. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/pt-BR>>. Acesso em 31 ago. 2021.

VILELA, Nice Marçal. **Hipercentro de Belo Horizonte [manuscrito]**: movimentos e transformações espaciais recentes. 171 fls. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-6XRKL9/1/vilela_nm_hipercentro_de_belo_horizonte.pdf>. Acesso em 20 set. 2021.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil**: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/Rs. 128 Fls. (Graduação). Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário Univates. Curso de Engenharia Civil. Lajeado, novembro de 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

ANÁLISE DE UMA EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO



ISSN: 2675-1879

ANÁLISE DE UMA EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

ANALYSIS OF A BUILDING, IDENTIFICATION AND SUGGESTIONS FOR REPAIRING PATHOLOGICAL ANOMALIES AND BUILDING ADAPTATIONS: A CASE STUDY IN A BUILDING

MÁRCIO SOARES DA COSTA ¹
 MARCOS TIAGO DA SILVA²
 MARIA GISLEY DA SILVA³
 DIEGO DE JESUS QUEIROZ ROSA⁴

RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi apresentar as principais adequações às patologias da edificação em estudo, de acordo com as normas técnicas vigentes. A metodologia utilizada para o objeto de estudo classifica-se como aplicada, foi analisado uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais, local no qual foi efetuada uma visita técnica visando a realização do levantamento de manifestações patológicas nas áreas externas da edificação, em que foram utilizados celulares para registrar por meio de fotos as patologias encontradas. Foi utilizado ainda um escalímetro para medir as fissuras e trincas encontradas na edificação. A partir da visita técnica foram identificadas patologias como trincas, fissuras e rachaduras, infiltrações e corrosão de armadura. Após a visita técnica foram efetuadas as análises sobre a coleta de dados realizada e foi elaborado um relatório constando as informações sobre as patologias identificadas na edificação, e, a partir da avaliação, foi possível propor as soluções necessárias para a manutenção e identificação dos problemas detectados, tais como: atendimento às normas da ABNT aplicáveis ao estudo em questão, realizar aterro e compactação do terreno e revestimento térmico e expansão por reidratação.

Palavras-chave: Edificação. Patologia. Adequações. Manutenção.

ABSTRACT

The main objective of this study was to present the main adaptations to the pathologies of the building under study, in accordance with current technical standards. The methodology used for the object of study is considered a case study, it was analyzed a building located in the Ouro Preto neighborhood, in Belo Horizonte, Minas Gerais, where a technical visit was carried out in order to carry out a survey of pathological manifestations in the areas outside the building, where cell phones were used to record the pathologies found through photos. A scale was also used to measure the cracks and cracks found in the building. From the technical visit, pathologies such as cracks, fissures and cracks, infiltrations and reinforcement corrosion were identified. After the technical visit, analyzes were carried out on the data collection performed and a report was prepared containing information on the pathologies identified in the building, and, from the assessment, it was possible to propose the necessary solutions for the maintenance and identification of the problems detected, such as: compliance with ABNT standards applicable to the study in question, landfill and compaction of the land and thermal coating and expansion by rehydration.

Keywords: Edification. Pathology. Adaptations. Maintenance.

Correspondência/Contato

FEAMIG

Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837
 CEP 30510-120
 Fone (31) 3372-3703
<http://www.feamig.br/revista>

Editora responsável

Raquel Ferreira de Souza
raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

As edificações são consideradas como produtos direcionados para o mercado consumidor e, com isso, necessitam estar de acordo com as exigências do cliente e em consonância com as legislações vigentes, para satisfazer às perspectivas colocadas por ambos na aquisição do imóvel, proporcionando, uma performance analisada como sendo satisfatória.

Sabe-se que existem muitas falhas apresentadas em edificações e que estas são decorrentes de diversos fatores, inclusive do processo de execução e em relação às condições do produto utilizado.

O surgimento das manifestações patológicas nas edificações sugere que esteja ocorrendo algum tipo de falha, seja esta ocorrida durante o processo de projeto, de execução da obra, no controle de qualidade ou até mesmo durante o período de utilização delas. Pode-se encontrar em diversas áreas da construção civil as manifestações patológicas, tais como: trincas, rachaduras e carbonatação, dentre outras.

