

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ANNA LUIZA BASTOS KACHUKI

**PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES DURANTE
A PÓS-OCUPAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA –
MORUMBI, DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

ANNA LUIZA BASTOS KACHUKI

**PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES DURANTE
A PÓS-OCUPAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA –
MORUMBI, DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Departamento de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Cleovir José Milani.

Coorientadora: Prof^a. Me. Patrícia Luiza Moscon Freisleben.

PATO BRANCO

2021

TERMO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC
PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES DURANTE A PÓS-OCUPAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA - MORUMBI, DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO - PR

Por

ANNA LUIZA BASTOS KACHUKI

Monografia apresentada 14, de JULHO de 2021, às 8h30min, no Campus PATO BRANCO da UTFPR, como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA CIVIL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

PROFª. Msc. ANA CLÁUDIA DAL PRA VASATA	Membro
PROF. Dr. VOLMIR SABBI	Membro
Profª. Msc. PATRICIA LUIZA MOSCON FREISLEBEN	Coorientadora
Prof. Dr. CLEOVIR JOSÉ MILANI	Orientador
PROFª. DRª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **VOLMIR SABBI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 14/07/2021, às 09:34, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **ANA CLAUDIA DAL PRA VASATA, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR-SUBSTITUTO**, em (at) 14/07/2021, às 09:35, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **ELIZANGELA MARCELO SILIPRANDI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 14/07/2021, às 09:50, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **CLEOVIR JOSE MILANI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 20/07/2021, às 08:41, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) **2134016** e o código CRC (and the CRC code) **85AE1AF8**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus pela vida.

Agradeço aos meus pais, Antônio e Celine, pelo carinho, apoio e incentivo.

Ao meu irmão, Marco Antonio, pela amizade e apoio incondicional.

Ao meu parceiro de vida, João Victor, pela paciência e suporte nos momentos em que precisei.

Aos demais amigos e familiares, que tornam meus dias melhores.

À instituição, pela oportunidade de me formar Bacharel em Engenharia Civil.

Ao meu orientador, professor Cleovir José Milani, por todos os conhecimentos transmitidos e pela disponibilidade de orientação.

À minha coorientadora, professora Patrícia Luiza Moscon Freisleben, pelo apoio imprescindível para a realização deste trabalho.

À minha professora Elizângela Marcelo Siliprandi, pelas orientações durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço à banca corretora, pelas sugestões que enriqueceram este trabalho.

“Não se conhece completamente uma ciência enquanto não se souber da sua história.”

Auguste Comte

RESUMO

KACHUKI, Anna Luiza Bastos. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES DURANTE A PÓS-OCUPAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA – MORUMBI, DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR, 2021. 64 páginas. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil – UTFPR – Pato Branco, 2021.

Manifestações patológicas são problemas comumente encontrados nas edificações em fase de pós-ocupação. A incidência dessas anomalias compromete o desempenho das edificações e ocasiona transtornos aos usuários. O entendimento das causas desses problemas é fundamental para que sejam tomadas as medidas de correção apropriadas. Neste contexto, este trabalho objetiva, por meio de um estudo de caso, apresentar uma análise da situação atual da edificação da Unidade de Saúde da Família – Morumbi, do município de Pato Branco – PR, indicando as manifestações patológicas presentes na edificação, em fase de pós-ocupação. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma vistoria no imóvel, na qual efetuou-se a inspeção visual e o registro fotográfico das manifestações patológicas encontradas. Foram identificadas oito patologias distintas, as quais referem-se a problemas de umidade, infiltrações, deterioração de materiais e fissurações. Essas anomalias são decorrentes de falhas no projeto, na execução da obra, na escolha de materiais e na manutenção da edificação. Os tipos de patologia que ocorreram com maior frequência nos ambientes da unidade de saúde foram: deterioração das portas de madeira, umidade ascensional, fissuras junto às esquadrias e fissuras verticais no centro de paredes. Além disso, as manifestações patológicas encontradas foram avaliadas de acordo com o seu grau de criticidade, sendo 78% delas classificadas como grau mínimo, 17% como grau regular e 5% como grau crítico. Destaca-se que os problemas classificados como críticos, necessitam de maior atenção, por necessitarem uma intervenção imediata.

Palavras-chaves: Manifestações patológicas. Pós-ocupação. Unidade de Saúde.

ABSTRACT

KACHUKI, Anna Luiza Bastos. MAIN PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN BUILDINGS DURING THE POST-OCCUPATION: A CASE STUDY OF THE FAMILY HEALTH UNIT – MORUMBI, OF THE MUNICIPALITY OF PATO BRANCO, BRAZIL, 2021. 64 pages. Civil Engineering Undergraduate Thesis (Bachelor's Degree) – Department of Building Construction, Federal Technological University of Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2021.

Pathological manifestations are common problems in post-occupation buildings. The incidence of these anomalies compromises the performance of buildings and causes inconvenience to users. Understanding the causes of these problems is important to taking appropriate corrective action. In this context, this work aims to present a case study with an analysis of the current situation of the building of the *Unidade de Saúde da Família – Morumbi*, in the municipality of Pato Branco – PR, indicating the pathological manifestations in the post-occupation building. To develop this study, an inspection was carried out in the property, in which a visual inspection and photographic records of the observed pathological manifestations were carried out. Eight different pathologies were identified, which refer to problems of moisture, infiltration, deterioration of materials, and cracks. These anomalies are due to flaws in the project, execution of the work, choice of materials, and maintenance of the building. The types of pathology that occurred more frequently in the building were: deterioration of wooden doors, rising damp, cracks near the frames and vertical cracks in the center of walls. In addition, the observed pathological manifestations were evaluated according to their degree of criticality, with 78% of them were classified as minimal, 17% as regular and 5% as critical. It is noteworthy that the problems classified as critical need attention, as they require immediate intervention.

Keywords: Pathological manifestations. After Occupation. Health Unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lei de Evolução de Custos.....	15
Figura 2: Origem das manifestações patológicas.....	17
Figura 3: Desempenho de uma edificação com e sem manutenção.....	21
Figura 4: Manifestações patológicas - Trincas	23
Figura 5: Configurações genéricas de fissuras em função do tipo de solicitação predominante	24
Figura 6: Manifestações patológicas provocadas pela umidade	26
Figura 7: Manifestações patológicas em revestimentos.....	27
Figura 8: Revestimentos submetidos à tensões de tração e compressão	29
Figura 9: Desgaste em um piso de concreto.....	30
Figura 10: Desagregação de uma estrutura de concreto	31
Figura 11: Corrosão da armadura no pé do pilar de concreto.....	33
Figura 12: Fissuração causadas pela corrosão das armaduras.....	34
Figura 13: Tipos de corrosão e fatores que as provocam	34
Figura 14: Fluxograma genérico para a resolução de problemas patológicos	41
Figura 15: Fachada principal da Unidade de Saúde da Família - Morumbi.....	43
Figura 16: Deterioração do batente da porta de madeira.....	45
Figura 17: Umidade ascendente nos revestimentos de parede	46
Figura 18: Infiltração pela laje de cobertura	47
Figura 19: Infiltração pela laje de cobertura próxima a rede elétrica.....	48
Figura 20: Fissuras verticais no peitoril da janela.....	49
Figura 21: Fissura em 45° na janela.....	50
Figura 22: Trinca horizontal na janela	50
Figura 23: Fissura inclinada 45° na parede	51
Figura 24: Rachadura inclinada 45° na parede	52
Figura 25: Fissura vertical no centro da parede	53
Figura 26: Trinca vertical no centro da parede.....	53
Figura 27: Trinca vertical junto ao apoio	54
Figura 28: Trinca vertical próxima ao apoio	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação das anomalias	23
Quadro 2: Ocorrência das manifestações patológicas por ambiente avaliadas em grau de criticidade	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas nos ambientes da edificação	56
Gráfico 2: Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas em relação aos níveis de criticidade	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivo específico	12
1.2	JUSTIFICATIVA	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	14
2.1.1	Origem das manifestações patológicas	16
2.1.1.1	Fase de concepção e projeto	18
2.1.1.2	Fase de execução da obra e escolha de materiais	19
2.1.1.3	Fase de utilização e manutenção	20
2.1.2	Principais manifestações patológicas	22
2.1.2.1	Fissuras	22
2.1.2.2	Infiltração, manchas, bolor e eflorescência	25
2.1.2.3	Descolamento e deslocamento de revestimentos	26
2.1.2.4	Desgaste do concreto	29
2.1.2.5	Desagregação do concreto	30
2.1.2.6	Corrosão das armaduras	33
2.2	DIAGNÓSTICO E MÉTODOS DE CORREÇÃO	35
3	METODOLOGIA	39
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	39
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO	43
4.1	APRESENTAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO DE CASO	43
4.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NA EDIFICAÇÃO	44
4.2.1	Análise das manifestações patológicas quanto à frequência e grau de criticidade	55
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria da Construção Civil vem vivenciando um acelerado crescimento nos cenários nacional e internacional, com desenvolvimento de novas tecnologias construtivas, novos produtos e materiais (SANTOS, BECKHAUSER, 2018). “As conjunturas socioeconômicas de países em desenvolvimento, como o Brasil, fizeram com que as obras fossem sendo conduzidas com velocidade cada vez maiores, com poucos rigores nos controles dos materiais e serviços” (THOMAZ, 2007). Esse desenvolvimento tecnológico do setor da construção civil acompanha uma série de problemas que são apresentados em diversas construções, como questões de durabilidade e manutenção das edificações, evidenciando a importância do estudo das manifestações patológicas e técnicas de recuperação (ANTUNES, 2010).

De acordo com Souza e Ripper (1998), o campo de engenharia, Patologia das Estruturas, é responsável pelo estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrências de falhas de sistemas de degradação de estruturas. O estudo das manifestações patológicas possibilita a identificação da origem dos problemas, afim de encontrar uma estratégia para a reabilitação estrutural (ALMEIDA, 2001). Em geral, o surgimento de manifestações patológicas nas edificações está relacionada com a ocorrência de falhas na concepção do projeto e nas etapas de execução da obra, com a utilização de materiais inadequados e com a própria utilização da edificação (SANTOS, 2014; GOMES et al., 2017; ALMEIDA, 2001).

A incidência de manifestações patológicas nas construções pode comprometer o desempenho das edificações e ocasionar transtorno aos usuários. Esses problemas, que exigem reparos, resultam na redução da vida útil da obra, na insegurança estrutural, assim como, na insatisfação do usuário (DUARTE, 1998). Assim, evidencia-se a necessidade do entendimento das causas dos problemas patológicos, para a recomendação de medidas de correção apropriadas (SILVA, 1996). Por meio da identificação e correção de possíveis falhas, é possível contribuir para o aumento da vida útil da edificação e a satisfação dos usuários (TERRA, 2001).

Nesse contexto, este trabalho objetiva, através do estudo de caso da Unidade da Saúde da Família – Morumbi, localizada no Bairro Morumbi, no município de Pato

Branco – PR, investigar e analisar as manifestações patológicas que envolvem esta edificação na fase de pós-ocupação, indicando as possíveis origens, seus mecanismos de ocorrência e nível de criticidade.

No segundo capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica sobre as principais manifestações patológicas que ocorrem em obras da construção civil, apontando as possíveis origens, diagnóstico e métodos de correção. No terceiro capítulo será explicada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa. O quarto capítulo apresentará o estudo de caso e os respectivos resultados e discussões deste estudo. E, por fim, o quinto capítulo contém a conclusão desta pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise das manifestações patológicas presentes na Unidade de Saúde da Família – Morumbi, com a finalidade de indicar as possíveis origens e o grau de criticidade das anomalias encontradas.

1.1.2 Objetivo específico

- Realizar uma vistoria na edificação da Unidade da Saúde da Família – Morumbi para identificar as manifestações patológicas mais frequentes;
- Analisar as manifestações patológicas encontradas;
- Indicar a origem e o grau de criticidade das manifestações patológicas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Apesar da grande evolução tecnológica do setor da construção civil, as edificações continuam apresentando ocorrências de manifestações patológicas de origens variadas. Esse problema afeta o desempenho das edificações e de funções básicas como a valorização estética e econômica da obra (ANTUNES, 2010). O surgimento das manifestações patológicas nas edificações está ligado a falta de procedimentos adequados e, principalmente, a falta de um sistema de controle de qualidade eficaz (RODRIGUES, 2013). Em geral, as manifestações patológicas são constatadas durante a pós-ocupação, possuindo causas variadas e complexas, ocasionando transtornos ao usuário (VASCONCELOS, 2020).

A ocorrência dessas manifestações patológicas gera um acréscimo de custos, devido a necessidade de correção das mesmas para aumentar a durabilidade e a qualidade da edificação (RAMOS et al., 2018). A execução das medidas corretivas envolve o diagnóstico, o prognóstico e o desenvolvimento de formas de intervenção (CARRARO, DIAS, 2014). O custo dessas medidas corretivas é de aproximadamente 125 vezes superior ao custo das medidas que poderiam ter sido realizadas na fase de construção (CARVALHAIS et al., 2017; HELENE, 1992).

A realização de estudos de casos auxilia na obtenção de análises mais precisas e mais confiáveis de manifestações patológicas (GOMES et al., 2017). Com isso, fica evidente a importância do estudo para a identificação das manifestações patológicas que ocorrem nas construções, visando identificar as origens, possibilitando minimizar e prevenir esses problemas que ocorrem nas construções. Nesse sentido, é possível garantir o controle de qualidade da obra, com objetivo de otimizar as construções e evitar o surgimento de manifestações patológicas futuras (GOMES et al., 2017).

