



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCAS ALMEIDA BARRETO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL
E RESIDENCIAL: UM ESTUDO DE CASO**

PAU DOS FERROS

2022

LUCAS ALMEIDA BARRETO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL
E RESIDENCIAL: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Esp. Samuel Gadelha
Guimarães - UFERSA

Coorientadora: Profa. Dra. Adla Kellen
Dionisio Sousa de Oliveira - UFERSA

PAU DOS FERROS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B273m Barreto, Lucas Almeida .
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO
COMERCIAL E RESIDENCIAL: UM ESTUDO DE CASO /
Lucas Almeida Barreto. - 2022.
43 f. : il.

Orientador: Samuel Gadelha Guimarães.
Coorientadora: Adla Kellen Dionisio Sousa de
Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. Patologia. 2. Desempenho. 3. Fissuras. 4.
Infiltração. I. Guimarães, Samuel Gadelha, orient.
II. Oliveira, Adla Kellen Dionisio Sousa de, co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUCAS ALMEIDA BARRETO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO
COMERCIAL E RESIDENCIAL: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi Árido - UFERSA,
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 08 / 06 / 2022

BANCA EXAMINADORA

**SAMUEL GADELHA
GUIMARAES:05771917303**

Assinado de forma digital por
SAMUEL GADELHA

GUIMARAES:05771917303

Dados: 2022.06.09 16:58:06 -03'00'

Prof. Esp. Samuel Gadelha Guimarães
UFERSA

Documento assinado digitalmente
 ADLA KELLEN DIONISIO SOUSA DE OLIVEIRA
Data: 10/06/2022 12:22:39-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Profa. Dra. Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira
UFERSA



Prof. Esp. Jesse Wille Gondim Pinto
CISNE – Faculdade Tecnológica de Quixadá

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido sabedoria, paciência e ânimo durante a minha jornada acadêmica e realização desse trabalho, como também ter colocado pessoas especiais em minha vida, que contribuíram significativamente para a concretização dessa pesquisa.

A minha mãe que é a peça principal para essa formação, como também por todo amor dado do seu jeito, apoio, incentivo e compreensão, não somente durante a trajetória acadêmica, mas também em toda a minha vida.

Agradeço ao orientador Samuel Gadelha Guimarães e coorientadora Adla Kellen Dionisio Sousa de Oliveira pela paciência, atenção e auxílio no desenvolvimento dessa pesquisa, assim como seu conhecimento repassado que contribui na formação acadêmica.

Agradeço também aos amigos e companheiros Marley Franco e Davi Ferreira que desde o início passamos por “perrengues” juntos, mas sempre conseguimos ir mais longe, sendo eles peças fundamentais nessa formação acadêmica.

A todos alunos da turma 2016.2 que em vários momentos dedicamos noites de estudos para fazer trabalhos, repassar conhecimento ou contribuiu de alguma forma. Em especial Murilo Feitosa, Pedro Ivan, Thiago Casemiro, Guilherme Freitas, Pablo e Renato de Né. Assim como quero agradecer a Gilmara Rodrigues por todo apoio durante a graduação.

RESUMO

Os problemas patológicos nas edificações se apresentam durante a fase de construção, ou são adquiridas durante toda a vida útil do imóvel, vindo a modificar o desempenho esperado da edificação. As manifestações patológicas apresentadas podem ser diversos, porém os mais comuns são as fissuras e infiltrações, que podem iniciar já nas primeiras etapas desde o planejamento, na elaboração do projeto, na execução do edifício ou durante toda sua vida útil. Nesse contexto, este trabalho analisou as manifestações patológicas em um imóvel residencial e comercial na cidade de Pau dos Ferros-RN. Por meio de inspeção visual, foram identificadas diversas manifestações patológicas e, posteriormente, foram indicadas soluções técnicas para reduzir ou mesmo eliminar os problemas causados. Durante as vistorias, descobriu-se que o edifício apresentava muitas manifestações relacionadas à umidade, sendo comum na escada proveniente de águas pluviais, enquanto as fissuras nas estruturas de concreto têm origem devido à corrosão das armaduras, sendo necessário solucionar os problemas para aumentar a durabilidade da edificação.

Palavras-chave: Patologia. Desempenho. Fissuras. Infiltração.

ABSTRACT

Pathological problems in buildings appear during the construction phase, or are acquired throughout the lifespan of the property, changing the expected performance of the building. The pathological manifestations presented can be diverse, but the most common are cracks and infiltrations, which can start in the first stages of planning, project preparation, execution of the edification or throughout its service life. In this context, this paper analyzed the pathological manifestations in a residential and commercial property in the city of Pau dos Ferros RN. Through visual evaluation, several pathological manifestations were identified and, later, technical solutions were indicated to reduce or even eliminate the problems caused. During the inspections, it was discovered that the building had many manifestations related to humidity, being common in the stairs area coming from rainwater, while the cracks in the concrete structures originate due to the corrosion of the steel reinforcements, being necessary to solve the problems to increase the durability of the edification.

Keywords: Pathology. Performance. Cracks. Infiltration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Origem dos problemas patológicos com relação às fases de produção e uso das obras civis.....	17
Figura 2: Presença de manchas na parede	19
Figura 3: Presença de bolor ou mofo na parede	19
Figura 4: Presença de eflorescência na parede	20
Figura 5: Processo de corrosão em estruturas de concreto armado	21
Figura 6: Deslocamento do cobrimento de concreto ocasionado pelo efeito da carbonatação do concreto	29
Figura 7: Fluxograma da metodologia de trabalho.....	31
Figura 8: mapa do RN e a localização Pau dos ferros	31
Figura 9: Mapa de Pau dos ferros, escala 1:150	32
Figura 10: Edifício a ser estudado	32
Figura 11: Fluxograma do método utilizado na investigação.....	33
Figura 12: Vigas no 2 andar	34
Figura 13: Viga na fachada frontal	34
Figura 14: Pilar da garagem.....	35
Figura 15 Fissura pilar da garagem	35
Figura 16: Infiltração na escada 1º andar	36
Figura 17: Infiltração na escada parede do térreo.....	36
Figura 18: Infiltração na escada 2º andar	36
Figura 19: Fissura na parte externa da escada	36
Figura 20: Fissura inclinada no peitoril da janela	37
Figura 21: Fissura 2mm inclinada no peitoril da janela	37
Figura 22: Mofo/ fungos alvenaria externa	38
Figura 23: Manchas na pintura externa	38
Figura 24 Descascamento da pintura.....	38
Figura 25: Fissura horizontal no revestimento da laje.....	39
Figura 26: Fissura horizontal no revestimento da laje.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fontes de umidade em uma edificação.....	18
Quadro 2 fissuras, trincas e rachaduras	22
Quadro 3 Classificação de fissura, trinca, rachadura.....	22
Quadro 4 Classificação fissuras NBR 6118	22
Quadro 5 Fissuras por assentamento plástico em estruturas de concreto.....	23
Quadro 6 Fissuras por retração plástica em estruturas de concreto.....	23
Quadro 7 Fissuras por retração térmica em estruturas de concreto.....	24
Quadro 8 Fissuras por corrosão da armadura	24
Quadro 9 Fissuras provocadas por Sobrecarga.....	25
Quadro 10 Fissuras causadas por variações de temperatura.....	26
Quadro 11 Fissuras causadas por retração e expansão	26
Quadro 12 Fissuras causadas por deformação de elementos de estrutura de concreto armado.	27
Quadro 13 Fissuras causadas por recalque de fundações	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
3	REVISÃO TEÓRICA	14
3.1	CONCEITO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES	14
3.1.1	Vida útil da edificação e durabilidade	15
3.1.2	Desempenho	15
3.1.3	Manutenção.	16
3.2	PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES	16
3.2.1	Origem	16
3.2.2	Tipos de Patologias	17
3.2.2.1	Infiltração	18
3.2.2.2	Manifestações patológicas por causa da umidade.	18
3.2.2.2.1	<i>Manchas</i>	18
3.2.2.2.2	<i>Bolor ou Mofo</i>	19
3.2.2.2.3	<i>Eflorescência</i>	19
3.2.2.2.4	<i>Tratamento das manifestações patológicas relacionadas à umidade.</i>	20
3.2.2.2	Corrosão	20
3.2.2.3	Fissuras	21
3.2.2.4.	Fissuras estruturas de concreto	22
3.2.2.5	Carbonatação	29
4	METODOLOGIA	30
4.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	30
4.2	ÁREA DE ESTUDO	31
4.2	EDIFÍCIO ESTUDADO	32

5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	34
5.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS VIGAS DO EDIFÍCIO.	34
5.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PILAR DA GARAGEM.	34
5.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PINTURA E ALVENARIA.	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
7	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma prática desde o início das civilizações, sendo que o homem sempre necessitou de um abrigo ou local para se instalar, e os métodos construtivos vem sendo repassado de geração para geração. Com o passar do tempo, os avanços tecnológicos e o aumento da população nos centros urbanos, houve um aprimoramento de algumas práticas, assim agregando novos conhecimentos nesta área.