Todo produto construído possui um ciclo de vida útil, sendo que este pode se transformar estando sujeito a fatores como a resistência dos materiais utilizados na construção, das condições de exposição e utilização do mesmo e a existência de uma manutenção periódica. A ausência de manutenção e ações preventivas faz com que ocorram mínimas aparições de patologias, essencialmente em edificações mais antigas, favorece para condições de performance insatisfatório com ambientes insalubres, de deficiente aspecto estético, de provável precariedade estrutural e de custo elevado de recuperação.

Geralmente, as patologias são oriundas de falhas humanas, decorrentes nas etapas tanto do projeto, quanto na execução. Independentemente do avanço tecnológico, o setor da construção civil tem grande quantidade de edificações que apresentam patologias, por ausência de cuidado na execução, deficiência de manutenção, especificação inadequada de materiais, entre outras, uma vez que essas ocorrem em detrimento às falhas, os custos elevam-se com reparações e/ou indenizações aos moradores, especialmente no que diz respeito ao imóvel que possui menos de cinco anos de construção. A patologia é uma ciência que estuda e busca explicar qual foi o tipo de mecanismo que levou a origem e causa de determinada ocorrência. Já as manifestações patológicas consistem em externar o efeito de anomalias em determinada região. É muito comum o surgimento destes efeitos em

obras onde as especificações dos materiais são ignoradas, a mão de obra destinada a execução de determinada tarefa não é qualificada para execução e os padrões mínimos das normas técnicas não são respeitados.

O presente estudo tem como objetivos, apresentar as principais adequações às patologias da edificação em estudo, de acordo com as normas técnicas vigentes, de forma a: mapear, catalogar e identificar os principais tipos de patologias ocorridas na edificação, descrever as possíveis causas das patologias detectadas na edificação, e propor métodos e técnicas utilizadas que visam minimizar ou erradicar as patologias em edificações.

As manifestações patológicas na construção civil é um tema que vem sendo cada vez mais abordado nas construtoras e cursos de Engenharia Civil em todo o país, pois é um indicativo de que ocorreram falhas na elaboração do projeto e/ou execução.

Para a comunidade local, sociedade em geral e para área de Engenharia Civil, este estudo se justifica, uma vez que é por meio da manutenção preventiva nas edificações que as patologias podem ser evitadas. É através de conhecimento especializado dos profissionais da engenharia civil que se apresentam soluções para minimizar o aparecimento de patologias em edificações, sobre o que deverá ser aplicado, concebido ou executado. É importante ainda para as pessoas que fazem aquisição de unidades que estão com algum tipo de patologia. Este estudo pode auxiliar estas pessoas na avaliação e análise de um imóvel antes da aquisição do mesmo ou até auxiliar quando uma destas patologias abordadas no contexto se manifestarem em suas respectivas edificações. Deverá ser efetuada a verificação da adequação da estrutura quanto à resistência, durabilidade, dentre outros.

No que diz respeito à área de engenharia civil, entende-se a importância de se avaliar as patologias em edificações, uma vez que é de interesse das construtoras atentarem a esse tipo de problema com prevenção e minimizando futuros custos com reparações e/ou indenizações a moradores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRINCIPAIS PATOLOGIAS EXISTENTES EM EDIFICAÇÕES

Santos (2014) relata que desde o começo da civilização o homem tem utilizado materiais naturais como subsídios constituintes da construção civil. Entretanto, com o

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

decorrer do tempo, vem se preocupando com o equilíbrio e garantia das edificações e com o desenvolvimento de materiais, técnicas e métodos, concretizando a tecnologia das construções, compreendendo a análise, o cálculo e o detalhamento das estruturas, assim como as referentes metodologias construtivas. Esses procedimentos de alterações e aperfeiçoamento adequaram, dentro de apropriados alcances, a construção de estruturas ajustadas as precisões dos usuários, sejam estas habitacionais, laborais ou de infraestrutura

Na visão de Souza e Ripper (1998), batiza-se de maneira comum por patologia das estruturas um novo domínio da Engenharia das Construções que se destina ao estudo das procedências, formas de manifestação, decorrências e mecanismos de episódio das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas. Porém, a Patologia das Estruturas não é unicamente um novo campo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, contudo do mesmo modo em relação à compreensão e ao projeto das estruturas e, mais amplamente, à adequada formação do engenheiro civil.