A escolha do estudo de caso para esta pesquisa, realizado na Unidade de Saúde da Família – Morumbi, é justificada pela edificação ser um espaço público e de interesse social, no qual estão ocorrendo manifestações patológicas. O acesso à edificação foi autorizado pela administração da unidade e pela Secretaria de Engenharia e Obras, da Prefeitura Municipal de Pato Branco. Poucos autores pesquisam sobre as manifestações patológicas encontradas em edificações públicas na fase de pós-ocupação no município de Pato Branco, tornando assim, esta pesquisa atrativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico, abordando sobre as principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações, a origem das falhas e defeitos, o diagnóstico e a identificação dos métodos de reparação mais adequados.

2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O estudo das manifestações patológicas na construção civil, analogamente à ciência médica, pode ser entendido como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, as formas de manifestação, as origens e as causas das patologias que ocorrem nas edificações (CARRARO, DIAS, 2014). Analogamente, Carmona Filho (2009, p. 01), afirma que:

A Patologia das Construções é uma ciência [...] que estuda os diversos problemas a que as construções estão sujeitas, sejam eles decorrentes de falhas de projeto, execução, mau uso ou o envelhecimento natural das edificações.

A ocorrência de manifestações patológicas nas construções resulta na redução da durabilidade da obra, podendo afetar os parâmetros de segurança da construção e, demandando recursos monetários consideráveis para a correção desses problemas (ANDRADE, 2020). Helene (1992) destaca que é importante a realização precoce da correção desses problemas, porque o quanto antes forem executadas, terão uma correção menos complicada de executar, mais eficaz e durável, exigindo um menor investimento para garantir a segurança e estabilidade da construção.

A Figura 1, de acordo com a Lei de Sitter, ou Lei de Evolução de Custos, apresenta a evolução dos custos de manutenção da obra progressivamente, em que o crescimento dos investimentos ascende de forma geométrica de razão cinco, de acordo com a etapa em que a edificação se encontra (HELENE, 1992).

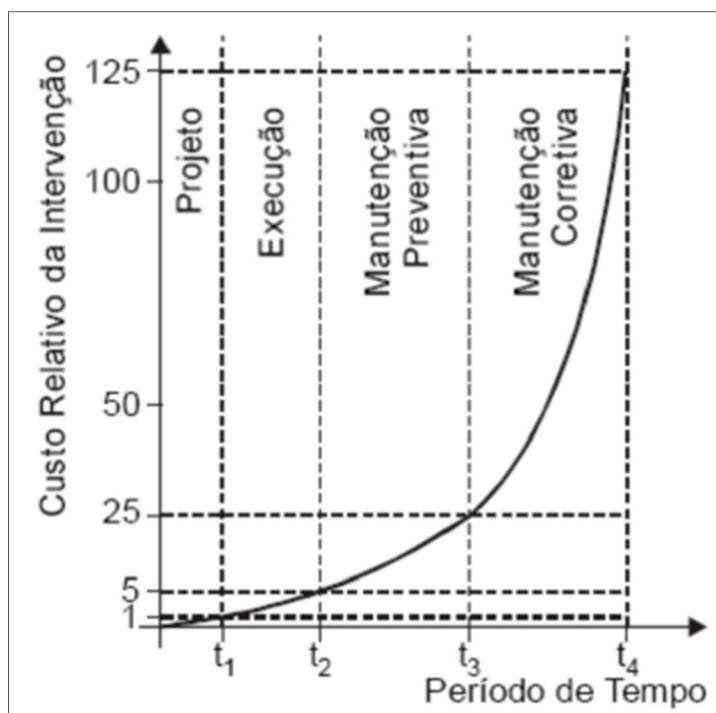


Figura 1: Lei de Evolução de Custos
 Fonte: Adaptado de Sitter (1984) apud Helene (1992).

A etapa de projeto refere-se às medidas que possuem objetivo de aumentar a segurança e durabilidade da obra, que corresponde a um custo que pode ser associado ao número um. A segunda etapa, de execução, está relacionada com as medidas tomadas durante a execução da obra ou logo após a sua finalização, com um custo cinco vezes superior ao custo da etapa anterior. A manutenção preventiva refere-se às medidas tomadas durante o período de uso e manutenção da estrutura e está associada a um custo vinte e cinco vezes superior ao da etapa de projeto. Já a manutenção corretiva, é aquela realizada após o surgimento das manifestações patológicas, que corresponde ao diagnóstico, prognóstico e proteção das estruturas, a qual apresenta um custo cento e vinte e cinco vezes superior ao custo das medidas que poderiam ser tomadas na fase de projeto, e que implicariam em um mesmo grau de segurança e durabilidade para a obra (HELENE, 1992).

No estudo das manifestações patológicas, o entendimento de desempenho, vida útil e durabilidade são fundamentais. A avaliação e análise da patologia depende do comportamento da estrutura em uso, ao tempo e às condições de exposição – relacionando-se com os conceitos de desempenho, vida útil e durabilidade (GRIEBELER, WOSNIACH, 2017).

O desempenho da edificação está relacionado com o comportamento em uso, sendo entendido como as condições mínimas de habitabilidade necessárias para a

utilização da edificação durante um período de tempo (POSSAN, DEMOLINER, 2013). Os métodos para o estabelecimento do desempenho de uma edificação são estabelecidos pela Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575:2013).

A durabilidade, de acordo com a ISO 13823:2008, é definida como a capacidade da edificação em manter um desempenho mínimo ao longo de sua vida útil, sob influência de agentes agressivos ou devido ao processo de envelhecimento natural. O conceito de durabilidade está diretamente associado à vida útil, e refere-se às características dos componentes, às condições de exposição e às condições de utilização durante a vida útil da edificação (POSSAN, DEMOLINER, 2013).

A vida útil é o período de tempo de utilização da obra até o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário (POSSAN, DEMOLINER, 2013). A NBR 15575 (2013) define vida útil como “[...] uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes”.

Os problemas decorrentes das manifestações patológicas afetam não apenas a durabilidade, vida útil e desempenho das edificações, muitas vezes afetam também no bem-estar dos moradores. É necessário realizar o tratamento dessas anomalias, entretanto, para se obter um resultado satisfatório, é preciso identificar a origem patológica (SOUZA, 2018).

2.1.1 Origem das manifestações patológicas

As manifestações patológicas podem ter origem nas diversas etapas dos processos construtivos que englobam uma construção, tais como planejamento, projeto, fabricação e escolha de materiais, execução da obra e também podem estar relacionadas com utilização da edificação, na fase de pós-ocupação (SOUZA, 2018). Para realizar a correção de uma manifestação patológica é necessário identificar a sua origem e o que causou tal problema (ANTUNES, 2020).

Pedro et al. (2002), destaca que as origens das manifestações patológicas podem ser classificadas em:

- a) **Congênitas** – são as manifestações patológicas que se originam na fase de projeto. Podem estar relacionadas com a não concordância com as Normas Técnicas, com erros ou omissões dos profissionais, resultando na falta de detalhamento e/ou concepção inadequada de projeto;
- b) **Construtivas** – são aquelas cuja origem está na fase de execução da obra. Estão relacionadas com mão-de-obra despreparada e o emprego de materiais inadequados ou não certificados;
- c) **Adquiridas** – problemas que ocorrem durante a vida útil da obra. São resultantes da exposição ao meio, podendo ser naturais ou decorrentes da ação humana;
- d) **Acidentais** – são aquelas que se originam devido a ocorrência de um fenômeno atípico, como uma solicitação incomum, recalques e incêndios.

Analogamente, Ripper (2002) classifica as origens das manifestações patológicas em quatro etapas da obra: na concepção e projeto; na escolha de materiais; na execução da obra; e na utilização da mesma. Nesse contexto, a Figura 2 apresenta a porcentagem de ocorrência das origens manifestações patológicas em cada período da obra, de acordo com o estudo apresentado por Ripper (2002).

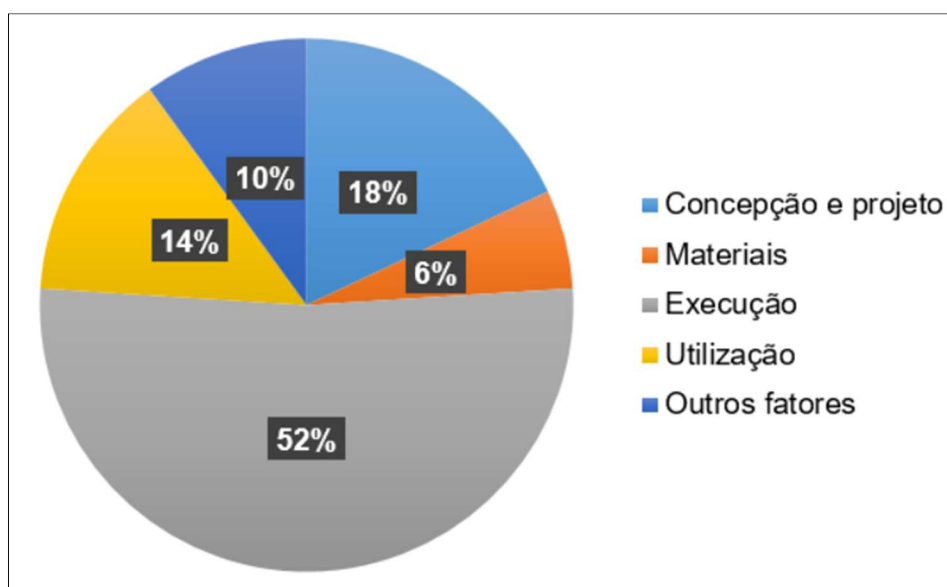


Figura 2: Origem das manifestações patológicas
Fonte: Adaptado de Ripper (2002).

2.1.1.1 Fase de concepção e projeto

Na fase de projeto, apesar de existirem programas sofisticados para o cálculo de qualquer tipo de estrutura, ainda ocorrem falhas na concepção e no dimensionamento de projetos estruturais (MARCELLI, 2007). Marcelli (2007) afirma ainda que os erros nos projetos são suscetíveis a ocorrerem, mas muitas vezes, são corrigidos a tempo, ou não são graves o suficiente para causar algum sinistro.

As manifestações patológicas podem se originar durante o estudo preliminar (lançamento da estrutura), durante a execução do anteprojeto, ou então durante a elaboração do projeto executivo. A dificuldade técnica para solucionar os problemas gerados nessa fase da obra, é proporcional à “antiguidade da falha”, ou seja, quando mais cedo a falha ocorreu, mais complexa a solução (SOUZA, RIPPER, 2009).

De acordo com Souza e Ripper (1998), as falhas originadas na fase do estudo preliminar e do anteprojeto são responsáveis pelo encarecimento do processo construtivo e por causar transtornos aos usuários da obra, enquanto as falhas geradas na fase da elaboração do projeto executivo estão relacionadas a manifestações patológicas graves diversos, como:

- a) Elementos de projetos inadequados – definição errônea das ações atuantes ou da combinação mais desfavorável, escolha inadequada do modelo analítico, deficiência no cálculo da estrutura ou na avaliação da resistência do solo;
- b) Falta de compatibilização entre os projetos;
- c) Especificação inadequada dos materiais a serem empregados;
- d) Erros ou insuficiência de detalhamento;
- e) Detalhes construtivos irrealizáveis;
- f) Falta de padronização das representações no projeto (convenções);
- g) Erros de dimensionamento.

Nesse contexto, destaca-se que a eficiência da construção e o seu desempenho durante o uso dependem diretamente do modo que foram especificados e planejados na fase de concepção e projeto. A ocorrência de projetos e especificações inadequadas é responsável pelo decréscimo da qualidade da

edificação, ocasionando o surgimento de manifestações patológicas e assim, afetando o desempenho da obra (SANTOS, BECKHAUSER, 2018).

2.1.1.2 Fase de execução da obra e escolha de materiais

Apenas após a conclusão da fase de concepção e projeto a etapa de execução deve ser iniciada. Entretanto, essa sequência lógica é raramente seguida, pois na prática, é comum serem feitas adaptações ou modificações “de grande monta” no projeto já durante a execução da obra. Assim, na maioria dos casos, isso acaba contribuindo para com a ocorrência de erros (SOUZA, RIPPER, 2009).

Após o início na construção podem ocorrer falhas de natureza variadas relacionadas a diversos fatores como, a falta de mão de obra qualificada, a falta de fiscalização e do controle de qualidade de execução, a falta de controle de qualidade dos materiais empregados e devido à irresponsabilidade técnica (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009).

A desqualificação da mão de obra, está geralmente ligada à falta de cursos de capacitação profissional. Esse problema pode ocasionar erros grosseiros, como a falta de prumo, esquadro e alinhamento, erros durante a locação da obra, desnivelamento de pisos e flechas em lajes. E também erros de difícil verificação, que apenas serão observados após algum tempo de uso (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009).

Devido à falta de fiscalização dos serviços realizados na obra, muitos erros graves passam despercebidos, como a falta de controle no traço do concreto, a falta de travamento das formas e do escoramento, erros na colocação da armadura ou na locação de elementos (BRIK et al., 2013). Assim, a fim de evitar agentes patológicos que possam causar prejuízos futuros a edificação, é necessária uma fiscalização abrangente e técnica de todo o processo construtivo (OLIVEIRA, 2013).

