

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ÁQUILA LIRA NEVES
BRUNNO HENRIQUE NASCIMENTO BATISTA DA SILVA
HELENO JOSÉ RAMOS NETO
JAILSON JOSÉ DOS SANTOS
KAIO VIEIRA DA SILVA

DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES EM UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE DOIS PAVIMENTOS LOCALIZADA EM
JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE

RECIFE
2022

**ÁQUILA LIRA NEVES
BRUNNO HENRIQUE NASCIMENTO BATISTA DA SILVA
HELENO JOSÉ RAMOS NETO
JAILSON JOSÉ DOS SANTOS
KAIO VIEIRA DA SILVA**

**DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES EM UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE DOIS PAVIMENTOS LOCALIZADA EM
JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC do Curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte
dos requisitos para conclusão do curso.

Orientador (a): Prof. Me. Frederico José Barros
Santos.

RECIFE
2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 1745.

D536 Diagnóstico das manifestações patológicas existentes em uma residência unifamiliar de dois pavimentos localizada em Jaboatão dos Guararapes-PE. / Áquila Lira Neves... [et al]. Recife: O Autor, 2022. 31 p.

Orientador(a): Me. Frederico José Barros Santos..

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

Inclui Referências.

1. Construção civil. 2. Patologia das construções. 3. Manifestações patológicas. 4. Manutenção predial. 5. Recuperação estrutural. I. Silva, Brunno Henrique Nascimento Batista da. II. Ramos Neto, Heleno José. III. Santos, Jailson José dos. IV. Silva, Kaio Vieira da. V. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. VI. Título.

CDU: 624

Aos nossos pais, pelo incentivo, inspiração e educação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos abençoar grandemente ao longo de nossas vidas.

Aos nossos familiares e amigos próximos, pelo estímulo, motivação, crédito, orações e força nos momentos de cansaço e ansiedade.

Ao nosso orientador Prof. Me. Frederico José Barros Santos, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos, pelo carinho e paciência conosco.

Aos professores do Campus II da UNIBRA, que ao longo da nossa graduação contribuíram, também, para nossa formação profissional sempre com muita paciência, competência e apoio com suas experiências compartilhadas.

Aos colegas e amigos conquistados ao longo desses anos, na UNIBRA.

“Prédio também adoece ...e, portanto,
precisa ser tratado! ”¹

Leonardo Guimarães, Engenheiro Civil, M.
Sc., Diretor Técnico.

¹ Jornal de patologia da Construção, Ano 2 - Nº 2, p. 01

RESUMO

A patologia é um ramo da Engenharia Civil e ciência que estuda as origens, investiga e explica a causa das manifestações patológicas, consequências e modo de ocorrência das falhas de degradação das estruturas. Pode-se dizer que essas manifestações são sintomas de “doenças” apresentadas pelas construções. As edificações têm um ciclo de vida útil, não significando, contudo, sua provável duração física. As degradações que surgem ao longo do tempo, podem ser adquiridas pela falta de manutenção, pelo emprego de materiais de baixa qualidade e mão de obra inadequada durante a sua execução ou pelo próprio projeto mal elaborado, caso tenha sido desenvolvido sem atender às normas estabelecidas. Mesmo com os avanços tecnológicos verificados na construção civil, observa-se, contudo, manifestações patológicas em grande parte das edificações habitacionais. O presente trabalho tem o objetivo de diagnosticar as manifestações patológicas, apresentar as técnicas de recuperação e manutenção, através de fundamentos teóricos e estudo de caso de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada no bairro dos Prazeres na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE. A análise foi baseada em relatórios técnicos, plantas de situação/localização, histórico da residência e vistorias realizadas no local do imóvel. Procurou-se investigar a fase da origem do projeto, execução e mecanismos utilizados nas instalações. A edificação analisada não apresentou nenhuma manutenção preventiva. Concluiu-se que as patologias identificadas, em geral, são bolores, eflorescência, trincas e fissuras, deslocamento do concreto e corrosão de armaduras causadas por infiltrações e umidade provenientes da falta de impermeabilização da laje, assim como, erros de projeto e construção.