Os problemas patológicos simples são os que admitem padronização, podendo ser resolvidos sem que o profissional responsável tenha obrigatoriamente conhecimentos altamente especializados. Já os problemas patológicos complexos não convivem com mecanismos de inspeção convencionais e esquemas rotineiros de manutenção, obrigando a uma análise pormenorizada e individualizada do problema, sendo então necessários profundos conhecimentos de Patologia das Estruturas (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 14).

Conforme Oliveira (2013), os problemas patológicos, com pouquíssimas ressalvas, proporcionam aparecimento externo característico, a partir da qual se pode concluir qual o caráter, a procedência e os mecanismos dos elementos intrincados, bem como pode-se avaliar suas possíveis implicações. Os problemas patológicos apenas se revelam depois do início da efetivação propriamente dita, a última fase da produção. No que diz respeito à recuperação dos problemas patológicos, pode-se assegurar que as correções serão mais inalteráveis, mais eficazes, mais simples de dar cumprimento e muito mais baratas quanto mais cedo forem efetivadas.

2.2 TRINCAS

Conforme Saliba e Carvalho Júnior (2019), trincas em edificações são patologias corriqueiras e, em determinados casos, tratam-se de fissuras insignificantes, presentes somente no revestimento de uma laje e possivelmente ocasionado por um eletroduto mal posicionado. Contudo, em outras situações, tratam-se de fendas diagonais, ainda não

estabilizadas, em que se passa uma mão para o lado externo da edificação, motivadas por recalque das fundações. A trinca se trata de uma abertura em forma de linha, com espessura de 0,5mm até 1,0mm.

Segundo Lima (2018), as trincas são conceituadas como sendo uma fratura linear no concreto, desenvolvendo-se parcialmente ou completamente ao longo de um elemento estrutural. As aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas. Podem aparecer trincas devida à retração plástica, por causa da movimentação térmica, retração do endurecimento, ao assentamento diferencial dos apoios, o subdimensionamento, as cargas excessivas, o ataque de sulfatos ao cimento do concreto, a corrosão das armaduras por causa do ataque de cloretos a carbonatação e a reação álcali-agregado.

2.3 RACHADURAS

Conforme Saliba e Carvalho Júnior (2019), a rachadura se trata de uma abertura significativa, proveniente de proeminente ruptura de massa, em que a espessura varia de 1,0mm a 1,5mm.

Segundo Macedo (2017), as rachaduras apresentam diferenças em relação às trincas e fissuras por terem abertura proeminente e profunda, com tamanho superior a 1 mm, podendo abrir fendas do outro lado da parede, as quais são configuradas quando a espessura da patologia alcança 1,5 mm.

2.4 CARBONATAÇÃO

De acordo com Souza e Ripper (1998), a carbonatação resulta totalmente da ação dissolvente do anidrido carbônico (CO₂), presente no ar atmosférico, sobre o cimento hidratado, com a formação do carbonato de cálcio e a natural diminuição do pH do concreto até valores inferiores a 9. Quanto maior for a concentração de CO₂ menor será o pH, de acordo com a Figura 01, ou seja, mais densa será a camada de concreto carbonatada.

A carbonatação em si, e se ficasse restrita a uma espessura inferior à da camada de cobrimento das armaduras, seria até benéfica para o concreto, pois aumentaria as suas resistências químicas e mecânicas. A questão é que, em função da concentração de CO₂ na atmosfera e da porosidade e nível de fissuração do concreto, a carbonatação pode atingir a armadura, quebrando o filme óxido que a protege, corroendo-a (SOUZA; RITTER, 1998, p. 75).