Outro fator importante relaciona-se com a falta de controle dos materiais utilizados, pois muitas indústrias não seguem as exigências propostas pelas Normas Técnicas, resultando em materiais de má qualidade (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009). Assim, a baixa qualidade dos materiais proporciona o surgimento de manifestações patológicas ao longo da utilização da edificação, e está relacionada com a negligência quanto as especificações de Normas Técnicas, utilização de materiais com características inferiores aos projetados ou com especificações inadequadas (SANTOS, BECKHHAUSER, 2018). Souza e Ripper (1998), afirmam

que a menor durabilidade, erros dimensionais, presença de agentes agressivos incorporados e baixa resistência mecânica são alguns exemplos de problemas que podem advir da baixa qualidade dos materiais.

É de extrema importância que exista um controle de recebimento de materiais na obra, discriminando as especificações necessárias no ato da compra e, se o material entregue em obra está realmente de acordo com essas especificações (OLIVEIRA, 2013). Portanto, a fim de garantir a qualidade dos materiais empregados, devem ser consideradas as seguintes questões (OLIVEIRA, 2013):

- a) Adquirir produtos com as especificações técnicas apropriadas;
- b) Controlar o recebimento de materiais em obras;
- c) Orientar o armazenamento e transporte dos materiais adequado;
- d) Selecionar e avaliar os fornecedores de materiais e equipamentos.

Em relação ao controle de qualidade na etapa de execução:

Na fase de execução, a manutenção preventiva é muito dependente do controle de qualidade da mão-de-obra, assim como o cumprimento das especificações de projeto. Para garantir o cumprimento de todas as prescrições referentes à execução, o controle deve abranger operações em todos dos estágios de execução. Cada um dos subsistemas das edificações precisa ter procedimentos bem definidos e consolidados para o seu controle. (OLIVEIRA, 2013, p.32).

Nesse sentido, destaca-se que a qualidade da execução da obra está relacionada com a qualidade da gestão administrativa, do recebimento dos materiais e equipamentos e, principalmente, com a execução dos serviços construtivos (SANTOS, BECKHAUSER, 2018; OLIVEIRA, 2013).

2.1.1.3 Fase de utilização e manutenção

Mesmo que as etapas de projeto e execução sejam executadas com qualidade, as estruturas podem apresentar manifestações patológicas resultantes da utilização errônea e falta manutenção adequada da edificação (MASSARDO, 2015; OLIVEIRA, 2013).

Em relação aos procedimentos inadequados durante a utilização, estes podem ser divididos em dois grupos: ações previsíveis e ações imprevisíveis ou acidentais. As ações previsíveis estão relacionadas, por exemplo, com o

carregamento excessivo devido à ausência de informações no projeto ou a inexistência do manual de utilização. Já as ações imprevisíveis estão relacionadas com alterações do meio ambiente, problemas provocados por obras vizinhas e choques acidentais, etc. (OLIVEIRA, 2013).

Outro grande problema ocorre porque a maior parte dos usuários não dão a devida importância à manutenção, fator que seria fundamental para a vida útil da edificação (OLIVEIRA, 2013). A ausência de manutenção ou a realização inadequada da mesma, origina-se no desleixo do usuário, na incompetência e falta de conhecimentos técnicos do realizador da manutenção e também por problemas financeiros (SANTOS, BECKHAUSER, 2018; OLIVEIRA, 2013).

Exemplos típicos, casos em que a manutenção periódica pode evitar problemas patológicos sérios e, em alguns casos, a própria ruína da obra, são a limpeza e a impermeabilização das lajes de cobertura, marquises, piscinas elevadas e "playgrounds", que, se não forem executadas, possibilitarão a infiltração prolongada de águas de chuva e o entupimento de ralos, fatores que, além de implicarem a deterioração da estrutura, podem levá-la à ruína por excesso de carga (acumulação de água). (OLIVEIRA, 2013, p.32).

Possan e Demoliner (2013), afirmam que a vida útil da obra está diretamente influenciada pelas atividades de manutenção e reparo e pelo ambiente de exposição. Na Figura 3, é possível observar essa influência da manutenção na vida útil e no desempenho da edificação.

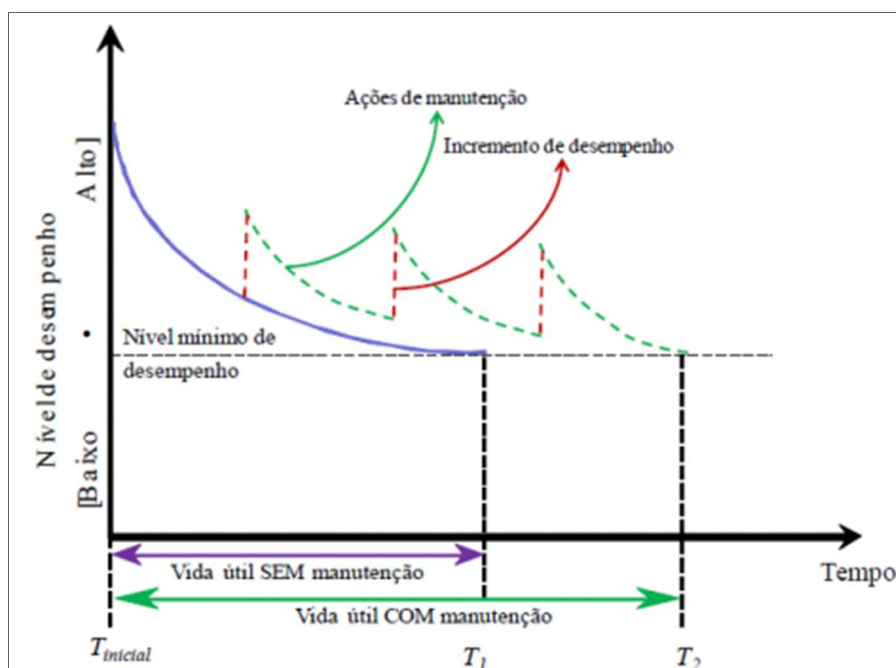


Figura 3: Desempenho de uma edificação com e sem manutenção
 Fonte: Possan e Demoliner (2013).

A Figura 3 evidencia que uma estrutura que recebe manutenção obtém um prolongamento da sua vida útil, comparando com uma estrutura que não recebe nenhum tipo de manutenção. Ainda, destaca-se que, cada ação de manutenção acarreta em um incremento no desempenho na estrutura.

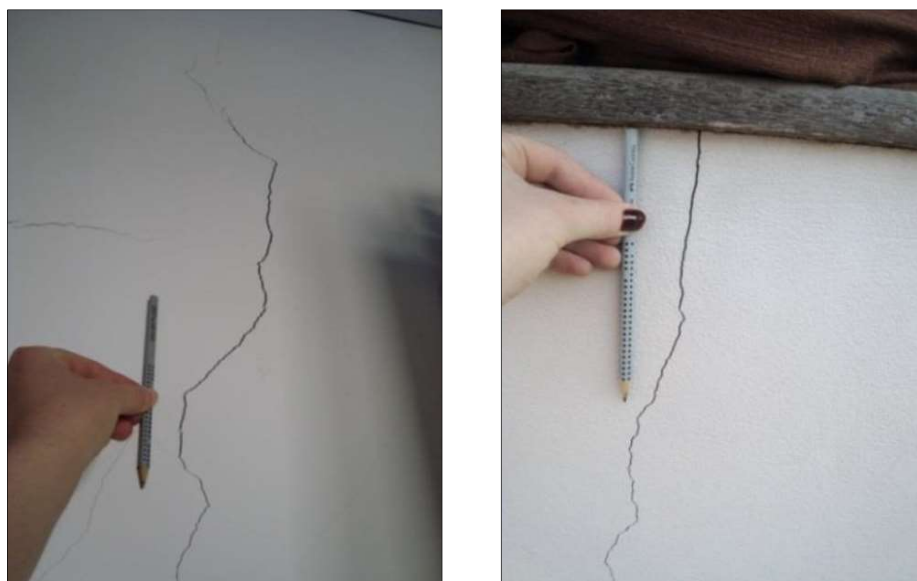
Assim, evidencia-se a importância do manual do usuário, o qual deve conter quais são atividades de manutenção necessárias e a frequência que deverão ser realizadas para garantir a vida útil e o desempenho das edificações (POSSAN, DEMOLINER, 2013).

2.1.2 Principais manifestações patológicas

Este item destina-se a apresentar as principais manifestações patológicas ocorrentes na construção civil. Serão descritas as características e fatores mais relevantes referentes a cada manifestação patológica apresentada.

2.1.2.1 Fissuras

As fissuras são manifestações patológicas que ocorrem frequentemente em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos, entre outros elementos. Esse tipo de manifestação patológica é geralmente causado por tensões dos materiais, que ao serem solicitados com um esforço maior que a sua resistência, ocorre uma abertura que pode ser classificada, de acordo com a sua espessura, como fissura, trinca, rachadura ou brecha (OLIVEIRA, 2012). Essas patologias podem ocorrer tanto em estruturas de alvenaria quanto em estruturas de concreto (CORSINI, 2010). Nas Figuras 4-a e 4-b, observa-se exemplos dessas manifestações patológicas.



(a) Trinca em parede

(b) Trinca sob esquadria

Figura 4: Manifestações patológicas - Trincas

Fonte: Ferronato e Godinho (2017).

No geral, as fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas apresentam um mesmo significado, diferenciando-se basicamente pela espessura da sua abertura (VITÓRIO, 2003). A classificação dessas manifestações patológicas de acordo com a abertura, está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação das anomalias

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012).

As fissuras podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra (CORSINI, 2010). Em geral, as fissuras apresentam-se como aberturas estreitas e alongadas, com gravidade menor e superficial. Alguns exemplos que não implicam em problemas estruturais são fissuras na pintura, na massa corrida ou no cimento queimado (LOTTERMANN, 2008). Entretanto, as fissuras podem ser o indício de um problema estrutural mais grave e podem se tornar um caso mais grave, como trincas, rachaduras, fendas e brechas (ANDRADE, 2020). Essas aberturas constituem caminhos propícios para a penetração de agentes agressivos externos

como, por exemplo, a água, podendo ocasionar o surgimento de novas manifestações patológicas como eflorescências, manchas de umidade, bolor, mofo, corrosão de armaduras e descolamento de placas cerâmicas (ANTUNES, 2010).

Oliveira (2012) destaca que as fissuras podem ser causadas por movimentação térmica, por movimentação higroscópica, por atuação de sobrecargas, por deformação excessiva de estruturas, por recalques diferenciais ou por alterações químicas.

Para identificar as causas que originam a manifestação patológica, é imprescindível observar a posição, a trajetória, a abertura e a variação com o tempo das fissuras nos elementos estruturais, possibilitando assim, um diagnóstico preciso e a determinação de um método de reparação adequado para cada caso (GARCIA, 1999). Nesse contexto, a Figura 5 apresenta a configuração genéricas das trincas nos elementos estruturais, em função do tipo de solicitação predominantemente.

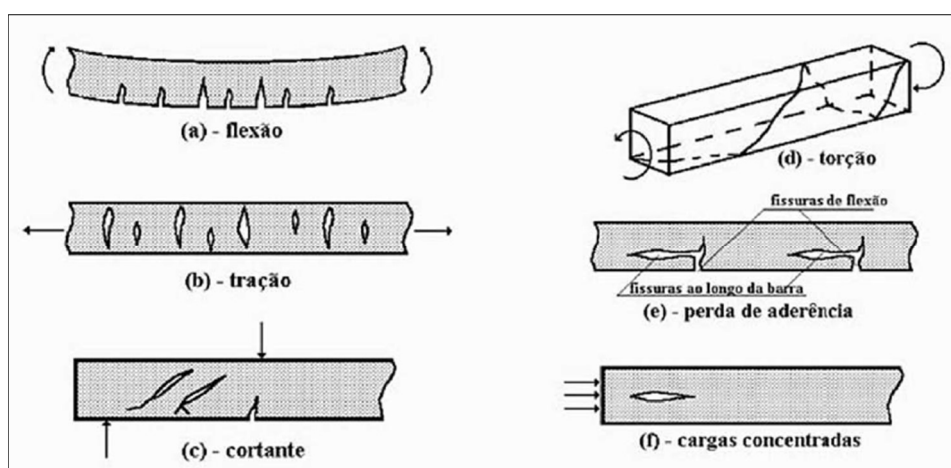


Figura 5: Configurações genéricas de fissuras em função do tipo de solicitação predominante
Fonte: Souza e Ripper (1998).

O tratamento adequado das fissuras depende da identificação da causa da fissuração, e está ligado à atividade da fissura, isto é, se ocorre ou não ocorre variação da sua espessura, e se há necessidade de executar reforços estruturais (SOUZA, RIPPER, 2009). Nesse contexto, as manifestações patológicas que se encontram em movimento são classificadas como ativas, enquanto as fissuras que se encontram estabilizadas são classificadas como passivas (GARCIA, 1999). No entanto, sejam fissuras ativas ou passivas, o tratamento desses problemas se pretenderá à criação de uma barreira que impede a entrada dos agentes agressivos que causam prejuízos na estrutura (SOUZA, RIPPER, 2009).

2.1.2.2 Infiltração, manchas, bolor e eflorescência

As manifestações patológicas de infiltração, manchas, bolor e eflorescência são frequentemente encontradas nas edificações e representam um dos maiores problemas de uma edificação durante sua vida útil. A ocorrência dessas patologias de umidade está associada a problemas como a idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas empregadas e ao nível de controle de qualidade realizado nas construções (JONOV et al., 2013). Esses problemas geram transtornos e custos elevados de intervenção (BERNHOEFT, MELHADO, 2009).