O desenvolvimento em ritmo acelerado da construção civil para atender uma demanda crescente por edificações, sejam elas laborais, industriais ou habitacionais, impulsionado pela própria modernização da sociedade, promoveu um grande salto científico e tecnológico (AMBROSIO, 2004).

Esse desenvolvimento permite que a construção civil seja reconhecida como uma das atividades mais significativas para o desenvolvimento econômico e social. Como resultado, o processo de construção de uma edificação é o seguinte: ideia inicial, viabilidade, planejamento, elaboração projeto arquitetônico, fabricação de materiais, execução e acompanhamento da obra. Durante as fases dos processos construtivo, é possível ocasionar falhas nas etapas de construção, gerando vícios e problemas patológicos construtivos. O planejamento adequado destes processos por meio do controle tecnológico e técnicas construtivas é um estímulo contínuo na engenharia civil (ZUCHETTI 2016).

O termo Patologia para Lottermann (2013) é de origem grega, é uma derivação dos termos “*pathos*”, que significa doença e “*logos*” que significa estudo, é muito utilizado em várias áreas da ciência, sendo comumente utilizado na área da saúde. Enquanto na construção civil pode ser compreendida como os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis (SILVA, 2021).

Segundo Helene (2003), os problemas patológicos apresentam manifestação externa característica a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, de modo ser possível estimar suas prováveis consequências. Esses sintomas são também chamados de lesões, defeitos ou manifestações patológicas, podendo ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de observações visuais.

A norma NBR 15575: Desempenho de Edificações Habitacionais (ABNT 2021) estabelece diretrizes para o estabelecimento de prazos de garantia com base na vida útil dos materiais, dessa forma os empreiteiros têm o dever de fornecer uma garantia legal em suas construções. Entretanto, a construção civil brasileira não costuma priorizar elementos

normativos importantes, como o cumprimento de projetos, acompanhamento técnico e controle de qualidade (FONSECA, 2011).

Apesar disso, em qualquer tipo de construção é necessário cuidados e acompanhamentos adequados para que seja garantida sua qualidade e segurança durante toda sua vida útil. Segundo Souza e Ripper (1998), as estruturas não são eternas e ao passar do tempo se deterioram, o que pode levar a não atingir a sua vida útil; então, é imprescindível que sejam conhecidas as manifestações patológicas e que sejam submetidas às manutenções preventivas e/ou corretiva.

A finalidade principal deste trabalho ocorre através da caracterização das manifestações patológicas e amostra dos problemas mais comuns nas edificações. Para isso, foram analisadas as causas e possíveis intervenções, com o objetivo de alertar os engenheiros civis, abordando as causas e defeitos da falta de planejamento e concepção adequada nas elaborações dos projetos. (MARCELLI, 2007).

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as manifestações patológicas presentes em uma edificação residencial e comercial.

• ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar levantamento das principais manifestações patológicas encontradas.
- ✓ Identificar o comportamento, o tipo e origem das manifestações patológicas no imóvel.
- ✓ Propor soluções mitigadoras para as principais manifestações patológicas encontradas.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Conceito de patologia das construções

Na compreensão das patologias, conforme Miranda Junior (2018), é fundamental realizar consulta da manifestação de uma patologia na construção civil, conhecer a sua origem e as possíveis formas de evitá-la, pois grande parte desses problemas podem ser diminuídos quando se toma determinados cuidados.

A relevância do estudo de patologias na construção civil, principalmente no que se refere aos sistemas prediais, está na possibilidade de se tomar precauções e prevenções, principalmente se essas patologias forem causadas por erros no processo de criação dos projetos arquitetônicos (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

De acordo com Bolina (2017), a manifestação de uma patologia é tudo aquilo que pode se observar e caracterizar-se como um problema, como por exemplo: fissuras, deformações, trincas, manchas e mudanças de coloração nas superfícies e podem ocorrer devido a inúmeros fatores e partir de diversas fontes ao longo da vida útil da edificação. Segundo Carvalho Junior (2018), essas manifestações acontecem devido à falta de estudo das normas, pela má qualidade dos materiais empregados durante a execução da obra afetando a sua durabilidade ou pela negligência dos profissionais, e enfatiza as falhas no projeto, falhas durante a fabricação, instalação, execução, montagem, no uso ou na manutenção, causando assim, vícios ou defeitos construtivos que coloquem em evidência a saúde e segurança do imóvel ou do usuário.

Da mesma maneira, Ludovico (2016), afirma que a patologia abrange todas as fases da construção civil, que começa na elaboração do projeto, com ideias e informações da obra; posteriormente na execução, incluindo materiais e mão de obra e na utilização da edificação. A escolha inadequada dos materiais, contratação de mão de obra capacidade no setor e erros, tanto na elaboração quanto na execução, leva a uma série de problemas que aparecem nas diversas fases da vida útil da construção.

Desse modo, segundo Helene (1992), todo problema patológico é um vício oculto, no qual ocorre a partir de um mecanismo. Um exemplo é a corrosão de armaduras no concreto armado que ocorre devido à uma reação eletroquímica e que pode ser acelerada pela presença de agentes agressivos externos, do ambiente ou internos, incorporados ao concreto. Para que a corrosão se manifeste é necessário a presença de oxigênio (ar), umidade (água) e uma célula de corrosão eletroquímica, que ocorre após despassivação da armadura, deixando o aço suscetível ao processo corrosivo.

3.1.1 Vida útil da edificação e durabilidade

Durabilidade segundo Zuchetti (2016), refere-se ao intervalo de tempo durante o qual se espera que um produto desempenhe sua função pretendida. Esta é a capacidade de um edifício em desempenhar sua função por todo o tempo necessário, sob condições de uso e manutenções previamente já estabelecidas.

Ainda de acordo com Zuchetti (2016), a ideia de uma construção permanente é consequente de uma série de decisões e processos levados em consideração desde o planejamento inicial, como uma concepção estrutural adequada feito nas etapas preliminares do projeto e escolha dos materiais. Tais escolhas garantem um desempenho satisfatório da estrutura e dos materiais durante sua vida útil, sendo decisões iniciais que podem definir um sistema produtivo, com uma qualidade adequada são os mesmos que definem uma boa durabilidade da edificação.

Desse modo as edificações têm um prazo de validade de modo que a sua vida útil é um período de tempo desejado, projetado ou requerido para um determinado nível de desempenho previsto, e a durabilidade é a competência do componente, elemento, sistema ou até da construção sendo capaz de atender ao desempenho previsto durante certo período de tempo. A durabilidade de um sistema deve ser compatível com a vida útil (BORGES, 2008).

3.1.2 Desempenho

Segundo Santos Filho (2014), durante um longo período as prioridades dos projetistas eram centradas na estabilidade das edificações e, respectivamente, nos seus custos. No desenvolvimento dos projetos não eram consideradas as questões de desempenho, principalmente em projetos habitacionais. Entretanto, esse cenário tem mudado com a exigibilidade da NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais (ABNT, 2021).

Portanto, a qualidade no projeto e construção de edifícios na engenharia civil deve atender aos requisitos mínimos de habitabilidade e à duração da edificação, considerando à sua vida útil. Isso geralmente é representado por meio de normas técnicas como a NBR 15575 (ABNT, 2021). Essas condições são regulamentadas e explicam as condições que os materiais e todas as partes de construção devem atender.

A norma NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais (ABNT, 2021) determina uma vida útil mínima obrigatória para cada sistema nela contemplado, assim surgiram muitas dúvidas em relação aos parâmetros estabelecidos, pois durante as discussões públicas do Projeto da Norma, quanto à responsabilidade do construtor durante o período da

vida útil. A Norma de desempenho recomenda prazos de garantia que podem ser considerados justos para o consumidor, e são diferentes para cada sistema da edificação.