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

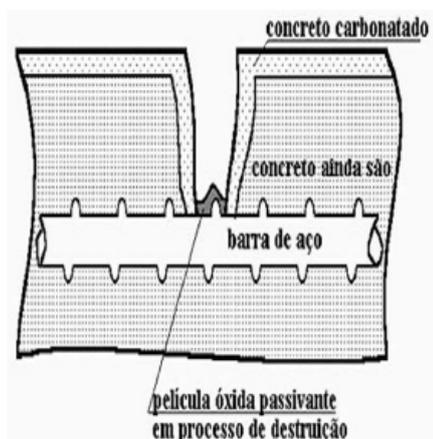


Figura 01 – Carbonatação condicionada pela fissuração

Fonte: Souza e Ripper (1998, p. 75).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se classifica como aplicada, uma vez que se pretende identificar as patologias em uma edificação situada no bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais e descrever como esses problemas deverão ser solucionados.

Esta pesquisa foi tratada de forma qualitativa por meio da interpretação dos dados colhidos na vistoria, o estudo foi uma pesquisa explicativa devido esclarecer fatores que contribuem de alguma forma, para a ocorrência de determinados fenômenos que, no caso deste estudo, são as patologias, e, o estudo foi classificado quanto aos meios de caso, uma vez que a pesquisa foi realizada em um condomínio específico, sendo o aporte metodológico adotado a fim de melhor contextualizar a edificação pesquisada.

3.1 ORGANIZAÇÃO EM ESTUDO, COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A edificação estudada se trata de um condomínio, denominado como Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel, situado à rua João Antônio Cardoso, n. 638, bairro Ouro Preto, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

O condomínio possui 8 apartamentos, sendo um por andar e tem 18 anos de construção. É registrado com o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) número 07.925.508/0001-40 e o atual síndico é o Sr. Herbert Pereira Franck. A seguir são apresentadas as características da estrutura da edificação:

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

- Tipo de uso: residencial
- Número total de pavimentos: subsolo + pilotis + 8 pavimentos
- Altura da edificação do nível da via pública até o piso do pavimento onde não há mais ocupação: 30m
- Número de pilotis: 1
- Número de pavimentos tipo: 7
- Existência de pavimento de cobertura: 1
- Número de subsolos: 1
- Existência de sobressolo e seus ambientes: 1
- Ambientes do pavimento térreo: 1 hall de entrada + 2 estacionamentos
- Número de unidades por pavimento tipo 1
- Número total de unidades: 8
- Área do terreno: frente 12,00m – comprimento 53,0m = 636,00m²
- Área total construída: 636m² + 932,64m² = 1568,64m²
- Área total da unidade tipo / cobertura: (5,80 x 20,10) = 116,58m²
- Área total das unidades: 8x116,58m² = 932,64m²
- Prédio revestido em pastilha com detalhes em granito na fachada

Inicialmente, para a coleta de dados foi confeccionada uma Carta de Autorização de Coleta de Dados. A coleta ocorreu por meio de visita técnica.

Foi efetuada a visita técnica in loco no Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel para a identificação das patologias, a qual foi efetuada no dia 16 de junho de 2021 às 11:30 horas, por todos os integrantes do grupo acompanhados pelo orientador de conteúdo, Professor Diego Rosa e com o auxílio síndico, Sr. Herbert, com o objetivo da verificação das anomalias existentes na área externa e interna da edificação, visando identificá-las, avaliá-las e, posteriormente, propor as soluções necessárias. A partir da visita técnica foram identificadas as seguintes patologias: trincas, rachaduras e carbonatação.

Para melhor visualização, compreensão e identificação das patologias detectadas na edificação em estudo, foi utilizado o software SketchUp®, que se trata de um modelador 3D.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 MAPEAMENTO, CATALOGAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE PATOLOGIAS OCORRIDAS NA EDIFICAÇÃO

As descrições a seguir demonstram o edifício, o qual foi projetado no software SketchUp® para melhor visualização e compreensão, sendo que foi efetuada ainda a identificação das patologias evidenciadas in loco no projeto.

Na Figura 02 é apresentado o projeto, o qual demonstra a fachada principal do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

Trata-se de uma edificação de uso residencial que possui oito pavimentos, sendo uma unidade por andar, um subsolo e pilotis. Possui uma cobertura, hall de entrada e dois estacionamentos. A edificação é revestida em pastilha com detalhes em granito na fachada e possui 30 metros de altura.