Palavras-chave: Construção Civil; Patologia das construções; Manifestações patológicas; Manutenção predial; Recuperação estrutural.

ABSTRACT

Pathology is a branch of Civil Engineering and science that studies the origins, investigates and explains the cause of pathological manifestations, consequences and mode of occurrence of structural degradation failures. It can be said that these manifestations are symptoms of “diseases” presented by the constructions. Buildings have a useful life cycle, which does not mean, however, their probable physical duration. Degradations that appear over time can be caused by lack of maintenance, the use of low-quality materials and inadequate labor during its execution, or the poorly designed project itself, if it has been developed without meeting established standards. Even with the technological advances verified in civil construction, however, pathological manifestations are observed in most residential buildings. The present work has the objective of diagnosing the pathological manifestations, presenting the recovery and maintenance techniques, through theoretical foundations and a case study of a two-story single-family residence, located in the Prazeres neighborhood in the city of Jaboatão dos Guararapes-PE. The analysis was based on technical reports, situation/location plans, residence history and site inspections. We tried to investigate the phase of the origin of the project, execution and mechanisms used in the installations. The analyzed building did not present any preventive maintenance. It was concluded that the pathologies identified, in general, are mold, efflorescence, cracks and fissures, concrete displacement and reinforcement corrosion caused by infiltrations and humidity from the lack of waterproofing of the slab, as well as design and construction errors.

Keywords: Construction; Construction pathology; Pathological manifestations; Building maintenance; Structural recovery.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 <i>Infiltrações e Umidade</i> | 12 |
| 2.2 <i>Bolor</i> | 13 |
| 2.3 <i>Eflorescência</i> | 14 |
| 2.4 <i>Trincas e Fissuras</i> | 14 |
| 2.5 <i>Corrosão de Armaduras</i> | 16 |
| 3 METODOLOGIA..... | 18 |
| 3.1 <i>Levantamento de subsídios</i> | 19 |
| 3.2 <i>Vistoria in loco</i> | 19 |
| 3.3 <i>Anamnese – estudo histórico e/ou documental</i> | 20 |
| 3.4 <i>Ensaaios básicos complementares</i> | 20 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 4.1 <i>Caracterização e contextualização da edificação</i> | 21 |
| 4.2 <i>Diagnóstico</i> | 23 |
| 4.3 <i>Prognóstico e alternativas de intervenção</i> | 24 |
| 4.4 <i>Definição da intervenção/ conduta</i> | 26 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 28 |
| REFERÊNCIAS..... | 30 |

DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE DOIS PAVIMENTOS LOCALIZADA EM JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE

Áquila Lira Neves
Brunno Henrique Nascimento Batista da Silva
Heleno José Ramos Neto
Jailson José Dos Santos
Kaio Vieira da Silva
Frederico José Barros Santos²

Resumo: A patologia é um ramo da Engenharia Civil e ciência que estuda as origens, investiga e explica a causa das manifestações patológicas, consequências e modo de ocorrência das falhas de degradação das estruturas. Pode-se dizer que essas manifestações são sintomas de “doenças” apresentadas pelas construções. As edificações têm um ciclo de vida útil, não significando, contudo, sua provável duração física. As degradações que surgem ao longo do tempo, podem ser adquiridas pela falta de manutenção, pelo emprego de materiais de baixa qualidade e mão de obra inadequada durante a sua execução ou pelo próprio projeto mal elaborado, caso tenha sido desenvolvido sem atender às normas estabelecidas. Mesmo com os avanços tecnológicos verificados na construção civil, observa-se, contudo, manifestações patológicas em grande parte das edificações habitacionais. O presente trabalho tem o objetivo de diagnosticar as manifestações patológicas, apresentar as técnicas de recuperação e manutenção, através de fundamentos teóricos e estudo de caso de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada no bairro dos Prazeres na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE. A análise foi baseada em relatórios técnicos, plantas de situação/localização, histórico da residência e vistorias realizadas no local do imóvel. Procurou-se investigar a fase da origem do projeto, execução e mecanismos utilizados nas instalações. A edificação analisada não apresentou nenhuma manutenção preventiva. Concluiu-se que as patologias identificadas, em geral, são bolores, eflorescência, trincas e fissuras, deslocamento do concreto e corrosão de armaduras causadas por infiltrações e umidade provenientes da falta de impermeabilização da laje, assim como, erros de projeto e construção.