Segundo Zuchetti (2016), o conceito de desempenho revela-se uma ferramenta muito útil para os projetistas, pois ao escolher determinadas soluções, é possível prever um conceito já definido sobre a estrutura projetada, e as atuais normas técnicas e órgãos fiscalizadores estão atentos ao padrão de qualidade e níveis de desempenho mostrado nos produtos vendidos.

3.1.3 Manutenção.

Conforme Zuchetti (2016), manutenção é entendida como todas as atividades necessárias a garantir maior vida útil da edificação, assim como um desempenho estrutural e funcional melhor, só é possível com as devidas manutenções. A manutenção predial é considerada como um processo importante na construção das edificações. Tendo vista sua contribuição para prevenção no surgimento das manifestações patológicas. (RIPPER; SOUZA, 1998).

Além disso, a NBR 15575 (ABNT, 2021) destaca a importância de manter a eficiência funcional de todos os elementos de uma edificação. Tendo em vista que os edifícios, estão sujeitos a muitos fatores de degradação, é tendem a degradar-se durante a sua vida útil, sendo necessário a realização de manutenções periódicas pelos condomínios ou proprietários.

Vale ainda ressaltar que, não se justifica somente o surgimento das manifestações patológicas devido à ausência de manutenções e questões de uso pelo usuário, pois o aparecimento das patologias pode ser observado por uma série de erros em todas as etapas de uma edificação, desde a baixa eficiência da estrutura como questões de agressividade do meio. Entretanto, os usuários ainda têm uma parcela de responsabilidade, devido à ausência das manutenções preventivas (ZUCHETTI 2016).

3.2 PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

3.2.1 Origem

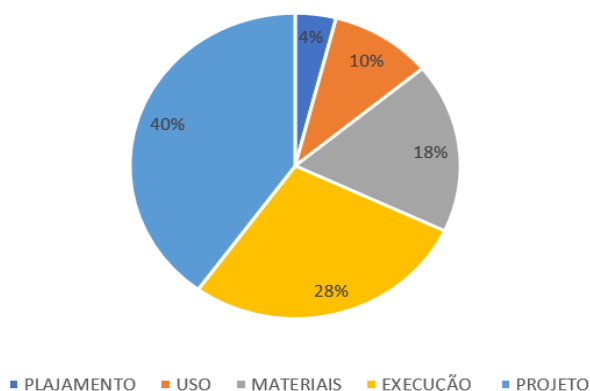
De acordo com Helene (1992), as estruturas têm prazo de validade, nenhuma é eterna, tendo em vista que com o passar dos anos vai se deteriorando. Uma vez que fica submetida a ações de agentes agressivos, como intempéries climáticas e sobrecargas, que irão produzir sua fadiga, bem como o aparecimento de problemas em seus elementos construtivos, submetendo-se a períodos constantes de manutenção. Quando o projeto de engenharia for mal elaborado, quando a construção não tem um planejamento e gerenciamento apropriado, os técnicos e

operários não forem dotados da qualificação adequada e os prazos de execução forem excessivamente curtos, a estrutura resultante será quase certamente de má qualidade e irá se deteriorar de modo prematuro, absorvendo gastos de recuperação e de reforço exagerados para ser mantida em condições de uso.

Ainda segundo Helene (2003), uma elevada porcentagem das manifestações patológicas tem origem nas etapas de planejamento e projeto, conforme mostra a Figura 1, e o aparecimento das anomalias podem ser:

- a) Congênitas, que estão ligadas aos projetos, principalmente relacionado a erros de projetos, como o não cumprimento das normas técnicas.
- b) Adquiridas, quando ocorrem durante a vida útil dos materiais, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem;
- c) Construtivas, que está diretamente relacionado à etapa de execução da edificação, tendo como exemplo o emprego de mão-de-obra desqualificada, metodologia construtiva inadequada, sendo a causa da grande maioria das patologias;
- d) Acidentais, caracterizadas por ocorrência atípica como intempéries climáticas, ocasionadas em intensidades superiores aos normais.

Figura 1: Origem dos problemas patológicos com relação às fases de produção e uso das obras civis.



Fonte: Adaptado de Helene & Figueiredo, (2003)

3.2.2 Tipos de Patologias

Para Silva (2022), as patologias podem variar de acordo com o tipo de obra, o sistema construtivo empregado, a região da obra, dentre outros aspectos. Em geral, pode-se citar como mais comuns as fissuras e a infiltração. Além disso, entre os principais problemas patológicos que podem surgir nas construções, temos também com grande frequência, a corrosão, carbonatação, desagregação e eflorescências.

3.2.2.1 Infiltração

Segundo as definições da NBR 9575: Impermeabilização (ABNT, 2010), infiltração é a penetração indesejada de fluidos nas construções. Pode apresentar-se em todos os sistemas e ocasiona diversas manifestações patológicas em uma edificação, promovendo a deterioração e degradação rápida da mesma, reduzindo consideravelmente sua vida útil (SOUZA, 2008).

Desse modo, tem-se a umidade que pode ocorrer por meio de quatro fontes principais: a umidade por capilaridade, a umidade de construção, a umidade de infiltração e a umidade de precipitação. Entretanto, pode haver outras origens, como por exemplo, as que são causadas por incompatibilidade de projetos (MACEDO, 2017).

Conforme Silva (2022), a falta de manutenção frequente como limpeza e impermeabilização de lajes de cobertura, marquises e piscinas elevadas podem ocasionar problemas graves, tendo em vista que a estrutura fica exposta à infiltração prolongada de águas pluviais e ao entupimento de drenos. Este excesso de acúmulo de água pode provocar corrosão do aço das armaduras, a deterioração do concreto por meio da dissolução de sais, degradação de revestimentos e argamassas, proliferação de mofo e outros microrganismos, surgimento de eflorescências e bolhas, levando à completa ruína da estrutura (SOUZA e RIPPER, 1998). O Quadro 1 exemplifica algumas fontes de umidade em uma edificação:

Quadro 1: Fontes de umidade em uma edificação

Origens da Umidade	Existentes
De Construção	Nas confecções do concreto e argamassas, pinturas e entre outros
De Precipitação	Coberturas, lajes de terraço e paredes
De capilaridade	Através de lençol freático e terra
De infiltração	Por meio de trincas, fissuras, redes hidráulicas e impermeabilização.

Fonte: Machado (2019)

3.2.2.2 Manifestações patológicas por causa da umidade.

As patologias que apresentam maior frequência são: infiltração, manchas, bolor ou mofo e eflorescência (MIOTTO, 2010).

3.2.2.2.1 Manchas

Segundo Maia (2018) a água é um dos principais contribuintes para de problemas de engenharia, seja direta ou indiretamente, ou seja, mesmo quando não está em seu estado natural (na forma líquida), ela continua provocando complicações na estrutura. Como por exemplo o

aparecimento de manchas está diretamente ligado a umidade, proveniente da água da chuva, vazamento e capilaridade Figura 2.

Figura 2: Presença de manchas na parede



Fonte: Maia (2018)

3.2.2.2.2 Bolor ou Mofo

Segundo Shirakawa (1995) o termo bolor ou mofo é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as argamassas inorgânicas. O desenvolvimento de fungos em revestimentos internos ou de fachadas causa alteração estética de tetos e paredes, formando manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas Figura 3.

Figura 3: Presença de bolor ou mofo na parede



Fonte: Maia (2018)

3.2.2.2.3 Eflorescência

A eflorescência “Figura 4” é causada por três fatores principais, de igual importância. São eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, fazendo com que ocorra a migração da solução até a superfície da

construção. Assim todos os três fatores devem existir e, caso algum deles não esteja presente, não haverá a formação desta patologia (SOUZA, 2008).

Figura 4: Presença de eflorescência na parede



Fonte: Maia (2018)

3.2.2.2.4 Tratamento das manifestações patológicas relacionadas à umidade.

O aparecimento de manchas, mofos, fungos e bolores nos edifícios é em grande parte consequência ou uma extensão da infiltração. Para resolver o problema, é preciso primeiro conhecer a causa e intervir, depois é necessário remover todo o revestimento da parede e aplicar impermeabilizante na alvenaria, em seguida aplicar argamassa para finalizar o acabamento e posteriormente fazer a pintura. Esse procedimento deve ser adotado tanto na parte interna como na externa (SABINO, 2016).