Figura 02 – Vista da fachada principal



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A partir do projeto apresentado na Figura 02, segue a foto da respectiva fachada principal na Figura 03, as Figuras 04 e 05, são apresentados o projeto e foto do piso com afundamento/recalque do estacionamento 1, e, as Foto 06 e 07 referem-se a um projeto e foto que demonstra o piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca, os projetos e fotos foram executadas e registradas no Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

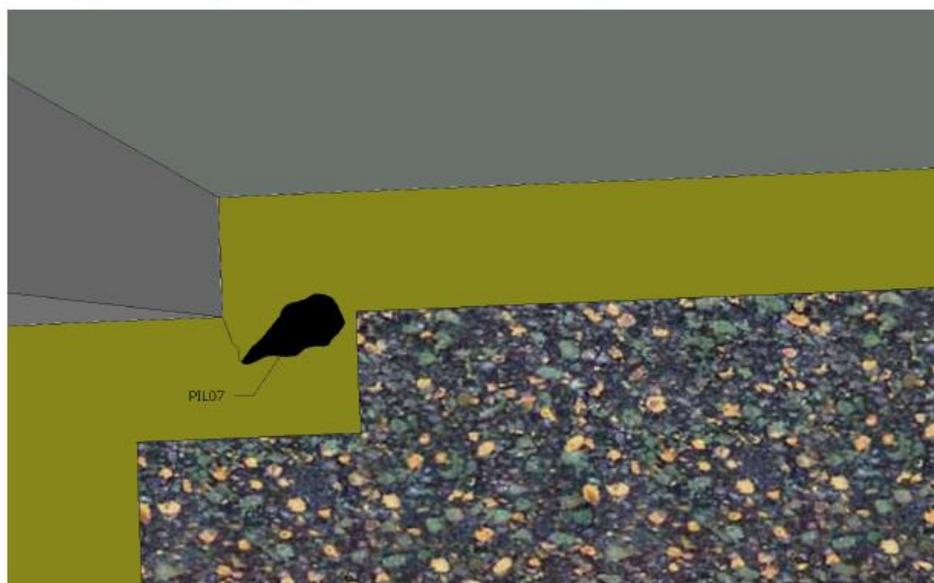
Figura 03 – Fachada principal



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na Figura 04 é apresentado o projeto, o qual demonstra o piso com afundamento/recalque localizado no pilotis do estacionamento 1 do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

Figura 04 - Projeto do piso com afundamento/recalque do estacionamento 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na Figura 05 é apresentada a foto do piso com afundamento/recalque localizado no pilotis do estacionamento 1 do Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel.

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

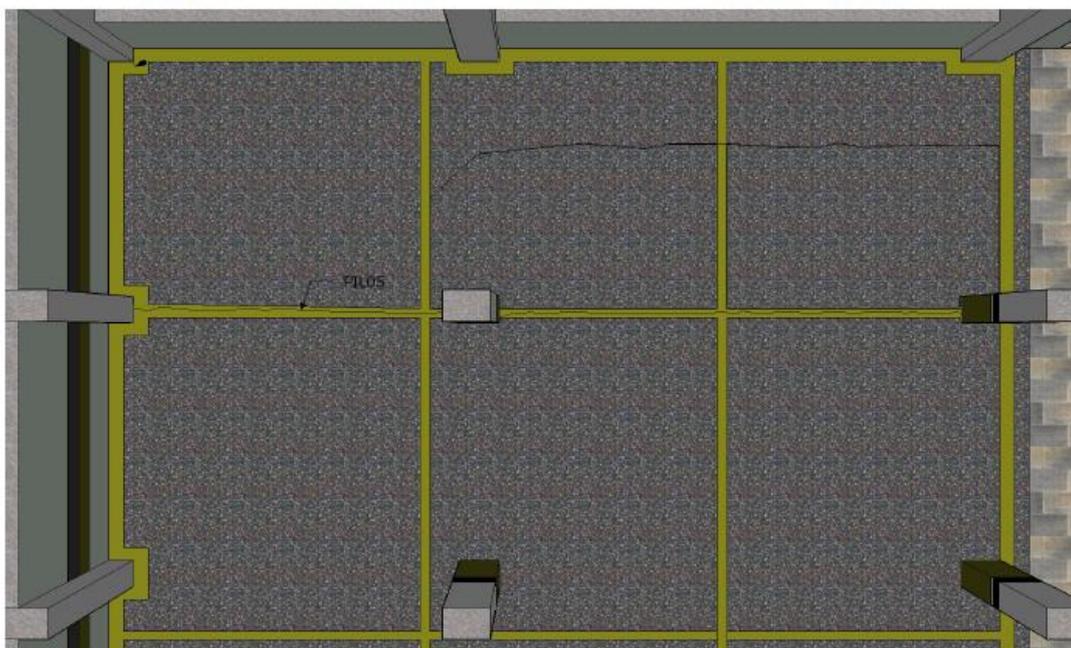
Figura 05 – Piso com afundamento/recalque no pilotis do estacionamento 1