De acordo com Yazigi (2009), a infiltração é caracterizada como a penetração indesejável da água nas construções. A infiltração é resultado de uma grande quantidade de água em contato com o substrato, em que a água flui ou até mesmo goteja através desse substrato, ocasionando outras manifestações patológicas como manchas, bolor e eflorescência (ARIVABENE, 2015). Quando a água infiltrada se adere ao substrato, originam-se as manchas, nas quais podem surgir o bolor e a eflorescência (ANTUNES, 2010; LOTTERMANN, 2008).

O bolor ou mofo é definido como a colonização por diversas populações de fungos, os quais originam manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde. Esses microrganismos que geram o bolor, se proliferam em condições de clima favoráveis, em ambientes úmidos, mal ventilados e mal iluminados (ARIVABENE, 2015; JONOV et al., 2013). Para a prevenção e combate da ocorrência de bolores, é necessária a adição de fungicidas nos materiais, ou atuar no combate aos fatores que geram a sua proliferação (ANTUNES, 2010).

Já a eflorescência se caracteriza por formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas do seu interior pela umidade (ARIVABENE, 2015; GARCIA, 1999). Segundo Garcia (1999), para ocorrer a eflorescência é necessário que ocorra três condições:

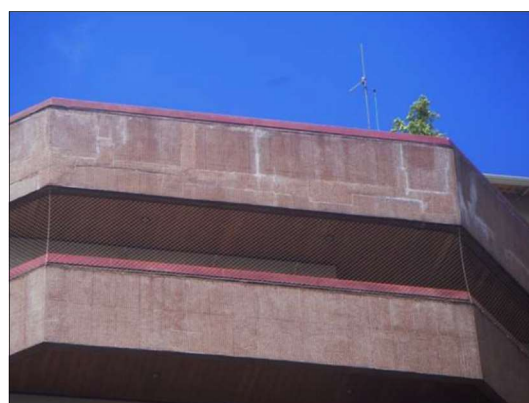
1. Existência de sais solúveis em algum material constituinte do elemento;
2. Presença de umidade, que tende a sair para o exterior por diferença de pressão e vapor;
3. Dissolução e transporte de sais até a superfície exterior do elemento, em que, ao evaporar a água, os sais dissolvidos se recristalizam-se.

Para o reparo de uma superfície com manchas de eflorescência, é necessária realizar a remoção dos depósitos nas áreas atingidas, fazendo uma lavagem da superfície. Entretanto, deve-se evitar o uso de ácido muriático, pela possibilidade de atingir os elementos estruturais e ser um elemento químico muito corrosivo (GARCIA, 1999).

As Figuras 6-a e 6-b apresentam exemplos de manifestações patológicas de bolor e eflorescência, respectivamente.



(a) Bolor ou mofo



(b) Eflorescência

Figura 6: Manifestações patológicas provocadas pela umidade

Fonte: Antunes (2010).

Por fim, Vitório (2003) afirma que a fim de evitar a ocorrência de manifestações patológicas oriundas de problemas com umidade, é importante considerar algumas questões, como: a execução de detalhes arquitetônicos e construtivos adequados para fachadas (incluindo frisos, pingadores, rufos, beirais, platibandas, juntas, esquadrias e materiais de revestimento); o conhecimento quanto as propriedade de higroscopicidade, porosidade e absorção de água dos materiais empregados; o conhecimento sobre a intensidade e duração das precipitações na região; e realizar a orientação das fachadas quanto à direção do vento.

2.1.2.3 Descolamento e deslocamento de revestimentos

As manifestações patológicas de descolamento e deslocamento de revestimentos são problemas que ocorrem com frequência nos sistemas de revestimentos. Essas ocorrências são atribuídas a uma combinação de fatores e efeitos que se acumulam até ser manifestado um dano maior (ANTUNES, 2010; SANTOS, 2017).

O descolamento é um problema que surge devido à deficiência na aderência das ligações entre as camadas que constituem o sistema de revestimento. Essa patologia ocorre ao longo do tempo, e não necessariamente haverá a queda imediata do revestimento. Inicialmente, ocorre a ruptura entre as camadas, com a formação de bolsões que se propagam e tornam o revestimento instável. Quando o descolamento se manifesta em revestimentos cerâmicos, é possível observá-lo através da percussão de um som oco ou através do afastamento físico da camada de acabamento (ANTUNES, 2010).

O deslocamento se dá pela queda do revestimento, essa falha ocorre posteriormente ao descolamento. Em revestimentos cerâmicos, o deslocamento das placas cerâmicas pode ou não ser em conjunto com a argamassa de assentamento. Em casos mais graves, o revestimento cerâmico ao se deslocar, leva consigo parte do emboço (ANTUNES, 2010).

As Figuras 7-a e 7-b apresentam exemplos de manifestações patológicas de deslocamento e descolamento, respectivamente.



(a) Deslocamento do reboco



(b) Descolamento do reboco

Figura 7: Manifestações patológicas em revestimentos

Fonte: Ferronato e Godinho (2017).

Essas manifestações patológicas de revestimentos podem ser originadas por diversos fatores, como (IOSHIMOTO, 1994):

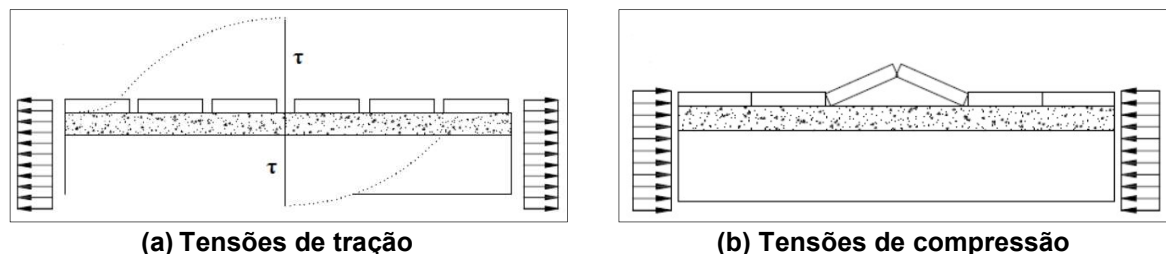
- a) Expansão do revestimento ou empolamento da argamassa;
- b) Ação de intempéries e agentes agressivos, como águas de limpeza e chuvas ácidas;
- c) Falta de aderência entre as camadas do sistema de revestimento;
- d) Deficiência do material empregado;
- e) Movimentação da estrutural.

Nesse mesmo contexto, Santos (2017) separa as causas da ocorrência do descolamento em três grupos:

1. **Causas estruturais:** fatores relacionados com a instabilidade da base de aplicação do sistema de revestimento, como a acomodação do edifício, a deformação da estrutura e esforços gerados pela utilização de materiais com propriedades diferentes. Nesse caso, as tensões provenientes da deformabilidade da base se transferem ao revestimento e, quando a resistência entre as camadas não é suficiente, ocorre o desprendimento.
2. **Devido a ações naturais:** deformações causadas por variações térmicas, variação de umidade do ar e variação volumétrica dos materiais que geram tensões e movimentações diferenciais, originando tensões que podem provocar deficiências na aderência entre as camadas do sistema de revestimento, provocando o descolamento. Outro fator que contribui para a ocorrência dessa patologia são os agentes biológicos que além de comprometerem a qualidade estética, podem alterar as propriedades dos materiais que compõe o sistema de revestimento.
3. **Falhas de projeto e execução:** a ausência e deterioração de juntas ou a proximidade de juntas, o que não permite o alívio das tensões provenientes da movimentação da base e do próprio revestimento; assentamento sobre superfície contaminada ou pulverulenta; espessura e rigidez incorreta da argamassa; deterioração dos materiais ou falta de manutenção; e falta de vedação entre as peças cerâmicas, permitindo a penetração de água.

Em geral, o descolamento do sistema de revestimento cerâmico está relacionado ao surgimento de tensões, causadas por diversos fatores (SANTOS, 2017). Quando ocorre a tensão de tração, as peças tendem a se afastar uma das

outras, abrindo as juntas e provocando cisalhamento entre as camadas (Figura 8-a). Já quando ocorre a tensão de compressão, as peças tendem a se aproximar, tendendo a flambagem da placa de revestimento (Figura 8-b).



(a) Tensões de tração

(b) Tensões de compressão

Figura 8: Revestimentos submetidos à tensões de tração e compressão

Fonte: Adaptado de Fiorito (2010) apud Santos (2017).

Para evitar a ocorrência dessas manifestações patológicas em revestimentos, Granato (2002) recomenda que a execução dos revestimentos sigam as recomendações propostas pelas Normas Técnicas e, destaca também, a importância da realização da manutenção periódica desses revestimentos.

2.1.2.4 Desgaste do concreto

As superfícies dos elementos de concreto podem sofrer desgaste, o que em geral, ocorre devido ao atrito, à abrasão, à percussão e à cavitação (MEHTA, MONTEIRO, 2008; BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009). Esse desgaste pode ocorrer devido a agentes, como a água e o ar, que carregam partículas que causam efeitos abrasivos. Também é possível ocorrer o desgaste por cavitação, que consiste na formação de pequenas cavidades (pela ação da água), que resultam em vazios, tornando a superfície irregular, riscada e cheia de cavidades (SOUZA, RIPPER, 2009).

Segundo Tejedor (2013) apud Freisleben (2017), o desgaste do concreto também pode ocorrer devido a outros motivos, como:

- a) Impermeabilização incorreta ou ruptura do material vedante;
- b) Má qualidade do concreto;
- c) A percolação de água;
- d) Contaminação de agregados;
- e) Eventual presença de microrganismos.

A Figura 9 apresenta um exemplo de desgaste em um piso de concreto.



Figura 9: Desgaste em um piso de concreto
Fonte: Husqvarna (2013) apud Freisleben (2017).

O desgaste pode ocasionar o encurtamento da vida útil do concreto quando submetido a ciclos repetidos, desencadeando outras manifestações patológicas a partir do desgaste superficial (MEHTA, MONTEIRO, 2008; HELENE, 1992). Assim, a fim de evitar a susceptibilidade do elemento de concreto ao desgaste, Mehta e Monteiro (2008) afirmam que é necessário se atentar as seguintes questões: relações baixas de água/cimento, escolha adequada da granulometria dos agregados e lançamento, adensamento e cura coerentes do concreto.

2.1.2.5 Desagregação do concreto

A desagregação é um fenômeno que ocorre frequentemente nas estruturas de concreto, o qual é causado por diversos fatores e, geralmente, ocorre em conjunto com a fissuração (apresentada no item 2.1.2.1 desse estudo) (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009). A desagregação do concreto consiste na deterioração da estrutura por separação de placas ou fatias de concreto, ocasionando a perda do monolitismo e a perda da função ligante do cimento no concreto (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009; VITÓRIO, 2003).

A Figura 10 apresenta um exemplo de desagregação em uma estrutura de concreto.



Figura 10: Desagregação de uma estrutura de concreto
Fonte: Portal Metálica Construção Civil (2017) apud Freisleben (2017).

Segundo Piancastelli (1997) apud Lottermann (2008), normalmente, a desagregação inicia-se com a alteração da coloração do concreto. Em seguida, aparecem fissuras em todas as direções do elemento, as quais se abrem rapidamente devido à expansão do ligante (pasta de cimento). Além disso, destaca que também pode ser observado um abaulamento na superfície do concreto.

Lottermann (2008) afirma que a desagregação do concreto pode ser provocada por:

- a) Ataques químicos, como o de sulfatos;
- b) Reação álcali-agregado;
- c) Águas puras, que evaporam e depois condensam;
- d) Águas com pouco teor de sais, que absorvem sais do concreto;
- e) Águas servidas em dutos e canais, que geram gás sulfídrico;
- f) Micro-organismos e fungos, através da ação direta e pelas excreções ácidas;
- g) Substâncias orgânicas;
- h) Produtos altamente alcalinos (mais raramente).

Analogamente, Brik et al. (2013) e Souza e Ripper (1998), afirmam que a desagregação se dá devido aos seguintes fatores:

- a) Fissuração;
- b) Movimentação de formas;
- c) Corrosão do concreto;
- d) Calcinação do concreto;
- e) Ataques biológicos.

Quando ocorre a movimentação de formas, através dos deslocamentos laterais, o concreto escapa pelas juntas das formas e criam-se juntas de concretagem não previstas, ocasionando, conseqüentemente, a segregação acompanhada da fissuração do concreto. Assim, ocorre a desagregação do concreto devido ao surgimento de fissuras e devido à fragilidade criada através das juntas de concretagem indevidas (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009).

A corrosão do concreto é definida como a destruição do material por meio de reações químicas ou eletroquímicas, geradas entre a pasta de cimento e alguns elementos químicos, os quais podem causar a dissolução do ligante ou formar compostos expansivos, ocasionando a desagregação do concreto (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009). Esse processo depende tanto das propriedades do meio onde o elemento de concreto se encontra, como das propriedades do próprio elemento de concreto (SOUZA, RIPPER, 2009). Souza e Ripper (1998) classificam a corrosão do concreto em três tipos: corrosão por lixiviação; corrosão química por reação iônica; e corrosão por expansão.

Qualquer processo de corrosão deve ser imediatamente interrompido ainda no seu início, pois sua continuidade, além de enfraquecer a estrutura, dará origem à fissuração, à corrosão das armaduras e à desagregação do concreto e, em estágio mais evoluído, torna economicamente impraticável a recuperação da estrutura. (SOUZA, RIPPER, 2009, p. 73).