3.2.2.2 Corrosão

Nas estruturas de concreto armado o aço é suscetível a oxidação das armaduras, como visto na Figura 5 caracteriza uma das anomalias de maior incidência quando se fala em patologia das construções. Tal fenômeno gera danos e prejuízos econômicos para a sociedade (SILVA 2022).

Nesse sentido, a corrosão das armaduras pode ser definida como a degradação da película protetora que garante a característica inoxidável para o aço, película essa que se encontra ao redor do perímetro das barras de aço proporcionando uma camada de proteção física entre o aço e o meio externo (SOUZA e RIPPER, 1998).

Segundo Santos (2017), a corrosão das armaduras é um processo que avança da parte externa do concreto até o seu interior, havendo troca de seção de aço resistente por ferrugem. Este é o primeiro aspecto patológico da corrosão, ou seja, a diminuição de capacidade resistente

da armadura, por diminuição da área de aço. Assim, a desagregação do concreto ocorre devido ao surgimento do óxido de ferro hidratado, que para ocupar o seu espaço, exerce uma pressão sobre o material que o confina da ordem de 15 MPa, suficiente para romper o concreto (SOUZA, RIPPER, 2009).

Figura 5: Processo de corrosão em estruturas de concreto armado



Fonte: Batista (2022)

3.2.2.3 Fissuras

De acordo com HOLANDA JR (2008, apud ZANZARINI, 2018), as fissuras são causadas pelo baixo desempenho das alvenarias, podendo impactar na estética, na durabilidade e nas características gerais da estrutura. A formação das fissuras em alvenarias, como também nas estruturas de concreto armado deve-se as tensões solicitantes, quando estas são superiores a capacidade de resistência do material. Neste contexto, a fissura aparece como forma de aliviar as tensões.

A fissura é o primeiro estágio de uma possível patologia mais grave, pois toda trinca ou rachadura em algum momento foi uma fissura mesmo que momentaneamente. No entanto, atualmente o termo "fissuras" é utilizado para se referir tanto às fissuras como às trincas e rachaduras, pois o que muda é apenas a sua escala de tamanho, como visto no Quadro 2. Desse modo, elas são aberturas em forma de linhas que surgem nas superfícies das estruturas e podem ser classificadas em três tipos principais pela dimensão e profundidade, de acordo com o que mostra Quadro 3 (VITÓRIO, 2003).

Quadro 2 Fissuras, trincas e rachaduras

Fissura	TRINCA	Rachadura
		

Fonte: RB engenharia

Quadro 3 Classificação de fissura, trinca, rachadura

Abertura	Dimensões (mm)	Profundidade
Fissura	0 – 0,5 mm	Superficial
Trinca	0,5 – 1 mm	Superficial
Rachadura	1 – 1,5 mm	Toda seção do elemento

Fonte: Vitório (2003)

No entanto a NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto (ABNT, 2014) classifica fissuras de acordo com a espessura e o meio que estão inseridas, sendo agressivo se na superfície do concreto armado ultrapassar os limites do Quadro 4.

Quadro 4 Classificação fissuras NBR 6118

Meio	Dimensões (mm)
Para peças expostas em meio agressivo muito forte (CAA IV)	0,2
Para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (CAA II e III)	0,3
Para peças expostas em meio agressivo fraco (CAA I)	0,4

Fonte: NBR 6118 (2014)

3.2.2.4. Fissuras estruturas de concreto

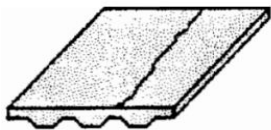
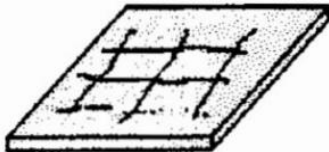
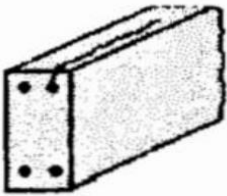
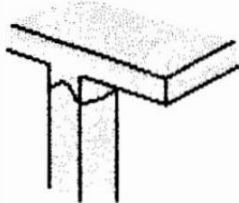
Para Silva (2022) embora a ocorrência de trincas e fissuras seja uma característica inevitável do concreto, que pode ocorrer durante a fase de concretagem e no estado final, elas podem ser causadas por falhas de projetos ou erros executivos.

Ainda de acordo com Silva (2022) as fissuras ativas são aquelas que sofrem variações em suas dimensões ao longo do tempo devido à ação de seus agentes causadores, por outro lado, as fissuras passivas são aquelas que se encontram estabilizadas, não apresentando variações em sua espessura ou comprimento.

O Quadro 5 apresenta os principais tipos de fissuras causadas por assentamento plástico em estruturas de concreto armado, que ocorrem quando o concreto é adensado e as partículas sólidas sedimentam devido à gravidade. Com isso, água e ar se deslocam para a superfície

(exsudação) em excesso, causando redução do volume em estado plástico. Quando armaduras, agregados ou a fôrma impedem a homogeneidade, ocorre a fissuração (SILVA, 1996):

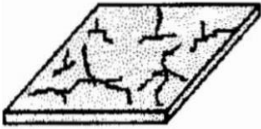
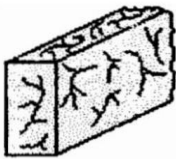
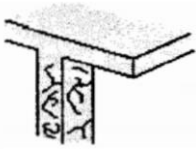
Quadro 5 Fissuras por assentamento plástico em estruturas de concreto

Assentamento Plástico	Fissuras por assentamento plástico em estruturas
Fissuras na face superior, na região de menor espessura da laje 	Fissuras na face superior da laje 
Fissuras na face superior da viga 	Fissuras no topo do pilar 

Fonte: Adaptado de Silva (1996)

No Quadro 6, tem-se a representação dos principais tipos de fissuras por retração plástica (dessecação superficial), que ocorrem devido à evaporação excessiva de água na superfície do concreto ou absorção dos agregados, a qual habitualmente ocorre em lajes (SILVA, 1996):

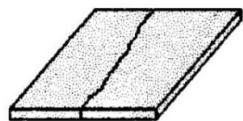
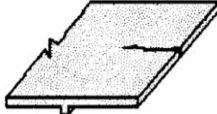
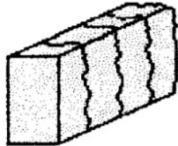
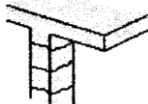
Quadro 6 Fissuras por retração plástica em estruturas de concreto

Dessecação superficial	Fissuras por dessecação superficial em estruturas
Fissuras na face superior da laje 	Fissuras na face superior da laje em balanço 
Fissuras na face superior da viga 	Fissuras na face do pilar 

Fonte: Adaptado de Silva (1996)

O Quadro 7 exemplifica as fissuras decorrentes de retração térmica, causadas pelas variações de temperatura, onde as tensões resultantes se tornam maiores que a tensão máxima admissível à tração do concreto. Ocorre principalmente em grandes lajes e em elementos sem execução de juntas de dilatação (SILVA, 1996):

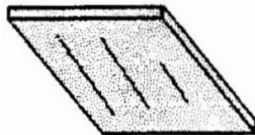
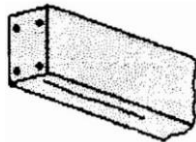
Quadro 7 Fissuras por retração térmica em estruturas de concreto

Térmicas	Fissuras por retração térmica em estruturas
Fissuras na face superior da laje 	Fissuras na face superior da laje em balanço 
Fissuras na transversal ao vão da viga 	Fissuras na transversal ao eixo principal de pilares 

Fonte: Adaptado de Silva (1996)

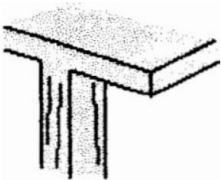
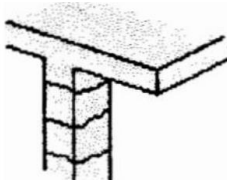
Ainda se tem o Quadro 8 no qual mostra as fissuras causadas por corrosão da armadura que quando há penetração de agentes agressivos no concreto armado, ocorre a formação de óxidos de ferro que ocupam um volume de cerca de três a dez vezes superior ao volume original do aço. Com isso, as tensões originadas ultrapassam a tensão admissível causando fissuras. Geralmente as fissuras causadas por corrosão acompanham a direção da armadura principal e estribos (SILVA, 1996):