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Figura 06 apresenta um projeto que demonstra o piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca.

Figura 06 - Projeto do piso do pilotis – estacionamento 1 com trinca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Foto 07 apresenta piso do pilotis – estacionamento 1 com afundamento/recalque. Corsini (2010) afirma que o recalque é um tipo de patologia prevista em projetos e que pode ou não gerar riscos para as pessoas.

Figura 07 - Piso do pilotis com trinca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

4.2 DESCRIÇÃO DAS POSSÍVEIS CAUSAS DAS PATOLOGIAS DETECTADAS NA EDIFICAÇÃO

Foi detectado aterro executado no estacionamento 1, sugere-se que houve uma compactação heterogênea, ou seja, não foram seguidos os procedimentos recomendados nas normas ABNT 15575/2013 a qual trata sobre o desempenho das edificações habitacionais, ocasionando o recalque do solo. Na oportunidade da visita foi medido 29,5 cm de adensamento em um ponto de acesso conforme a Figura 5. A provável causa é devido a recalques de fundação insuficiente no piso e deslocamentos.

Na Carta Diagnóstico de Gusmão (2006), é descrito que os recalques são problemas de construção de efeitos ambientais. Podem ser também devido a erros de projeto ou por excesso de cargas inesperadas. Para Silva (2019), os recalques de fundação são patologias comuns.

4.3 METÓDOS E TÉCNICAS SUGERIDOS PARA MINIMIZAR OU ERRADICAR AS PATOLOGIAS DETECTADAS NA EDIFICAÇÃO

No que diz respeito à intervenção construtiva, a NBR 16280/2014, relativa à reforma em edificações – sistema de gestão de reformas, esta estabelece que para toda intervenção construtiva dentro de um imóvel que compõe um condomínio, deve existir comunicação implícita ao síndico do local. Dependendo do porte da reforma, somente a avaliação do

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

síndico é satisfatória, mesmo que este solicite o aval de um especialista. Quanto às alterações estruturais, este aval é obrigatório. Nesse ponto vale destacar o que a norma considera como reforma.

É importante ressaltar que, segundo a NBR 5674/99 - Manutenção de edificações – Procedimento, com relação ao controle da execução dos serviços de manutenção, a referida norma, em seu item 14.1, estabelece que a execução dos serviços de manutenção de edificações exige responsabilidade técnica de empresa ou profissional habilitado e obediência às normas de segurança do trabalho (ABNT, 1999).

4.4 AFUNDAMENTO DO PISO DO ESTACIONAMENTO 1

Como solução, deve-se remover cuidadosamente o concreto afetado, refazer o piso. Deve-se reformar do piso do estacionamento¹, efetuar a retirada parcial do piso de concreto existente e efetuar a execução de aterro e compactação e, em seguida, recompor o piso de concreto.