A desagregação por calcinação ocorre através da ação do fogo nas peças de concreto. Este fenômeno é possível de observar pela alteração da cor da peça, o que implica na perda de resistência devido à temperatura atingida pelo concreto. Em geral, o concreto sofre desagregação em temperaturas superiores à 600°C, pois ocorre a expansão dos agregados, causando tensões internas que fraturam o concreto (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009).

As ações biológicas ocasionam a desagregação do concreto quando os agentes biológicos (raízes vegetais e micro-organismos) penetram no concreto,

gerando tensão internas que causam a fratura do elemento (BRIK et al., 2013; SOUZA, RIPPER, 2009).

2.1.2.6 Corrosão das armaduras

A corrosão nas armaduras de concreto é uma das manifestações patológicas mais frequentes nas edificações, e é responsável por grandes prejuízos (GRANATO, 2002; ANDRADE, 2020). Essa patologia é definida como um fenômeno de natureza eletroquímica, o qual pode ser acelerado pelo contato com agentes agressivos internos (que podem ser incorporados ao concreto durante o amassamento) ou agentes agressivos externos (de ambientes agressivos). Para que ocorra a corrosão das armaduras, é necessária a presença de oxigênio, umidade e que ocorra a despassivação da armadura (HELENE, 1992).

A Figura 11 apresenta um exemplo de corrosão das armaduras do concreto.



Figura 11: Corrosão da armadura no pé do pilar de concreto
Fonte: Garcia (1999).

A porosidade do concreto, a existência de trincas e a deficiência no cobrimento do concreto fazem que a sua armadura seja atingida pelos agentes agressivos, ocasionando a oxidação. Assim, ocorre a expansão do concreto e o expelimento do cobrimento, gerando a exposição da armadura à ação agressiva do meio. Esse fenômeno pode ocasionar a total destruição da armação (Figura 12) (VITÓRIO, 2003; GARCIA, 1999).

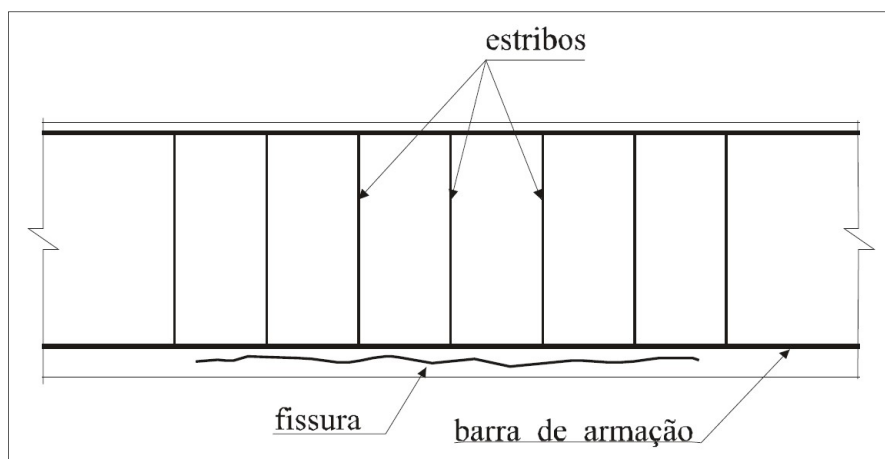


Figura 12: Fissuração causadas pela corrosão das armaduras
Fonte: Vitória (2003).

Segundo Helene e Figueiredo (1994) apud Garcia (1999), a armadura do concreto é protegida devido à alta alcalinidade do concreto que a envolve. Esta proteção é denominada de passivação do aço. O concreto pode perder essa alcalinidade através de duas possibilidades: quando fica sob a ação do ácido carbônico ou quando fica submetido à presença de íons de cloreto. Nessas situações, a película com função passivadora se rompe, causando a despassivação do aço e tornando-o vulnerável ao processo de corrosão (GARCIA, 1999).

Arivabene (2015), afirma que os principais agentes que desencadeiam a corrosão das armaduras são: a ação dos íons de cloreto (corrosão localizada por pite); a redução do PH do aço (corrosão generalizada por carbonatação); e a corrosão localizada sob tensão fraturante. Estes tipos de corrosão e os respectivos fatores que as originam estão apresentadas na Figura 13.

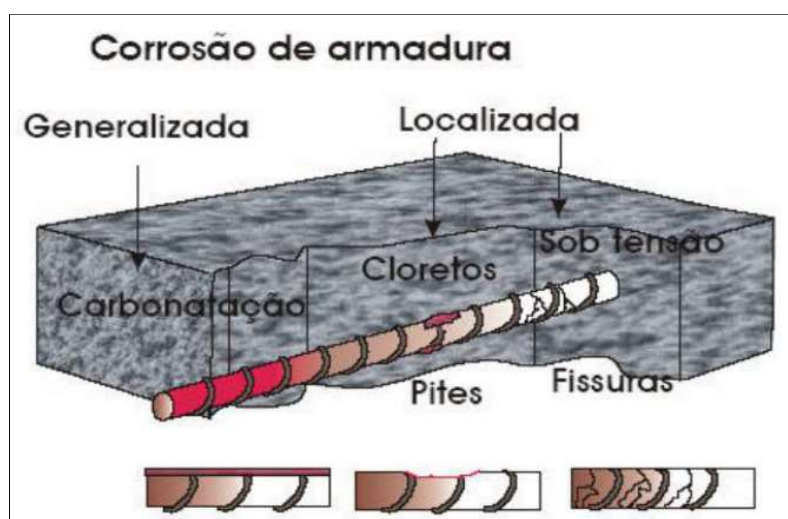


Figura 13: Tipos de corrosão e fatores que as provocam
Fonte: Cascudo (1997) apud Arivabene (2015).

Granato (2002) afirma que as causas da corrosão da armadura estão relacionadas, em geral, com falhas na execução do concreto, como:

- a) Recobrimento insuficiente das armaduras, com valor abaixo do recomendado pelas normas da ABNT;
- b) Concreto com fator de água/cimento elevado, ocasionando a porosidade do concreto e fissuras de retração;
- c) Ausência ou deficiência de cura do concreto, propiciando a ocorrência de fissuras, porosidade excessiva e diminuição da resistência;
- d) Segregação do concreto com formação de ninhos de concretagem, erros no traço, lançamento e vibração incorretos e formas inadequadas.

Assim, Souza e Ripper (2009) afirmam que para que não ocorra corrosão, é necessário que o PH do concreto seja alcalino, com carbonatação controlada, e que os agentes agressivos não atinjam a armadura. Nesse sentido, é importante considerar alguns aspectos, como: controlar a porosidade e a permeabilidade do concreto; realizar a manutenção regular da peça; escolher corretamente as bitolas das barras da armadura principal; executar cuidadosamente as peças; e a proteção adicional das superfícies de concreto por pinturas (SOUZA, RIPPER, 2009).

2.2 DIAGNÓSTICO E MÉTODOS DE CORREÇÃO

Quando ocorrem manifestações patológicas em uma edificação, é imprescindível realizar a verificação e a análise desses problemas, demonstrando a origem e possível solução, pois ao serem tratados de forma eficaz, garantem a durabilidade às edificações e melhoram a qualidade das mesmas (SOUZA, 2018). Entretanto, o diagnóstico correto das manifestações patológicas é uma atividade complexa que exige conhecimento das diferentes manifestações patológicas, pois muitas vezes, as causas dos problemas patológicos não são facilmente detectadas, ou estão atreladas a outras patologias, podendo induzir um diagnóstico errado ou impreciso (GRANATO, 2002).

A metodologia para um correto diagnóstico das manifestações patológicas, de forma genérica, de acordo com Lichtenstein (1986), pode ser dividida em três etapas:

levantamento de subsídios; diagnóstico da situação e definição de conduta. Analogamente, Souza e Ripper (1998) definem os seguintes passos: levantamentos dos dados; análise; e diagnóstico.

O levantamento de informações, refere-se a etapa em que será fornecido os subsídios necessários para um entendimento completo do fenômeno e um correto diagnóstico da manifestação patológica apresentada (SOUZA, RIPPER, 2009; LICHTENSTEIN, 1986). De acordo com Lichtenstein (1986), essas informações são obtidas através de três fontes básicas: a vistoria do local; o levantamento histórico do problema (anamnese do caso); e os resultados de análises de ensaios complementares.

A vistoria do local deve ser realizada por um profissional habilitado, que deve fazer uma inspeção do local, procurando obter o maior número possível de informações, com o objetivo de identificar as manifestações patológicas existentes, verificar a gravidade da patologia (em relação a segurança dos usuários), definindo a extensão do quadro patológico e as medidas a serem tomadas (BRIK et al., 2013; MACEDO, 2017; OLIVEIRA, 2013).

O levantamento histórico do problema é utilizado quando os dados obtidos através da vistoria do local não são suficientes para realizar o diagnóstico da patologia (OLIVEIRA, 2013). Esse histórico deve englobar todas as atividades realizadas durante o processo de construção e a utilização e manutenção da edificação. A obtenção dessas informações pode ser proveniente da investigação com pessoas envolvidas com a edificação (como operários, construtores, vizinhos e moradores) e por meio da análise de documentos fornecidos (BRIK et al., 2013; MACEDO, 2017; OLIVEIRA, 2013).

Se ainda assim não for possível a identificação do problema, devem ser realizados exames complementares que possibilitem a obtenção de mais informações (BRIK et al., 2013; OLIVEIRA, 2013).

A segunda etapa, de análise dos dados, será responsável por conduzir ao entendimento da estrutura e de como surgiram e se desenvolveram as manifestações patológicas. Essa análise deve ser feita minuciosamente, de forma que anomalias graves não deixem de ser detectadas por estarem ocultas por anomalias superficiais (SOUZA, RIPPER, 2009).

A última e mais importante etapa, referente ao diagnóstico da manifestação patológica, só pode ser realizada após a conclusão das etapas anteriores (SOUZA,

RIPPER, 2009). A esta etapa entende-se como o equacionamento do quadro geral da manifestação patológica existente. Em geral, o diagnóstico é descrito como a geração de hipóteses efetivas que visam o esclarecimento das origens, causas e mecanismos de ocorrências das manifestações patológicas (OLIVEIRA, 2013).

Assim, após o diagnóstico e a verificação da necessidade de intervenção, é definido o tratamento a ser realizado, assim como todas as alternativas possíveis (MACEDO, 2017). O profissional pode escolher corrigir o problema, impedir ou controlar sua evolução e, até mesmo estimar o tempo de vida útil da estrutura, limitando a sua utilização ou indicando a demolição (BRIK et al., 2013). Nesta formulação do prognóstico, ao levantar as alternativas de intervenção, são levados em considerações três parâmetros básicos: o grau de incerteza sobre os efeitos; a relação do custo/benefício; e a disponibilidade de tecnologia para a execução dos serviços (LICHTENSTEIN, 1986; OLIVEIRA, 2013).

Quando há manifestações patológicas de fissuras, por exemplo, é preciso analisar o grau de abertura que se encontra, determinar se a patologia está estável ou não e diagnosticar a causa da fissuração (LOTTERMANN, 2008). Para realizar o tratamento de fissuras, têm-se as opções de injeção de fissuras, selagem de fissuras ou costura de fissuras. Entretanto, é importante a identificação da origem da patologia, pois se tratar apenas a fissura e não o seu agente causador, a medida será paliativa e não uma solução para o problema (VIEIRA, 2017).

Em relação a presença de eflorescência, para corrigir essa manifestação patológica, é necessário eliminar a fonte de infiltração, ou seja, impedir que a água continue a penetrar na região. Assim, deve ser impermeabilizada a região que se encontra em contato com a fonte de infiltração, realizado uma limpeza superficial do local e, realizado uma reparação profunda, se houver corrosão das armaduras. Por fim, devem ser seladas as fissuras (HELENE, 1992; LOTTERMANN, 2008).

Quando há presença de mofo ou bolor nas edificações, é necessário realizar uma lavagem da região com uma solução a 20% de hipoclorito de sódio ou com uma mistura composta de uma parte de detergente e duas partes de fosfato trisódicos, e posteriormente, enxaguando com água. Para evitar a reincidência do problema, é possível tratar a região com a aplicação de tintas com agentes fungicidas (GIORDANI, 2016; GRANATO, 2002).

No caso de descolamento e deslocamento de revestimentos, recomenda-se retirar todas as peças cerâmicas comprometidas e os restos de argamassa. Então,

deve ser corrigidas as imperfeições profundas com massa de reboco, esperar o tempo adequado de cura, aplicar uma demão de fundo preparador para paredes e, após a secagem, aplicar novamente o revestimento (SANTOS, BECKHAUSER, 2018).

Em elementos de concreto que apresentam desgaste, o que também pode desencadear a desagregação do concreto, assim como a formação de falhas que expõe a armadura, deve ser realizado uma limpeza do local, removendo o concreto solto, uma limpeza da armadura com um jato de sílica, e assim, realizado o reparo superficial da região com desgaste por meio de materiais que garantam o endurecimento superficial (HELENE, 1992; LOTTERMANN, 2008).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a realização deste trabalho. Primeiramente, será apresentada a classificação do caráter dessa pesquisa, seguido da apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados, assim como os critérios adotados para avaliação e interpretação dos problemas encontrados neste estudo de caso.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como objetivo identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações, assim como realizar um diagnóstico das patologias encontrados no estudo de caso, identificando a origem, frequência e severidade da patologia em estudo.