Quadro 8 Fissuras por corrosão da armadura

Corrosão da armadura	Fissuras por corrosão da armadura
Fissuras na face inferior da laje 	Fissuras paralela à armadura longitudinal, na 

Fonte: Adaptado de Silva (1996)

Quadro 8: continuação Fissuras por corrosão da armadura

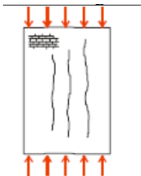
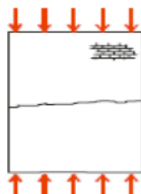
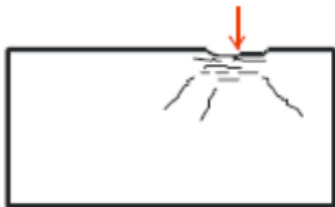
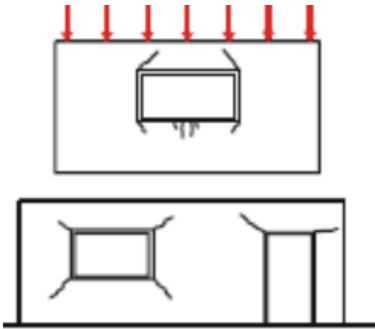
Corrosão da armadura	Fissuras por corrosão da armadura
Fissuras paralela à armadura longitudinal de pilares, em qualquer face	Fissuras na transversal ao eixo de pilares, sobre os estribos
	

Fonte: Adaptado de Silva (1996)

3.2.2.4.2 Fissuras sistemas de vedação externo e interno

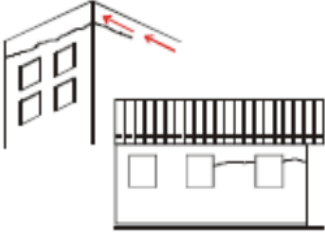
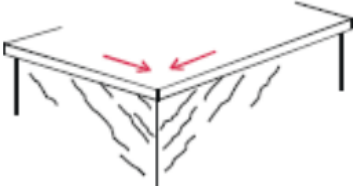
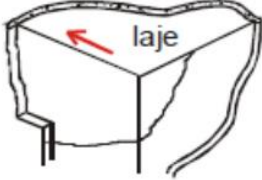
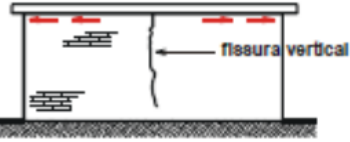
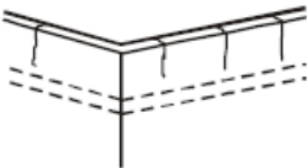
Existem ainda diversas fissuras que surgem nas vedações, que possuem características que facilitam a associação com seu agente causador (DUARTE, 1998). Os Quadros 9 a 12 a apresentam o problema e suas respectivas causas.

Quadro 9 Fissuras provocadas por Sobrecarga

Sobrecargas	Fissuras Provocadas por Sobrecarga
Fissuras verticais provocadas por sobrecargas 	Fissuras horizontais provocadas por sobrecargas 
Fissuras horizontais provocadas por sobrecargas 	Fissuras em aberturas por sobrecargas 

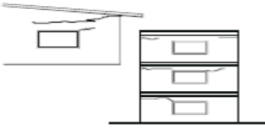
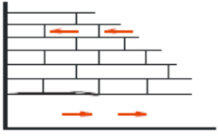
Fonte: Adaptado de Duarte (1998)

Quadro 10 Fissuras causadas por variações de temperatura

Térmicas	Fissuras causadas por variações de temperatura
Fissuras horizontais devido à movimentação térmica da laje 	Fissuras inclinadas devido à movimentação térmica da laje 
Fissuras inclinadas em paredes transversais devido à movimentação térmica da laje 	Fissuras verticais devido à movimentação térmica da laje 
Fissuras inclinadas causadas pela movimentação térmica da estrutura de concreto armado 	Fissuras de destacamento causadas pela movimentação térmica da estrutura de concreto armado 
	Fissuras verticais devido à movimentação térmica da alvenaria

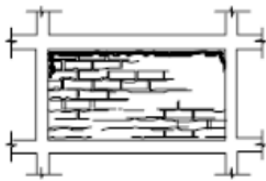
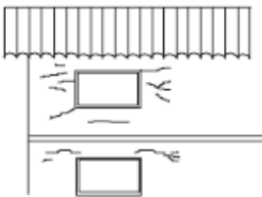
Fonte: Adaptado de Duarte (1998)

Quadro 11 Fissuras causadas por retração e expansão

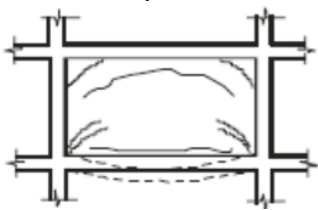
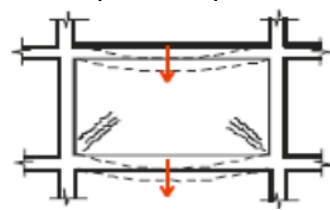
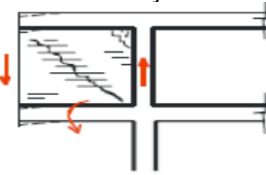
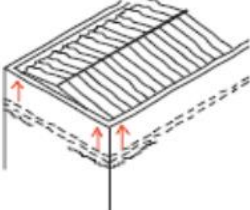
Retração/expansão	Fissuras causadas por retração e expansão
Fissuras horizontais em paredes por retração da laje 	Fissuras na base de paredes por retração da laje 

Fonte: Adaptado de Duarte (1998)

Quadro 11 continuação Fissuras causadas por retração e expansão

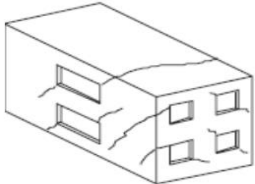
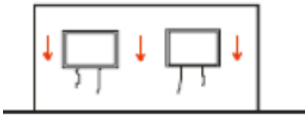
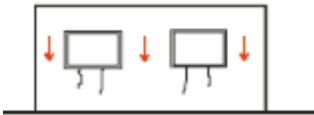
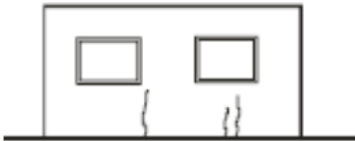
Retração/expansão	Fissuras causadas por retração e expansão
Fissuras verticais em paredes por retração da laje 	Fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração 
Fissuras por expansão da argamassa 	

Quadro 12 Fissuras causadas por deformação de elementos de estrutura de concreto armado.

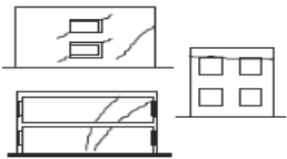
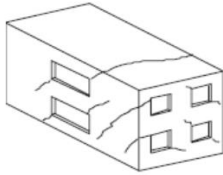
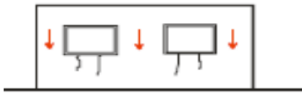
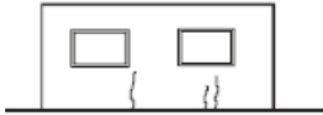
Deformações	Fissuras causadas por deformação de elementos de estrutura de concreto armado
Fissuras em paredes por deformações do apoio 	Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior 
Fissuras em paredes com abertura por deformação da estrutura 	Fissuras em paredes por deformação de balanços 
Fissuras horizontais em paredes por deformações da laje de cobertura 	Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal 

Fonte: Adaptado de Duarte (1998)

Quadro 12 continuação Fissuras causadas por deformação de elementos de estrutura de concreto armado.

Deformações	Fissuras causadas por deformação de elementos de estrutura de concreto armado
Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal 	Fissuras verticais em peitoris por flexões negativas 
Fissuras verticais em peitoris por flexões negativas 	Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações 
Fissuras inclinadas em prédios estruturados 	

Quadro 13 Fissuras causadas por recalque de fundações

Recalque Fundações	Fissuras causadas por recalque de fundações
Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal 	Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal 
Fissuras verticais em peitoris por flexões negativas 	Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações 
Fissuras inclinadas em prédios estruturados 	

Fonte: Adaptado de Duarte (1998)

3.2.2.5 Carbonatação

A carbonatação é uma manifestação patológica desencadeada por um processo físico-químico que ocorre lentamente entre os produtos alcalinos do concreto com gases ácidos. Esses produtos alcalinos são formados pelos íons de sódio (Na), potássio (K) e principalmente cálcio (Ca) que permitem a entrada de água e são provenientes da reação de hidratação do cimento. (CADORE, 2008).