De acordo com a NBR 6122/1996, que descreve sobre a pressão admissível em solos compressíveis, em que estabelece que a implantação de fundações em solos constituídos por areias fofas, argilas moles, siltes fofos ou moles, aterros e outros materiais só pode ser efetuada depois de cautelosa análise com embasamento em ensaios de laboratório e campo, abrangendo o cálculo de capacidade de carga (ruptura) e a análise da repercussão dos recalques sobre o comportamento da estrutura.

Segundo a NBR 7182/2016, a qual descreve sobre o solo, ensaio de compactação, deve-se estabelecer o método para a determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca de solos quando compactados, de acordo com os procedimentos especificados na referida norma.

Conforme a Parte 3 da ABNT NBR 15575/2013, a qual trata do desempenho do sistema de pisos, destinados para área de uso privativo ou de uso comum, com a inclusão dos elementos e componentes, estabelece que o piso deve resistir a cargas verticais concentradas previsíveis nas condições normais de serviço, sem apresentar ruína ou danos localizados nem deslocamentos excessivos.

4.5 TRINCAS NO PISO DE CONCRETO DO ESTACIONAMENTO 1

Como solução é importante assegurar, segundo a norma, um revestimento com dilatação térmica e expansão por reidratação. A base deve ser preparada e prevendo junta de movimentação e ter cuidado com o assentamento prematuro.

A ABNT NBR 15575/2013 ressalta acerca da impermeabilização do sistema de piso em que apresenta um conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas que tem como objetivo proteger as construções contra a ação destrutiva por fluidos, vapores e umidade.

A NBR 6118/2014 estabelece as espessuras mínimas de cobrimento da armadura de acordo com a classe de agressividade ambiental, o tipo de estrutura e o elemento estrutural.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo de caso deste trabalho teve por finalidade e objetivo principal identificar os problemas estruturais das estruturas do edifício e apresentar as principais adequações às patologias da edificação em estudo, conforme as normas técnicas vigentes. Para tanto, foram mapeadas, catalogadas e identificadas as principais patologias ocorridas na edificação e, por fim, foram propostos métodos e técnicas utilizadas que visam minimizar ou erradicar as anomalias patológicas em edificações.

Após vistoria no local para coleta de dados a situação atual da edificação, verificou-se que o modelo estrutural existente se apresenta com falhas na sua estrutura, sendo que, na estrutura de concreto armado executada foram encontrados problemas na ordem executiva, tais como falta de compactação do solo, sobrecarga não prevista no projeto estrutural inicial, falta de cobrimento mínimo nos elementos estruturais.

Em face do exposto, é possível fazer algumas recomendações como a elaboração de novo projeto estrutural de forma a atender as normas técnicas vigentes e as boas práticas da engenharia. Sugere-se ainda a contratação de especialista para análise e construção do projeto estrutural do edifício.

Visando minimizar/erradicar as patologias detectadas, sugere-se ainda identificar qual a estrutura de concreto armado existente, materiais/ferragens, recalculer a carga existente atual do edifício e elaborar novo projeto estrutural.

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

Deve-se ainda elaborar um projeto de reforço estrutural de pilares, vigas, lajes e contenção em concreto armado e, deve-se providenciar reforços nas colunas, providenciar reforços nas vigas o estrutural, providenciar reforços nas lajes e, providenciar reforços nas contenções de concreto armado, para atender o novo projeto estrutural.

As edificações têm um período de vida útil a que se designa, contudo, antes desse prazo ser atingido, o nível de desempenho já se encontra bem aquém do aceitável devido à carência de manutenção periódica. Sabe-se que a manutenção não impedirá que a edificação alcance, em determinado momento, o final da sua resistência, contudo dilatará o prazo da vida útil dela, observando sempre a ausência de patologias.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 6122**. Projeto e execução de fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 5674**. Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 6118**. Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7182/2016**. Solo - ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 15575/2013**. Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 16280/2014**. Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas. Rio de Janeiro, 2013.