Considerando os objetivos desse estudo, esta pesquisa é classificada como exploratória e explicativa. De acordo com Selltiz et al. (1967) apud Gil (2002), uma pesquisa exploratória objetiva proporcionar uma maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e construindo hipóteses. Os autores afirmam ainda que o principal objetivo da pesquisa exploratória é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Esta classificação se enquadra com a pesquisa, pois esta objetiva detectar e avaliar as manifestações patológicas encontradas no estudo de caso. Já em relação à pesquisa explicativa, Gil (2002) afirma que esse tipo de pesquisa identifica os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, ou seja, é uma pesquisa mais aprofundada para o conhecimento da realidade, explicando o porquê das coisas. Esta segunda classificação também se enquadra com a pesquisa, pois pretende-se identificar as causas que contribuem para o surgimento dos problemas patológicos encontrados.

Quanto à abordagem do assunto, este estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa-quantitativa. Uma pesquisa qualitativa se preocupa com os aspectos da realidade que além de mensuráveis, podem ser descritos, como a compreensão e explicação de fenômenos, enquanto a pesquisa quantitativa se concentra na objetividade, em aspectos que podem ser quantificados (FONSECA,

2002). Fonseca (2002) afirma ainda que “[...] a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente”. Sendo assim, esta pesquisa se classifica como qualitativa-quantitativa, visto que serão coletadas as informações, as quais serão quantificadas e explicadas quanto à sua origem e formas de manifestação, assim como indicado a severidade de cada situação.

Em relação aos procedimentos técnicos adotados nesse estudo, estes são caracterizados como uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é baseada em matérias já elaborados, constituída de livros, artigos, monografias, teses e materiais disponibilizados na internet (GIL, 2002). Enquanto o estudo de caso consiste num estudo profundo de um objeto, permitindo um conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2002). Segundo Yin (2001) apud Gil (2002), o estudo de caso é encarado como um delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno dentro do seu contexto real. A pesquisa bibliográfica está apresentada no capítulo dois, enquanto o estudo de caso será apresentado no próximo capítulo deste trabalho.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em relação à metodologia, a primeira etapa desta pesquisa consiste na revisão bibliográfica sobre as principais manifestações patológicas na construção civil, suas causas, as fases da construção em que se originam e as técnicas de manutenção e reabilitação dessas estruturas. Essa etapa objetiva um aprimoramento dos conhecimentos teóricos sobre o assunto, para que seja possível o cumprimento dos objetivos apresentados na pesquisa.

A segunda etapa consiste nos procedimentos adotados para a solução dos objetivos propostos. Para isso, será realizado um estudo de caso, realizando uma vistoria *in loco* da Unidade de Saúde da Família – Morumbi, na qual serão levantadas as manifestações patológicas ocorrentes, a fim de identificá-las e analisá-las.

Para a análise dos dados, foi definido como base a metodologia proposta por Lichtenstein (1986), a qual está apresentada no fluxograma exposto na Figura 14.

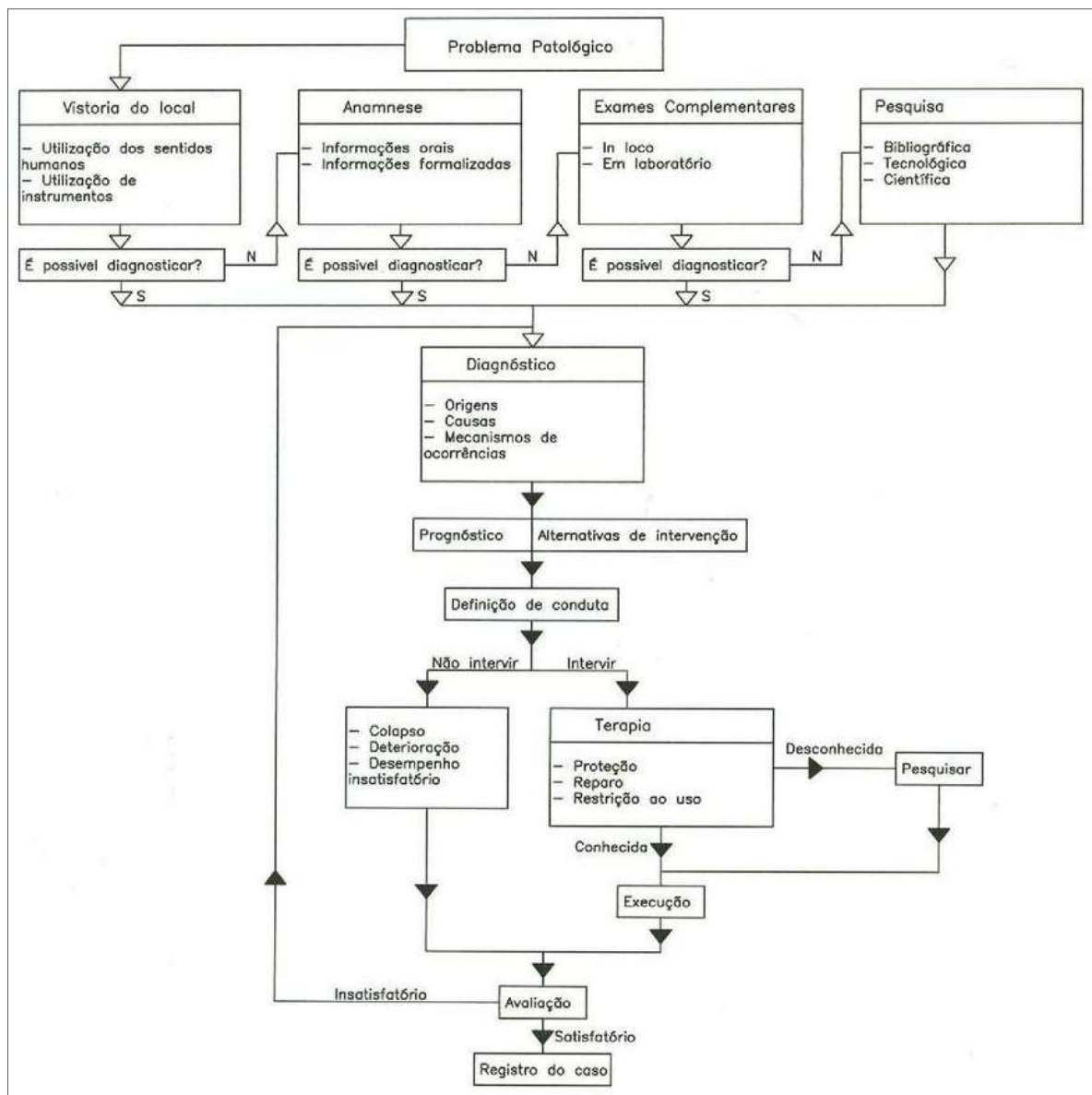


Figura 14: Fluxograma genérico para a resolução de problemas patológicos
 Fonte: Adaptado de Lichtenstein (1986).

Inicialmente, será realizada uma vistoria na edificação de estudo para identificar e especificar as anomalias existentes através da inspeção visual com o auxílio de trena, prumo, nível, planilha de anotações e equipamento fotográfico. Nesta etapa será avaliado o grau de criticidade de cada problema, baseado em sua condição, extensão e características dos materiais da região analisada.

Para realizar a avaliação e o diagnóstico das manifestações patológicas encontradas, será realizada uma análise individual de cada patologia, com seu respectivo registro fotográfico, indicando a suas características, grau de criticidade, extensão, causas e mecanismo de ocorrência. Além disso, será analisada a frequência em que cada manifestação patológica é encontrada no local de estudo.

Destaca-se que como critério para avaliação das manifestações patológicas de acordo com o seu grau de criticidade, foi utilizada a classificação proposta por Griebeler e Wosniack (2017), que consiste em três níveis:

- a) **Nível crítico:** situação mais grave, na qual as manifestações patológicas podem provocar danos irreversíveis contra a saúde e segurança dos usuários e do meio ambiente. Neste nível há uma perda excessiva do desempenho e funcionalidade da estrutura, aumento no custo de manutenção e recuperação, e comprometimento da vida útil da edificação.
- b) **Nível regular:** neste nível enquadram-se as manifestações patológicas que causam um impacto parcialmente recuperável, as quais são capazes de provocar deterioração precoce e perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, mas sem oferecer prejuízo à operação direta dos sistemas.
- c) **Nível mínimo:** este nível envolve as manifestações patológicas de criticidade mínima, as quais causam um impacto recuperável, ou seja, causam pequenos prejuízos à estética ou atividade planejada. Além disso, sem a ocorrência de riscos críticos e apresentam baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Griebeler e Wosniack (2017) afirmam ainda que manifestações patológicas que se encontram no nível crítico, apresentam necessidade de intervenção imediata; no nível regular, apresentam necessidade de intervenção em curto prazo; e no nível mínimo, apresentam necessidade de intervenção a médio prazo.

Por fim, com o registro das informações coletadas e analisadas e com o auxílio da bibliografia, será executado o diagnóstico dos fenômenos, buscando indicar as causas e mecanismos de ocorrência.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso deste trabalho, expondo o local de estudo, as manifestações patológicas encontradas na edificação e as respectivas análises e discussões.

4.1 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO DE CASO

A Unidade de Saúde da Família – Morumbi está localizada na Travessa Dourado, do bairro Morumbi, no município de Pato Branco-PR. A unidade é um estabelecimento de saúde do tipo Centro de Saúde, Unidade Básica, que executa serviços de saúde aos moradores da região. A Figura 15 apresenta a fachada principal da edificação.



Figura 15: Fachada principal da Unidade de Saúde da Família - Morumbi
Fonte: Autoria própria (2021).

A data de inauguração da unidade de saúde é desconhecida, no entanto, sabe-se que a Prefeitura Municipal de Pato Branco realizou uma reforma de ampliação

em maio de 2011. Entretanto, após a ocupação da edificação, começaram a surgir diversas manifestações patológicas, sendo as patologias de fissurações e infiltrações os principais problemas que surgiram.

A vistoria predial ocorreu no dia 12 de março de 2021, no período vespertino. Neste momento, a unidade estava fechada para reuniões internas, o que possibilitou a vistoria de toda a edificação.

4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NA EDIFICAÇÃO

Durante a fase de inspeção predial, foi possível constatar diversas manifestações patológicas na Unidade de Saúde da Família – Morumbi. As patologias encontradas são, em geral, fissuras, trincas e problemas com umidade e infiltrações.

Além disso, de acordo com o relato dos colaboradores da unidade de saúde, a edificação apresenta um problema de infiltração nas lajes da recepção e do auditório, nas quais, em dias de muita chuva, a água infiltrada na laje causa gotejamento nestes ambientes. Também foi afirmado que, há muito tempo, não é realizada a manutenção do telhado como, por exemplo, a limpeza das calhas. Os colaboradores afirmaram que já foram realizadas algumas reformas de pintura, entretanto, sem nenhum tratamento das manifestações patológicas, as quais, conseqüentemente, começaram a reaparecer nos revestimentos.

Para diagnosticar uma manifestação patológica é necessário realizar um estudo minucioso, levando em consideração todos os fatores relacionados e este problema. Entretanto, analisando a configuração da manifestação patológica, é possível indicar a provável causa de ocorrência. Neste estudo de caso, serão apresentadas as manifestações patológicas encontradas na edificação e assim, indicadas as causas prováveis de cada manifestação patológica.

Durante a etapa de vistoria, foram realizados 347 (trezentos e quarenta e sete) registros fotográficos, contemplando todos os 21 (vinte e um) ambientes da edificação, de forma a registrar as manifestações patológicas encontradas na unidade de saúde. Nestes registros, foram identificadas 8 (oito) anomalias distintas, as quais estão apresentadas na sequência.

1) Deterioração dos batentes das portas de madeira

A deterioração dos batentes das portas de madeira foi observada em 20 (vinte) ambientes da unidade de saúde. Esta é uma situação com nível de criticidade mínimo, que ocasiona apenas prejuízos estéticos ao ambiente. Este tipo de patologia ocorre devido à falta de manutenção, isto é, pela negligência na realização de reparos e restauros (GRIEBELER, WOSNIACK, 2017). Na Figura 16 é possível observar a porta de um consultório com o batente de madeira deteriorado.



Figura 16: Deterioração do batente da porta de madeira
Fonte: Autoria própria (2021).

Além disso, é importante destacar que o material (madeira) escolhido para a execução das portas não é o mais adequado. É possível que durante a limpeza dos ambientes (com água e produtos de limpeza) ocorra a deterioração dos batentes. De acordo com a empresa Prenova – Acessos e Acabamentos Arquitetônicos, que trabalha com projetos para segmentos da saúde, em um ambiente hospitalar, as portas devem ser de material impermeável e pouco poroso, sendo mais duráveis e menos propensas a contaminação por bactérias e micro-organismos nocivos à saúde.

2) Umidade ascensional nas paredes

A umidade ascensional foi detectada nas paredes de 11 (onze) ambientes da unidade de saúde, causando a formação de bolhas e o descascamento da pintura. Essa anomalia ocorre principalmente em regiões próximas ao chão e em paredes próximas a vegetação, e está relacionada com a falta ou ineficiência da impermeabilização, problema decorrente de falhas na fase de projeto e/ou execução (GRIEBELER, WOSNIACK, 2017; FERRONATO, GODINHO, 2017).

Em alguns ambientes, essa patologia apresentou um risco mínimo, por caracterizar-se apenas como um prejuízo estético, o descascamento da pintura (Figura 17-a). No entanto, nos ambientes em que há a formação de manchas de mofo ou bolor, a patologia foi classificada de risco regular, por propiciar o desenvolvimento de doenças respiratórias (Figura 17-b).