De acordo com Batista (2022), o efeito da carbonatação, visto na Figura 6, nas estruturas de concreto ocorre devido a diminuição do pH que originalmente é aproximadamente 12,5 e reduz-se para valores inferiores a 8,5 causando mudanças na sua microestrutura. Tem-se que o concreto é composto por microporos e no seu interior existem moléculas de água (H_2O), hidróxido de cálcio $Ca(OH)_2$ e outros compostos. O concreto está suscetível ao efeito da carbonatação devido a fissuras e trincas, sendo que essas moléculas reagem com o dióxido de carbono CO_2 presente no ambiente e com a água formando o ácido carbônico $H_2(CO)_3$, que por ter um baixo pH e ao reagir com o hidróxido de cálcio, forma o carbonato de cálcio $CaCO_3$.

Figura 6: Desplacamento do cobrimento de concreto ocasionado pelo efeito da carbonatação do concreto



Fonte: Batista (2022)

4 METODOLOGIA

4.1 Delineamento da pesquisa

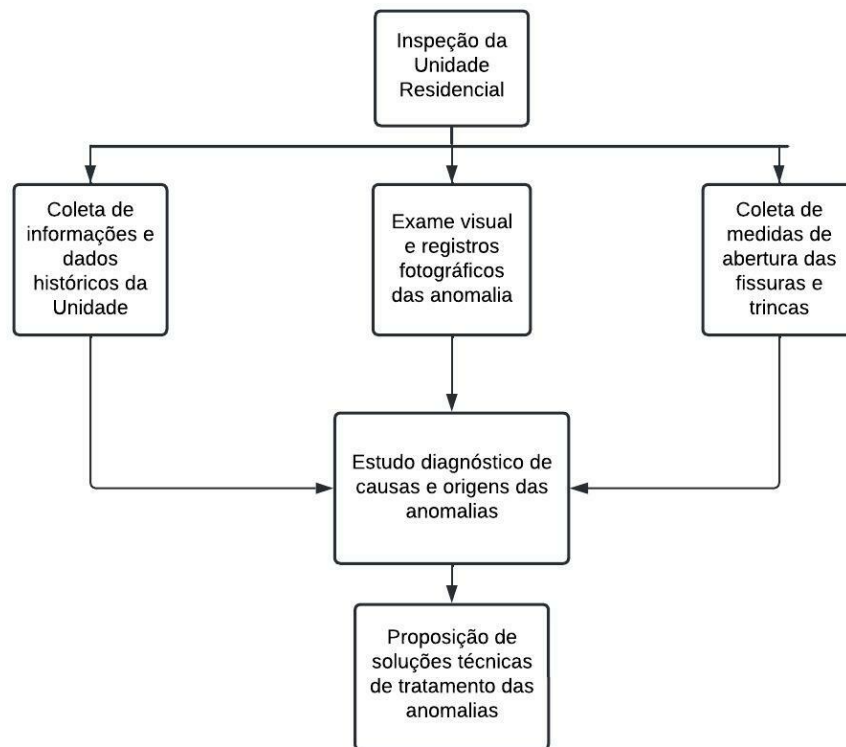
Com a finalidade de compreender e obter maior aprofundamento na pesquisa, fez-se necessário um estudo de caso, o qual se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, adquirindo conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2008). Nesse parâmetro, o estudo de caso investiga um fenômeno atual dentro de sua realidade (YIN, 2005).

A estrutura metodológica do estudo apresentou uma abordagem qualitativa, que conforme Neves (1996, p. 01) busca “a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo”, sendo direcionada ao longo do seu desenvolvimento, o que proporcionará maior contribuição para essa pesquisa.

Para o início do estudo de caso, os dados coletados durante a inspeção na unidade foram reunidos e avaliados para o desenvolvimento de um estudo diagnóstico das anomalias no sentido de definir suas prováveis causas e origens e, sobretudo a fim de orientar os proprietários do imóvel na adoção das medidas de manutenção corretiva, propondo as soluções de tratamento mais apropriadas a cada caso.

Desse modo, pode-se observar na Figura 7 um fluxograma que demonstra o delineamento da pesquisa. Primeiro foi realizado uma visita no imóvel, no qual foi possível realizar registros fotográficos, com intuito de registrar as patologias existentes, levantar as informações e evidências que o provocaram as manifestações patológicas, assim como também coletado as medidas das fissuras utilizando o fissurômetro. Em seguida, analisou-se as manifestações patológicas através da observação e dos registros fotográficos coletados. É com isso, realizou-se um diagnóstico identificando as causas e efeitos e os principais motivos de ocorrência através dos dados levantados, para elaborar hipóteses e por fim preparar possíveis intervenções.

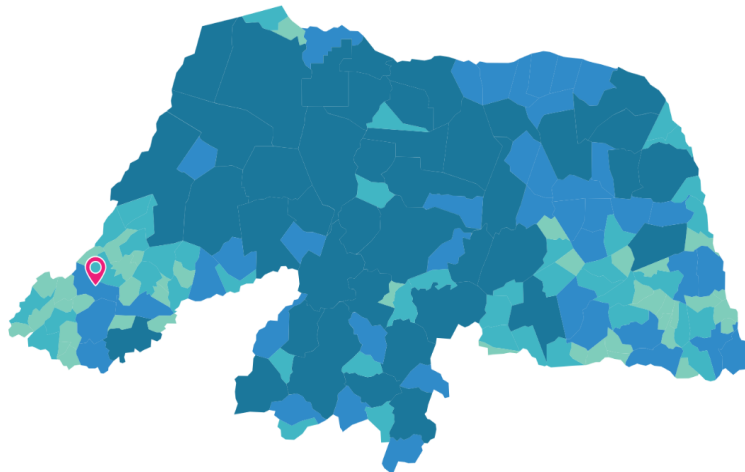
Figura 7: Fluxograma da metodologia de trabalho



Fonte: próprio autor 2022

4.2 Área de estudo

Figura 8: mapa do RN e a localização Pau dos ferros



Fonte: IBGE 2019

A edificação estudada é localizada na cidade Pau dos Ferros, situada na região Alto Oeste do estado Rio Grande do Norte. A Figura 8 mostra o estado do RN em que o ponto sinalizado é o município de Pau dos Ferros. A figura 9 mostra um mapa do município de Pau dos Ferros com a localização do empreendimento a ser estudado, indicado pela seta na cor azul

e marcado em vermelho. Assim, ocorreu visitas in loco e no qual foi possível elaborar uma análise com base nos conhecimentos adquiridos e no material científico disponível, a fim de elucidar as causas das manifestações patológicas encontradas.

Figura 9: Mapa de Pau dos ferros, escala 1:150



Fonte: Adaptado Google maps, 2022

4.2 Edifício estudado

O edifício analisado como mostrado na Figura 10 se trata de um empreendimento residencial e comercial, que é constituído de 2 pavimentos de uso misto compostos de 8 apartamentos e um térreo para uso comercial com estacionamento ao lado.