LIMA, Laércio Lins de. **Patologias em revestimentos de fachada**. 51 fls. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba - UFPB/CT. João Pessoa, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13648/1/LBFM12112018.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

MACEDO, Eduardo Augusto Venâncio Britto de. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências**. 117 fls. Projeto de Graduação. Curso de Engenharia Civil. Escola Politécnica, Rio de Janeiro: UFRJ, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020899.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

ANÁLISE DE UM EDIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SUGESTÕES DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS PATOLÓGICAS E ADEQUAÇÕES PREDIAIS: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O conceito de qualidade aliado às patologias na construção civil**. 96 fls. (Projeto de Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ, Escola Politécnica. Curso de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2021.

RIPPER, Thomaz; COSTA, José Paulo. As diversas razões para o mau comportamento das estruturas. In.: CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; LIMA, Nelson Araújo. **Acidentes estruturais na construção civil**. v. 2. São Paulo: Pini, 1998. P. 13-20.

SALIBA, Geovana Chaves Lisboa; CARVALHO JÚNIOR, Antônio Neves de. **Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 Anos de Idade**. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2020/02/PE-16-Estudos-das-Manifesta%C3%A7%C3%B5es-Patol%C3%B3gicas-Encontradas-em-Edif%C3%ADcios.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

SANTOS, Silmara Silva dos. Patologia das construções. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, 7. ed. n. 007. v. 01. Julho/2014. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=patologia-das-construcoes-10111121.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2021.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Revista Técnica**, ed. 160, Julho/2010, p. 56-60. Disponível em: <<http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>>. Acesso em 25 mar. 2021.

GUSMÃO, Alexandre Duarte. **Patologia das fundações**. Gusmão Engenheiros Associados, 2006.

SILVA, Adriano de Paula e. **Curso especialização em construção civil**. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/adriano/Patologia%20das%20Construcoes.pdf>>. Acesso em 24 mar. 2021.

SILVA, Antônio João Hodayen da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais**. Disponível em: <<http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/123456789/841/1/Metodologia-da-pesquisa-cient%C3%ADfica-conceitos-gerais.pdf>>. Acesso em 8 jun. 2021.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz Ripper. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

SALIBA, Geovana Chaves Lisboa; CARVALHO JÚNIOR, Antônio Neves de. **Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 Anos de Idade**. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2020/02/PE-16-Estudos-das-Manifesta%C3%A7%C3%B5es-Patol%C3%B3gicas-Encontradas-em-Edif%C3%ADcios.pdf>>. Acesso em 2 mai. 2021.

TRIMBLE. **SketchUp**. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/pt-BR>>. Acesso em 31 ago. 2021.

ANEXO

ANEXO 1

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA COLETA E DIVULGAR DADOS E RAZÃO SOCIAL DE EMPRESAS PARTICIPANTES DE PESQUISA CIENTÍFICA

 **FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS**
PROGRAMA DE PESQUISA, PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA - PPDC
Gameleira: Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837 – Nova Gameleira
CEP 30510-120 - Tel: (31)3372-3703

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA COLETA E DIVULGAR DADOS E RAZÃO SOCIAL DE EMPRESAS PARTICIPANTES DE PESQUISA CIENTÍFICA

À/ Ao (empresa): Condomínio do Edifício Luiz Ferreira Maciel
CNPJ: 07.925.508/0001-40
Síndico: Herbet Pereira Franck
Endereço: Rua João Antônio Cardoso, n° 638, 31.390-310, Bairro Ouro Preto, Belo Horizonte – MG.

Ilmo. Sr. Síndico

Informamos a V. Sa. que os alunos estão desenvolvendo uma pesquisa em nível de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) vinculada ao Centro de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica (PPDC) da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, a saber:

Título: Análise de uma edificação, identificação e sugestões de reparação de anomalias patológicas e adequações prediais.

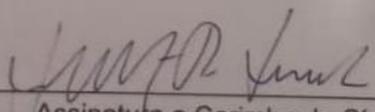
Orientador (es): Diego de Jesus Queiroz Rosa

Período: 8º período

Diante disso, os alunos supracitados solicitam autorização para a coleta de dados e citação da empresa na referida pesquisa e se comprometem a utilizar das informações coletadas, exclusivamente, para fins acadêmicos e a divulgar os resultados, prioritariamente, para vossa empresa.

Belo Horizonte, 12 de julho de 2021

Firma o presente,


Assinatura e Carimbo do Síndico