(a) Nível de criticidade mínimo



(b) Nível de criticidade regular

Figura 17: Umidade ascendente nos revestimentos de parede

Fonte: Autoria própria (2021).

3) Infiltrações pela laje de cobertura

A infiltração pela laje de cobertura, apresentada na Figura 18, ocorreu em 2 (dois) ambientes da unidade de saúde, impactando na integridade do revestimento, ocasionando o gotejamento de água nos ambientes, e proporcionando o surgimento de micro-organismos nocivos à saúde. Este problema decorre da não elaboração de um projeto de impermeabilização ou da execução incorreta deste projeto, ocasionando a falta de vedação da cobertura (ANTUNES, 2010; PEREIRA, 2011). Ainda, é importante destacar que o surgimento desta patologia também pode estar relacionado com a falta de manutenção na cobertura e a falta limpeza das calhas, situação relatada pelos colaboradores da unidade de saúde, a qual pode ter afetado o desempenho e a funcionalidade da estrutura de cobertura.



Figura 18: Infiltração pela laje de cobertura
Fonte: Autoria própria (2021).

Esta patologia foi classificada em um nível de criticidade crítico, por oferecer danos contra a saúde e segurança dos usuários, além de ocasionar uma perda de desempenho e funcionalidade da estrutura. Além disso, as infiltrações ocorrem em regiões com proximidade aos pontos elétricos, em que, se esta infiltração atingir a rede elétrica, pode ocorrer um curto-circuito (GRIEBELER, WOSNIACK, 2017). A Figura 19 apresenta uma lâmpada com o desenvolvimento de manchas escuras de mofo, ocasionadas pela infiltração na laje de cobertura com proximidade à rede elétrica.



Figura 19: Infiltração pela laje de cobertura próxima a rede elétrica
Fonte: Autoria própria (2021).

4) Fissuras verticais no peitoril das janelas

As fissuras verticais que ocorrem no peitoril das janelas, encontradas em 4 (quatro) ambientes da edificação, representam um nível mínimo de criticidade, ocasionando apenas desconforto estético. Entretanto, em alguns ambientes, essas fissuras se desenvolveram para trincas e/ou rachaduras, o que passa a se tornar um risco regular, pois as aberturas facilitam a entrada de agentes agressivos na estrutura. Esse tipo de fissura, está relacionado com uma flexão negativa do peitoril. Esse tipo de patologia ocorre devido à recalques diferenciais que provocam uma diferença de tensões de compressão transmitidas ao solo. transmitidas pelo trecho entre janelas e pelo trecho sob o peitoril (DUARTE, 1998). Na Figura 20-a é possível observar esta manifestação patológica com nível de criticidade mínimo (na configuração de fissura), enquanto na Figura 20-b, observa-se a patologia com nível de criticidade regular (na configuração de trinca).



(a) Nível de criticidade mínimo

(b) Nível de criticidade regular

Figura 20: Fissuras verticais no peitoril da janela

Fonte: Autoria própria (2021).

5) Fissuras junto às esquadrias

As fissuras que ocorrem no entorno das janelas, com uma angulação em 45° , estão comumente relacionadas com a ausência ou a ineficiência de vergas e contravergas. Entretanto, em algumas situações, essas fissuras também podem ser consequência de um recalque diferencial na fundação (LIMA, 2015). Já as fissuras horizontais nas janelas, podem estar ligadas à ligação ineficiente entre o elemento e a alvenaria (FERRONATO, GODINHO, 2017). As fissuras junto às esquadrias foram encontradas em 16 (dezesesseis) ambientes da unidade de saúde. A Figura 21, apresenta uma fissura 45° na janela e a Figura 22 apresenta uma trinca horizontal próxima à janela.



Figura 21: Fissura em 45° na janela
Fonte: Autoria própria (2021).

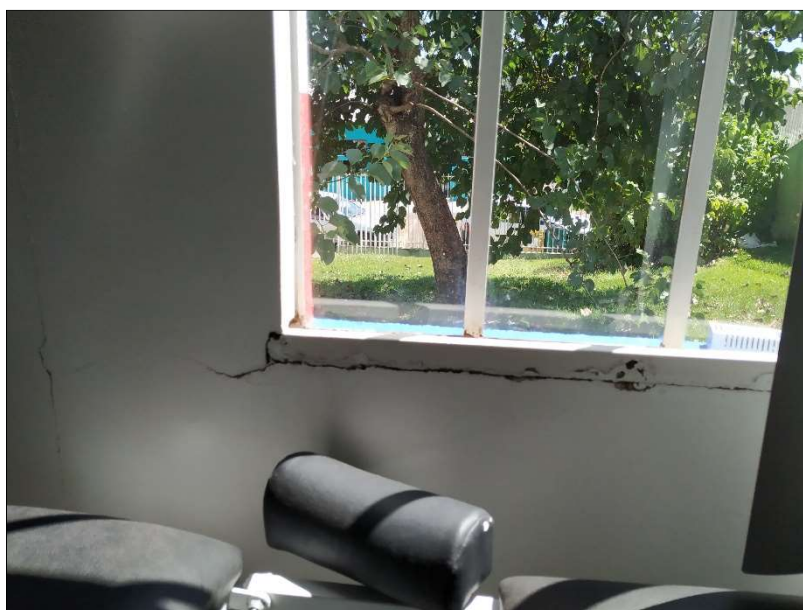


Figura 22: Trinca horizontal na janela
Fonte: Autoria própria (2021).

6) Fissuras com inclinação de 45° nas paredes

As fissuras inclinadas 45° nas paredes, encontradas em 9 (nove) ambientes da edificação, estão relacionadas com o recalque diferencial da estrutura, que ocorrem quando a capacidade de resistência das paredes é excedida. As fissuras configuram-se inclinadas em direção ao elemento estrutural que sofreu o recalque. Estas patologias podem ser originadas por falhas das estruturas de fundações ou por recalques do terreno (PEREIRA, 2011; THOMAZ, 1989; OLIVEIRA, 2012).

Essas manifestações patológicas que foram encontradas na unidade de saúde foram classificadas como risco mínimo e crítico. O risco mínimo refere-se as fissuras que apresentam apenas prejuízos estéticos, enquanto o risco crítico refere-se as fissuras que foram classificadas como rachaduras, permitindo a entrada de agentes nocivos na estrutura, comprometendo o desempenho e a vida útil da edificação.

As Figuras 23 e 24, apresentam uma fissura e uma rachadura provocada pelo recalque da fundação, respectivamente.



Figura 23: Fissura inclinada 45° na parede
Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 24: Rachadura inclinada 45° na parede
Fonte: Autoria própria (2021).

7) Fissuras verticais no centro de paredes

As fissuras verticais no centro das paredes são consequência de recalques diferenciais, ocasionados pela movimentação estrutural (FERRONATO, GODINHO, 2017). Essa manifestação patológica se repetiu em 13 (treze) ambientes da edificação. O nível de criticidade da patologia, variou entre mínimo e regular, de acordo com a classificação da abertura como, fissura e trinca, respectivamente. A Figura 25 apresenta uma fissura vertical no centro da parede (de risco mínimo) e a Figura 26 apresenta uma trinca vertical no centro da parede (de risco regular).



Figura 25: Fissura vertical no centro da parede
Fonte: Autoria própria (2021).

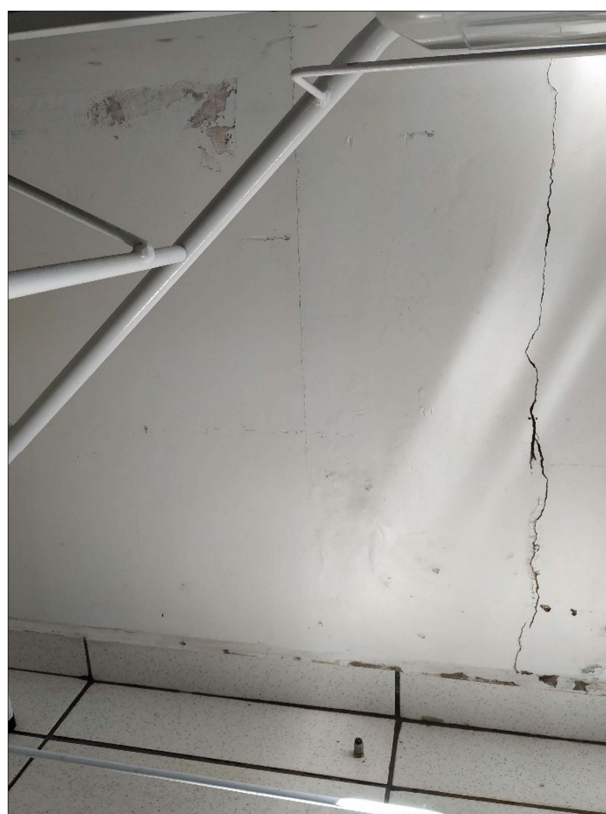


Figura 26: Trinca vertical no centro da parede
Fonte: Autoria própria (2021).

8) Fissuras verticais próximas aos apoios

As fissuras verticais próximas ao apoio foram encontradas em 5 (cinco) ambientes da unidade de saúde. Esse tipo de patologia está associado com esforços solicitantes excessivos, apresentando a configuração característica de cisalhamento, proveniente da sobrecarga da cobertura e telhado (GRIEBELER, WOSNIACK, 2017; OLIVEIRA, 2012). Nas Figuras 27 e 28, estão expostas trincas verticais próximas ao apoio. As patologias encontradas foram classificadas como um risco regular, pois por terem se desenvolvido para trincas, as aberturas facilitam a entrada de agentes agressivos na estrutura, entretanto, destaca-se que as patologias não estão ocasionando risco de ruína para a estrutura.



Figura 27: Trinca vertical junto ao apoio
Fonte: Autoria própria (2021).

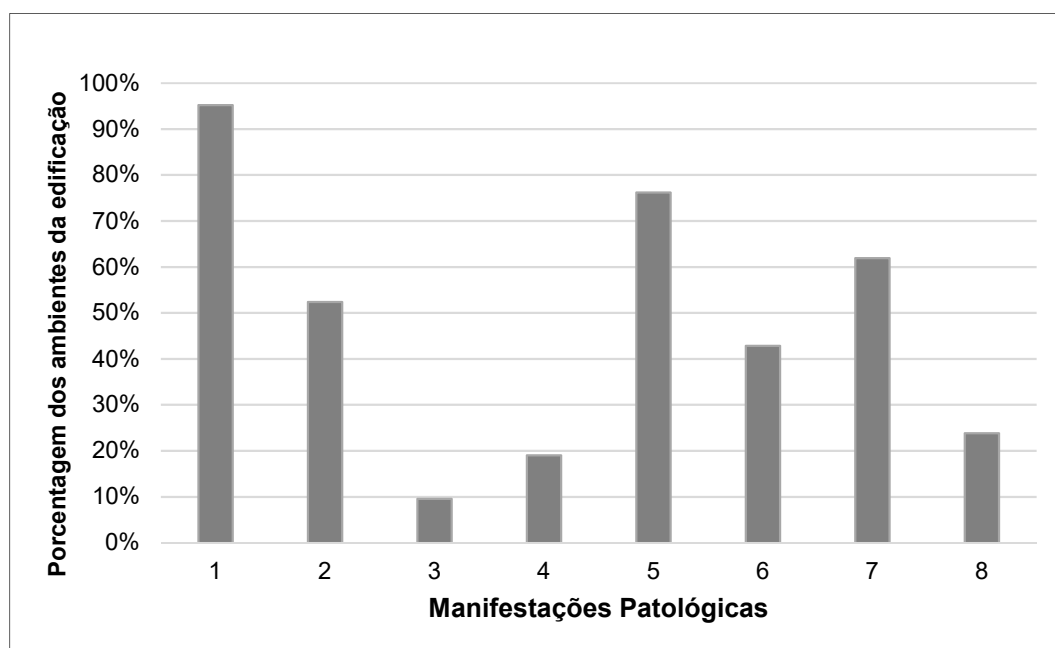


Figura 28: Trinca vertical próxima ao apoio
Fonte: Autoria própria (2021).

4.2.1 Análise das manifestações patológicas quanto à frequência e grau de criticidade

Considerando as manifestações patológicas encontradas na edificação, listadas de 1 a 8 no item 4.2 deste trabalho, o Gráfico 1, apresenta a frequência de ocorrência das patologias na edificação. Neste contexto, observa-se no Gráfico 1, a porcentagem dos ambientes, de um total de 21 (vinte e um), que apresentam cada tipo de patologia.

Gráfico 1: Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas nos ambientes da edificação



Fonte: Autoria própria (2021).

De acordo com o Gráfico 1, afirma-se que a deterioração dos batentes das portas de madeira (1), a umidade ascensional (2), as fissuras junto às esquadrias (5) e as fissuras verticais no centro de paredes (7) são as manifestações patológicas que ocorrem com maior frequência nos ambientes, isto é, estão presentes em mais de 50% dos ambientes da edificação.

Analisando as manifestações patológicas em cada ambiente da unidade de saúde, estas patologias foram avaliadas em relação ao seu grau de criticidade: mínimo (M), regular (R), e crítico (C), de acordo com a metodologia exposta neste trabalho. O Quadro 2 apresenta a ocorrência das anomalias (listadas anteriormente, de 1 a 8), em cada ambiente da edificação, avaliadas em relação ao seu grau de criticidade.