Figura 10: Edifício a ser estudado



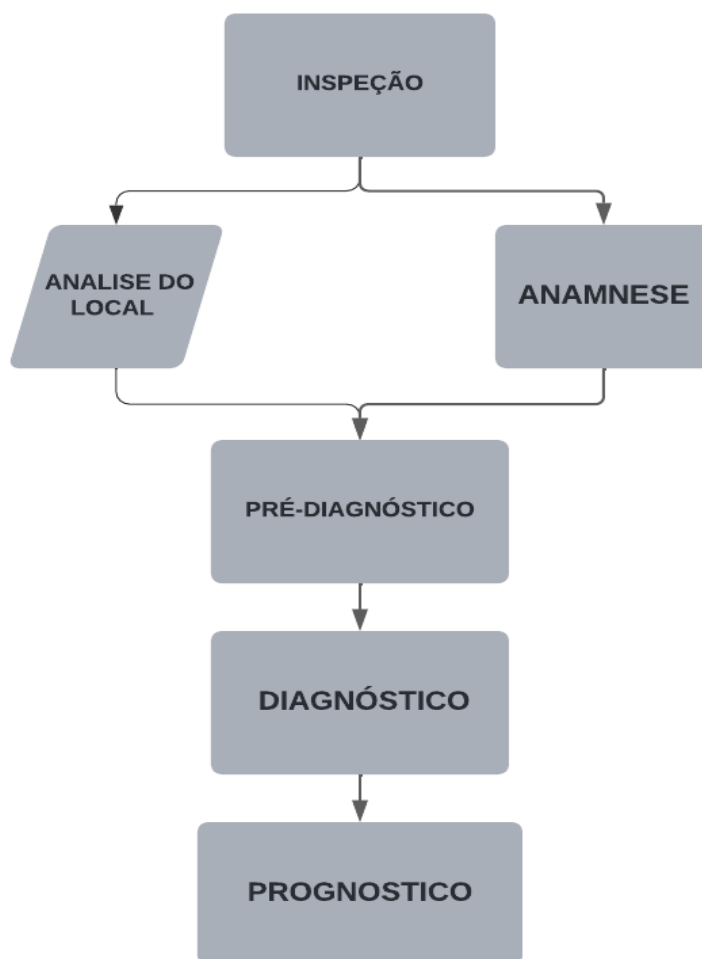
Fonte: próprio autor 2022

Foram realizadas visitas de campo periódicas na edificação com intuito de coletar dados para identificar as manifestações patológicas. Foram coletados dados a partir da avaliação do estado de degradação *in loco* e de registros fotográficos. Assim, os dados foram documentados

através de anotações e registros fotográficos, analisados e discutidos.

Dessa forma, pode-se observar na Figura 11 um fluxograma que demonstra o método investigativo, sendo iniciado pela inspeção com visita no local, análise *in loco* com registro fotográficos, anamnese onde foram coletados os dados e consulta no local, tendo assim um pré-diagnóstico e realização de um diagnóstico com as causas, mecanismo e agente causador, finalizando com o prognóstico onde foram informados o risco e a necessidade de intervenção.

Figura 11: Fluxograma do método utilizado na investigação



Fonte: autoral 2022

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Manifestações patológicas nas vigas do edifício.

Nas vigas é possível observar o aparecimento de fissuras paralelas às armaduras. O surgimento desse tipo de manifestação, como apresentado nas figuras 12 e 13 normalmente deve-se à corrosão das armaduras longitudinais. A principal causa para o surgimento desse tipo de fissura é a oxidação da armadura que pode ser provocada pelo déficit de cobrimento, a alta permeabilidade e a porosidade do concreto utilizado.

A intervenção para este tipo de manifestação patológica é a remoção da região deteriorada através de escarificação controlada com martelo; em seguida deve-se realizar a limpeza da armadura oxidada e da região interna da viga. Posteriormente realiza-se a aplicação de material anticorrosivo à base de zinco e por fim o fechamento da região com aplicação de graute (SILVA, 2021).

Figura 12: Vigas no 2 andar



Fonte: autoral 2022

Figura 13: Viga na fachada frontal



Fonte: autoral 2022

5.2 Manifestações patológicas do pilar da garagem.

O pilar das Figuras 14 e 15, mostra a presença de fissura e desagregação do concreto. Uma das causas pode estar relacionada com a oxidação da armadura, que ao expandir-se, resultou no deslocamento do concreto nas regiões deterioradas. Isso pode ter ocorrido devido ao baixo cobrimento, a alta permeabilidade e a porosidade do concreto utilizado.

A solução para este tipo de manifestação patológica é semelhante à situação anterior. Iniciando com a remoção de todo o concreto desagregado, realizar a limpeza e verificar espessura da armadura corroída e limpeza da região interna do pilar, apicoamento para melhorar

a aderência, posteriormente realizar a aplicação de material anticorrosivo à base de zinco, e por fim o fechamento da região com concreto.

Figura 14: Pilar da garagem



Fonte: autoral 2022

Figura 15 Fissura pilar da garagem



Fonte: autoral 2022

5.3 Manifestações patológicas na pintura e alvenaria.

No caso da pintura, como pode observar nas Figuras 16, a 18, ocorreu a deterioração da pintura pelo surgimento de bolhas e crateras. Para manifestações patológicas relacionadas a pintura, umas das causas é a falta ou ineficiência do sistema de impermeabilização, uma outra hipótese são as fissuras verticais na parte externa da alvenaria que possibilitaram a entrada de umidade por águas pluviais, sendo está a mais provável, como visto na Figura 19. Em alguns casos a fonte da umidade é do solo, que entra em contato com a fundação e surge por capilaridade na base da parede (SILVA, 22). Além disso, a infiltração pode ocasionar a degradação do reboco podendo ocasionar, também, o deslocamento dele.

Nos locais de umidade devem ser removidas toda a pintura e reboco das áreas que se tem umidade, aplicar selantes ou impermeabilizantes reconstituindo toda a região posteriormente. Para tratar as fissuras pode ser feita a selagem delas devido a rapidez e praticidade. Para isso, é necessário vedar a fissura, por meio da utilização de um material aderente, com capacidade de se adaptar à deformação.

Figura 16: Infiltração na escada 1º andar



Fonte: autoral 2022

Figura 17: Infiltração na escada parede do térreo



Fonte: autoral 2022

Figura 18: Infiltração na escada 2º andar



Fonte: autoral 2022

Figura 19: Fissura na parte externa da escada



Fonte: autoral 2022

Além das infiltrações, também foram observadas no peitoril das janelas, fissuras inclinadas em todas as residências com espessura 0,2mm, sendo estas fissuras tanto na parte interna e como externa do peitoril, como visto nas figuras 20 e 21. As prováveis causas das fissuras inclinadas na alvenaria ocorreram em consequência da deformação dos elementos de apoio e o recalque diferencial da fundação. As fissuras nos vértices das portas e janelas ocorreram devido à ausência ou ineficiência de vergas e contravergas para absorver as

solicitações. Vale ainda ressaltar que as fissuras comprometem a capacidade de vedação das paredes, prejudicando o isolamento térmico e acústico; facilita a infiltração de umidade e a proliferação de microrganismos e mofo; além de causar desconforto e insegurança aos usuários.

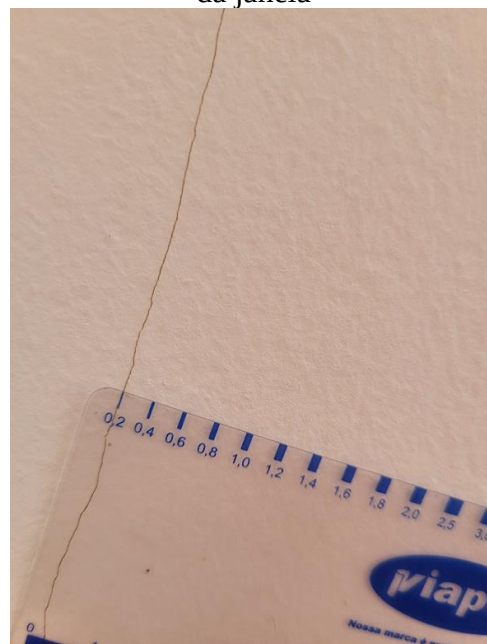
Para tratar essas fissuras pode ser feito a selagem das mesmas, por meio da utilização de um material aderente, com capacidade de se adaptar à deformação. (RIPPER E SOUZA, 1998).

Figura 20: Fissura inclinada no peitoril da janela



Fonte: autoral 2022

Figura 21: Fissura 2mm inclinada no peitoril da janela



Fonte: autoral 2022

O alto teor de umidade nas paredes proveniente das águas pluviais cria condições favoráveis para o processo de proliferação de fungos/mofo observado na Figura 22. As possíveis causas das infiltrações nas áreas externas foram devido à falta ou uso inadequado do sistema de impermeabilização das paredes externas. Vale lembrar que a proliferação de mofo pode afetar diretamente a saúde dos ocupantes do edifício, como causar doenças respiratórias.

Uma possível intervenção para remover o mofo pode ser feita com produtos específicos, por exemplo alvejante com cloro (água sanitária). Após a limpeza, é necessário raspar as superfícies afetadas e depois lavar a região para completar a limpeza. Por fim, deve-se aplicar um impermeabilizante, a massa corrida e a tinta.