Palavras-chave: Construção Civil; Patologia das construções; Manifestações patológicas; Manutenção predial; Recuperação estrutural.

1 INTRODUÇÃO

A Patologia das Estruturas pode ser definida como a ciência que procura, de forma sistêmica, estudar os defeitos incidentes nos materiais construtivos, componentes e elementos ou na edificação como um todo, buscando diagnosticar as

² Professor da UNIBRA. Mestre em Engenharia Civil. E-mail: frederico.barros@grupounibra.com

origens e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico, além de suas formas de manifestação (BOLINA *et al.*, 2019).

Dentro desta perspectiva a anamnese do estudo das patologias é fundamental nos processos construtivos seja ela, originada de um projeto mal elaborado, tempo de utilização ou construção, além dos estudos dos mecanismos no processo de degradação e falhas, possibilitando a reconstrução das edificações originais (recuperação) ou até mesmo reestabelecendo a capacidade de resistência das estruturas em função do uso (reforço) (BOLINA *et al.*, 2019).

O uso e manutenção adequada da edificação, também é uma condição importante para a vida útil da construção. A falta de manutenção periódica faz com que pequenas patologias, de baixo custo de recuperação, evoluam, comprometendo a qualidade estética da obra, tornando-a insegura e de alto custo para mantê-la.

Em geral, quanto mais cedo for originada a falha, mais complexo e custoso é o reparo a ser realizado ao final (FERREIRA, 2010). Segundo Prado (1998), a importância de um planejamento das obras tem como finalidade “planejar a sua execução antes de iniciá-lo e acompanhar sua execução”, traçar objetivos e metas, visando o sucesso do projeto, resolvendo problemas de hoje, preparando-se para enfrentar os problemas de amanhã. A fim de alcançar o sucesso desejado, cumprindo os objetivos, evitando o comprometimento da qualidade e segurança da obra, aos menores custos possíveis.

Os problemas citados anteriormente, quando apresentados em edificações residenciais, prejudicam e comprometem a segurança do local e o bem-estar da comunidade, deixando-as, inclusive, sem condições de uso.

O presente trabalho, aborda um estudo de caso de uma residência unifamiliar de dois pavimentos localizado no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, onde buscou-se diagnosticar o fenômeno (raiz do problema) das manifestações patológicas em estruturas metálicas, concreto armado e alvenaria não estrutural. O trabalho limitou-se ao levantamento em campo das manifestações patológicas, aplicação das metodologias de diagnóstico e elaboração das premissas para intervenção e reparo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A patologia nas construções surge como uma ciência da engenharia capaz de conhecer a evolução dos problemas das edificações, estudar a causa da origem desses sintomas e mecanismos da ação de doenças, também como consequência da necessidade de minimizar a incidência total de acontecimentos fornecendo informações para os trabalhos de reparo e manutenção (VILLANUEVA, 2015).

Várias causas originam e podem ser evidenciadas desde as etapas iniciais da construção do edifício. Normalmente as causas estão relacionadas inicialmente às falhas nas etapas projetuais e até a mesmo à inexistência de um projeto específico de revestimento, bem como à má execução da obra (sem o devido preparo do substrato, o armazenamento do material em locais inapropriados e o emprego de traços incorretos, ou que não sejam adequados para um específico revestimento) (MASUERO, 2017).

A degradação da edificação se dá pelo seu tempo de uso, o envelhecimento do edifício, pelas propriedades e durabilidade dos materiais empregados em resistir as solicitações atuantes, como as variações climáticas, o ambiente natural, a poluição, aos microrganismos e principalmente a umidade, que é a principal fonte de enfermidades nas edificações.