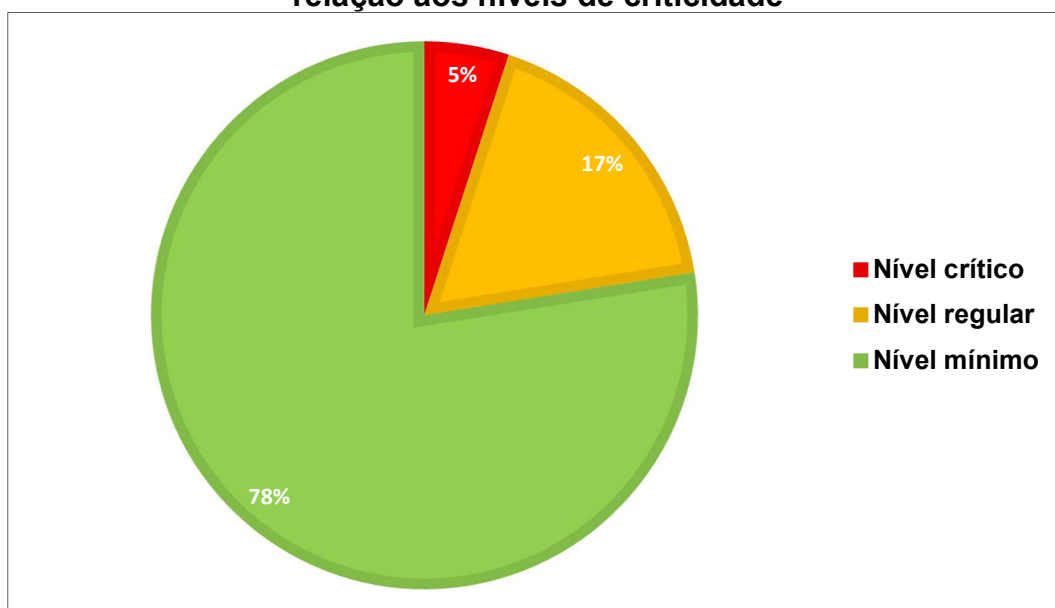
Quadro 2: Ocorrência das manifestações patológicas por ambiente avaliadas em grau de criticidade

Ambientes	Grau de criticidade das anomalias							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Área externa		M		R	M		R	
Recepção e circulação	M	R	C					R
Consultório	M	R			R		M	M
Consultório de enfermagem	M	R			R		M	R
Acolhimento	M				M			
Sala de emergência	M				M			
Farmácia	M	M			M		M	
Auditório	M	R	C	R	R	M	M	
Sala de imunização	M			M				
Sala de nebulização	M				R	C	M	
Sala de curativo	M				R	C	M	
Sala de esterelização	M	M			M			M
Sala de expurgo	M						M	
Banheiro feminino	M				M	M		
Banheiro masculino	M				M	M		
Banheiro P.N.E.	M							M
Copa	M	M				M	M	
Depósito de material de limpeza	M				M		M	
Sala do agente comunitário	M	M			M	M	M	
Sala de odontologia	M	M		M	M	M	M	
Consultório odontológico	M	M			M	M	M	

Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme apresentado no Quadro 2, podemos observar que a maioria das manifestações patológicas encontradas na unidade de saúde apresentam um grau de criticidade mínimo ou regular. Entretanto, algumas patologias foram classificadas como um risco crítico, as quais necessitam de atenção, pois requerem um tratamento imediato. O Gráfico 2 expõe a porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas nos ambientes da unidade de saúde, em relação aos níveis de criticidade: risco mínimo, regular e crítico, de acordo com as informações expostas no Quadro 2.

Gráfico 2: Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas em relação aos níveis de criticidade



Fonte: Autoria própria (2021).

Analisando o Gráfico 2, afirma-se que apenas 5% das manifestações patológicas representam um grau de criticidade crítico, enquanto 17% e 78% dos problemas encontrados, referem-se a um grau de criticidade regular e mínimo, respectivamente. É importante destacar que as manifestações patológicas classificadas como nível crítico, referem-se a uma situação mais grave, as quais apresentam necessidade de intervenção imediata. Já as anomalias de nível de criticidade regular, como causam impactos recuperáveis, sem oferecer prejuízo à operação dos sistemas, necessitam de intervenção em curto prazo. E as patologias classificadas como um nível mínimo de criticidade, por causarem apenas prejuízos estéticos à edificação, requerem uma intervenção de tratamento a médio prazo (GRIEBELER, WOSNIACK, 2017)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou uma análise da situação atual da edificação da Unidade de Saúde da Família – Morumbi, do município de Pato Branco – PR, em fase de pós-ocupação. Foi possível identificar as manifestações patológicas presentes no imóvel, indicando a frequência de ocorrência e avaliando o grau de criticidade dos problemas apresentados neste trabalho. Além disso, analisando a configuração das anomalias, foram apontadas as causas prováveis para cada tipo de manifestação patológica registrada.

Neste estudo, foram identificadas oito manifestações patológicas distintas nos ambientes da edificação. As anomalias registradas referem-se a problemas com umidade, infiltrações, deterioração de materiais e diversas configurações de fissurações, problemas estes, decorrentes de falhas no projeto, na execução da obra, na escolha dos materiais e na manutenção da edificação. Os tipos de manifestações patológicas encontradas com maior frequência na edificação são: deterioração dos batentes das portas de madeira, umidade ascensional, fissuras junto às esquadrias e fissuras verticais no centro de paredes. Dentre todas as patologias encontradas na edificação, 78% representam um grau de criticidade mínimo, 17% são de grau de criticidade regular e 5% de grau de criticidade crítico. Destaca-se que os problemas classificados como críticos, por estarem impactando no desempenho e funcionalidade da unidade de saúde, requerem atenção por necessitarem de intervenção imediata.

Considerando a importância deste assunto, torna-se relevante o estudo mais aprofundado das manifestações patológicas encontradas na Unidade de Saúde da Família - Morumbi. Sugere-se para trabalhos futuros, a realização do prognóstico das anomalias encontradas neste estudo de caso, indicando as possíveis alternativas de manutenção ou correção destes problemas. Além disso, destaca-se que este trabalho pode ser utilizado pelo Departamento de Engenharia e Obras, da Prefeitura Municipal de Pato Branco, como base para trabalhos de manutenção e recuperação desta edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 15575. **ABNT NBR 15575:2013**: Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.
- ALMEIDA, T. G. M. DE. **Reforço de vigas de concreto armado por meio de cabos externos protendidos**. 2001. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos.
- ANDRADE, E. B. B. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificação**. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm#indice_4>. Acesso em: 13 set. 2020.
- ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada em Brasília – sistematização da incidência de casos**. 2010. Brasília: Universidade de Brasília.
- ARIVABENE, A. C. **Patologias em estruturas de concreto armado**: estudo de caso. Revista On-line IPOG Especialize, v. 01, p. 1–22, 2015. Goiânia.
- BERNHOEFT, L. F.; MELHADO, S. B. **A Importância dos Sistemas de Impermeabilização na Durabilidade das Estruturas**. 2009. La Plata, Buenos Aires, Argentina: Congreso Iberoamericano y VIII Jornada “Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio”.
- BRIK, E. M. J.; MOREIRA, L. DOS P.; KRÜGER, J. A. **Estudo das patologias em estruturas de concreto provenientes de erros em ensaios e em procedimentos executivos**. 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, p. 1–12, 2013.
- CARMONA FILHO, A. **Panorama da Edificação Sob a Ótica da Patologia**. Conexão AEC, 2009. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br/artigo/comunidade/1276/antonio-carmona-filho/panorama-da-edificacao-sob-a-otica-da-patologia.html>>. Acesso em: 19 set. 2020.
- CARRARO, C. L.; DIAS, J. F. **Diretrizes para prevenção de manifestações patológicas em Habitações de Interesse Social**. Ambiente Construído, 2014. Porto Alegre.
- CARVALHAIS, C. A.; OLIVEIRA, D. M.; RIBEIRO, C. C.; BAMBERG, P.; RIBEIRO, S. E. C. **O impacto do custo de recuperação das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado**. 69ª Reunião Anual da SBPC. UFMG: Belo Horizonte, 2017.
- CORSINI, R. **Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras**. Téchne, p. 1–9, 2010. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia?civil/160/trinca?ou?fissura?como?se?originam?quais?os?tipos?285488?1.aspx>>.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. 1998. Porto Alegre: Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC.

FERRONATO, A.; GODINHO, D. DOS S. DA S. **Estudo das principais manifestações patológicas encontradas nas estruturas em habitações residenciais de interesse social**. 2017. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/4960>>.

FONSECA, J. J. S. DA. **Metodologia da Pesquisa Científica**. UECE - Universidade Estadual do Ceará, 2002. Ceará.

FREISLEBEN, P. L. M. **Patologias e recuperação em estruturas de concreto armado**. 2017. Curitiba: Universidade Cidade de São Paulo.

GARCIA, C. DE C. **Incidências patológicas no subsistema estrutura de edifícios habitacionais na região de São Carlos/SP**. 1999. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 2002.

GIORDANI, A. Z. **Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC**. 2016. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

GOMES, B.; NEVES, Y.; DINIZ, I.; SENA, T. **Análise das principais causas de manifestações patológicas em edificações residenciais em João Pessoa-PB: Classificação e Prevenção**. Recife, 2017.

GRANATO, J. E. **Patologia das Construções**. 2002. São Paulo: Academia de Engenharia e Arquitetura. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00006.pdf>.

GRIEBELER, J. R.; WOSNIACK, L. M. **Análise de patologias em estruturas de unidades básicas de saúde da cidade de Curitiba**. 133p. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9067>>.

HELENE, P. R. DO L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 213 p. 1992.

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

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823: General Principles on the Design of Structures for Durability**. Geneva, 2008.

JONOV, C. M. P.; NASCIMENTO, N. DE O.; SILVA, A. DE P. E. **Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação**. Ambiente Construído, 2013. Porto Alegre. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000100006&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/ac/v13n1/v13n1a06.pdf>.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções**: Procedimento para Diagnóstico e Recuperação. Companhia Cimento Portland, 1986. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LIMA, B. S. DE. **Principais manifestações patológicas em edificações residenciais multifamiliares**. 2015. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.

LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto**: estudo de caso. 2008. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MACEDO, E. A. V. B. DE. **Patologias em obras recentes de Construção Civil**: Análise Crítica das Causas e Consequências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020899.pdf>>.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: PINI, 2007.

MASSARDO, I. **Análise comparativa entre métodos de reforço a flexão aplicados a vigas de concreto armado**. 2015. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MEHTA, P.; MONTEIRO, P. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008.

OLIVEIRA, A. M. DE. **Fissuras, Trincas E Rachaduras Causadas Por Recalque Diferencial De Fundações**. 2012. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. 2013. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, P. J. R. **Obras e serviços de engenharia - Projeto básico e fiscalização de obras públicas**. Dissertação. Santa Catarina, 2009.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. DE O.; CHAVES, M. V. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. 2002. Belo Horizonte: FEA FUMEC- Faculdade de Engenharia e Arquitetura.

PEREIRA, P. S. **Programa de manutenção de edifícios para as unidades de atenção primária à saúde da cidade de Juiz de Fora**. 2011. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações**: Abordagem geral. Revista técnico-científica, v. 1, n. October, p. 1–18, 2013. Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/index>>.

RAMOS, M. M.; NASCIMENTO, M. L. M.; PEREIRA, V. L. **Manifestações Patológicas Em Estrutura De Concreto Pré-Fabricado**: Estudo De Caso. 2018. Goiás: PATORREB.

RIPPER, T. **Desempenho das Construções**: Durabilidade, resistência e manutenção. Formação contínua reabilitação e manutenção do patrimônio, Módulo RM1. Seção regional Sul: Ordem dos Arquitectos, 2002.

RODRIGUES, A. C. **Levantamento Das Principais Manifestações Patológicas Em Edificações Residenciais De Uma Construtora De Porto Alegre**. 2013. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78205/000896540.pdf?sequence=1>>.

SANTOS, C. F. DOS. **Patologia de estruturas de concreto armado.** , 2014. Santa Maria: **Universidade Federal de Santa Maria**. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_CAMILA_FREITAS_DOS_SANTOS.pdf>.

SANTOS, L. S.; BECKHAUSER, P. H. **Investigação dos problemas patológicos construtivos da unidade sanitária de Rio Fortuna**. 2018. Tubarão: universidade do sul de santa Catarina.

SANTOS, M. J. B. O. **Catologação de patologias em fachadas de edifícios residenciais de Brasília**. 2017. Brasília: Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en%7B&%7DbtnG=Search%7B&%7Dq=intitle:Universidade+de+Bras%7B%7Dlia%7B#%7D9>>.

SILVA, L. M. B. DA. **Desenvolvimento de um sistema especialista para diagnóstico de fissuras em concreto armado**. 1996. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia.

SOUZA, S. R. DE. **Manifestações patológicas em habitações de interesse social na cidade de Uberlândia - MG**. 2018. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TERRA, R. C. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de pelotas**. Terra, 2001. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 2007.

VASCONCELOS, M. C. DA S. **Manifestações patológicas nas edificações durante a pós-ocupação**: estudo de caso - análise das ocorrências registradas no setor da assistência técnica. 2020. Canoas: CIPPUS.

VIEIRA, T. L. **Fissuras Em Concreto**: Estudos De Caso Em Florianópolis. 2017. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2003. Disponível em: <http://www.vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf>.

YAZIGI, W. **A arte de edificar**. São Paulo: PINI, 2009.