Figura 22: Mofo/ fungos alvenaria externa

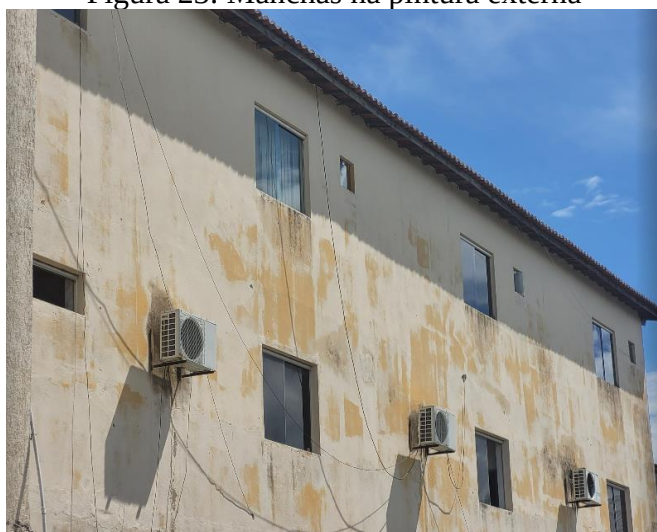


Fonte: autoral 2022

O descascamento da pintura nas Figuras 23 e 24, geralmente ocorre devido à degradação e fissuras por perda de adesão do filme. A perda de adesão da tinta que provoca o descascamento ocorre, principalmente, pelo fato da umidade no substrato, sob efeito do calor ambiental, mudar para o estado de vapor, pressionando o filme de tinta, que se desprende. Isso demonstra que a preparação da superfície é de grande importância.

Como ação corretiva, a pintura deve ser removida de maneira compatível com a tinta e com o substrato. A preparação da superfície e a repintura devem obedecer às recomendações citadas e às do fabricante do produto.

Figura 23: Manchas na pintura externa



Fonte: autoral 2022

Figura 24 Descascamento da pintura



Fonte: autoral 2022

Fissura horizontal na laje da fachada frontal, sendo possível verificar visualmente fissuras com espessuras menores próximas as vigas e maiores no meio da laje, visto nas figuras

25 e 26. Uma hipótese é o destacamento do revestimento proveniente de infiltrações. Com o tempo, estas fissuras podem reduzir a resistência do reboco, podendo ocasionar, também, o deslocamento dele.

Para irregularidades de destacamento de reboco, deve-se tratar primeiro removendo as áreas não aderentes ou desagregadas por meio da raspagem e limpeza, eliminando quaisquer vestígios de aderência existente. Depois, é realizada a aplicação de material impermeabilizante componente na argamassa (hidrófuga) para posterior recebimento de uma nova camada de reboco e acabamento (GASPAR; COLEN; BRITO; 2007).

Figura 25: Fissura horizontal no revestimento da laje



Fonte: autoral 2022

Figura 26: Fissura horizontal no revestimento da laje



Fonte: autoral 2022

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As obras na construção civil devem atender a determinados padrões de desempenho, segurança e durabilidade. Para alcançá-los, os profissionais da construção civil devem compreender e estudar as patologias, tanto para evitar/prevenir manifestações patológicas quanto para saber como corrigi-las.

Durante a revisão bibliográfica, descobriu-se que as patologias mais comuns encontradas foram infiltrações e fissuras o que correspondeu ao que foi apresentado no estudo de caso. Durante as vistorias, verificou-se que o edifício apresentava alto índice de umidade na escada e as áreas externas do prédio. As fissuras observadas são possivelmente provenientes de corrosão e deformação nas vigas. A pintura em várias regiões foi danificada e as colônias de mofo/fungos proliferaram, colocando em risco a saúde dos usuários do edifício.

Dessa forma, é importante que as possíveis soluções propostas sejam devidamente executadas, visto que as patologias devem ser corrigidas logo quando forem descobertas, seja no início da construção ou mesmo no uso dela. Isso se deve ao fato que a presença de manifestações patológicas pode reduzir a durabilidade e a vida útil das edificações. Se as fissuras não forem reparadas, elas podem crescer e causar danos à edificação em decorrência de infiltrações, proliferação de microrganismos e até mesmo desvalorização do imóvel.

Como sugestão para um trabalho futuro, pode ser realizado o levantamento de custos de reparos dos danos estruturais, com base no grau de deterioração, estabelecendo correlações entre os danos e seus respectivos custos de recuperação.

REFERÊNCIAS

- AMBROSIO, Thais da Silva. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. 128 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010. 14 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014.
- BOLINA, F. L.; TUTIKIA, B. F.; HELENE, P. R do L. **Patologia de estruturas**. 1. ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2019. 320 p. Disponível em: <https://s3-sa-east1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/patologia-de-estruturas-DEG.pdf>. Acesso em: 19 abril. 2022.
- BATISTA, Caio Cezar Pereira. **Estudo das manifestações patológicas e técnicas de reparos nas estruturas dos reservatórios elevados da Cidade de São José de Piranhas/PB**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.
- BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O Conceito de desempenho de edificações e sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CADORE, William Widmar et al. **Estudo da carbonatação da camada de cobrimento de protótipos de concreto com altos teores de adições minerais e cal hidratada**. 2008.
- CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários**. 3. ed. São Paulo, Blucher, 2018. 225 p.
- DUARTE, R. B. **Fissuras em Alvenarias**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. 1998. 45 p. Porto Alegre: CIENTEC, 1998 (Boletim técnico,25).
- FONSECA, J.B.B. et al. **Patologias geradas por vícios na construção civil**. 2011. 4f. Instituto Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011. p.1.
- GASPAR, P.; FLORES-COLEN, Inês; DE BRITO, Jorge. **Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Anomalias por Perda de Aderência em Rebocos**. Congresso Nacional de Argamassas de Construção, Lisboa, Portugal, 2007. Disponível em: Acesso em: 24 de maio de 2022.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulico-sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de**

produção do projeto. Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/55289233-Patologias-frequentes-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitarios-e-de-gas-combustivel-decorrentes-de-falhas-no-processo-de-producao-do-projeto.html>>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

LUDUVICO, T. S. **Desempenho da estanqueidade à água: interface janela e parede.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7928>. Acesso em: 29 mar. 2022.

LOTTERMANN, F. N. DA. **Patologias em Estruturas de Concreto: Estudo de Caso.** Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2013.

MAIA, Davi Moreira et al. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias do programa minha casa minha vida.** 2018.

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** 1ª ed. São Paulo: Pini, 2007.

MACEDO, E. A. V. B. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências.** 2017. 114 p. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020899.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MACHADO, K. M. **Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus-AM.** 2019. 20 p. Dissertação – Centro Universitário do Norte, [S.I], 2019. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_1_8.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

MIRANDA, J, N. G. **Alvenaria estrutural e suas patologias na construção civil.** 2018. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unic, Rondonópolis, 2018.

NEVES, José Luis. **Pesquisa qualitativa** – características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração – nº.03, v. 01. São Paulo, 2º sem/1996.

SABINO, R. **Patologias causadas por infiltrações em edificações.** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1775>. Acesso em: 29 ago. 2020.

SANTOS, Matheus Medeiros dos. **Análise quantitativa das patologias em prédios da UFERSA utilizando a metodologia GDE/UNB.** 2017.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

SILVA, Fernando Benigno da. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. 2021. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set-2011-Prof.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SILVA, Vinicius Presley Alfais. **ANÁLISE DE PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS NAS ÁREAS COMUNS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL DE MÉDIO-BAIXO PADRÃO**. 2022. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, IFG, Anápolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/884/1/TCC%202%20-%20VINICIUS%20PRESLEY%20ALFAIS%20SILVA.pdf>. Acesso em: 30 mar 2022.

SILVA, Iury Soares da. **Análise das manifestações patológicas estruturais em ponte de concreto armado sobre o rio Ceará-mirim, Extremoz-RN**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

YIN, R. K. (2005). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, RS: Bookman

VITÓRIO, J. A. P. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. 2003. 58 p. Dissertação - Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, Recife, 2003.

ZANZARINI, J. C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso**. 2016. 82 f. TCC (Curso de Engenharia Civil) – Departamento acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6879/1/CM_COECI_2016_1_15.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.