Algumas patologias estão diretamente relacionadas a existência de água na edificação. Toda parte de coberta (telhado e lajes), parede de vedação, devem estar impermeabilizados; com garantia de 5 anos cumprindo os requisitos descritos na Norma de Desempenho - NBR 15.575 (ABNT, 2013), evitando futuro surgimento de manifestações patológicas. A referida NBR trata do desempenho de edificações habitacionais.

Sabe-se que a presença de água na construção civil pode acarretar algumas complicações na obra. As infiltrações deixam o ambiente em condições insalubres; com o aumento nos níveis de umidade, há uma diminuição na vida útil da edificação, sendo possível perceber, muitas vezes, a presença de agentes agressivos à saúde no local, o que acaba oferecendo riscos para o proprietário (RIGHI, 2009).

2.1 Infiltrações e Umidade

De acordo com Bauer (2012), as infiltrações de modo geral, podem causar graves problemas para a edificação caso não sejam tratadas, além de deixar um aspecto desagradável. Normalmente aparecem em paredes e pisos, pois são os locais onde há maior contato com o solo. Elas podem ser causadas também por meio de outras patologias, como as trincas e fissuras.

Para detectar a presença de umidade, deve-se analisar as patologias nas quais ela está envolvida. São vários os tipos de danos causados pela umidade: eflorescências, goteiras, mofo e bolores, corrosão de estruturas, entre outros.

A umidade pode induzir diversos fenômenos de degradação na alvenaria, entre os quais: ataque de gelo-degelo, a formação de eflorescências e subflorescências e, o ataque por sulfatos. A permanência de umidade nas paredes pode também comprometer a funcionalidade do edifício – com relação à habitabilidade, por exemplo – por causa de inconvenientes de natureza higiênica e econômica (mofo, consumo energético etc.) ou da redução da propriedade de isolamento térmico (BERTOLINI, 2010).

A umidade é o maior inimigo das construções e da saúde dos seus ocupantes. E é justamente contra este mal que não se tomam muitos cuidados nas obras, por falta de conhecimentos das soluções corretas ou por falta de senso de responsabilidade, partindo-se para soluções mais baratas, mesmo por simples negligência do pessoal encarregado da execução (RIPPER, 1984).

2.2 Bolor

O bolor são fungos pluricelulares que se alimentam de matéria orgânica, que são encontradas em diversos materiais utilizados para construção de edificações. O surgimento do bolor está ligado ao PH, disponibilidade de oxigênio e o nível de umidade adequado para seu aparecimento, pois é um fenômeno natural da natureza, se manifestando com um tom esbranquiçado, esverdeado ou cinzento nas superfícies de paredes ou tetos (GUERRA *et al.*, 2012).

Guerra *et al.* (2012) complementa dizendo que para que possa ser resolvido, em primeiro lugar tem que se extinguir o ponto de umidade que está alimentando este micro-organismo, realizar a remoção e lavagem superficial das áreas afetadas, e fazer

uso de hidrofugantes nas superfícies afetadas, que agirá como um bloqueador, evitando assim que o bolor volte a aparecer nessas áreas.

2.3 Eflorescência

De acordo com Bauer (2012), as eflorescências são manchas esbranquiçadas que podem aparecer em qualquer local da residência – paredes, pisos cerâmicos ou não, tetos, entre outros sendo causada principalmente pelas infiltrações de água, por isso é bastante comum encontrá-las em ambientes com bastante umidade. Como seus sais contidos são solúveis, para eliminá-las basta lavar com água, caso o local já esteja comprometido.

Para a ocorrência da eflorescência devem existir, concomitantemente, três condições: existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes, presença de água e pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície. Desse modo, para se evitar a ocorrência da eflorescência deve-se eliminar uma dessas três condições, sendo, portanto, necessário identificar a origem de cada uma delas (BAUER, 2012).

2.4 Trincas e Fissuras

Trincas são patologias que podem surgir em paredes ou até mesmo no concreto, devido à resistência dele ao movimento natural dos corpos. Quanto maior a resistência, maior a tensão causada e conseqüentemente maior a trinca ou fissura. Podem surgir na fase de projeto, de execução da alvenaria, dos vários sistemas de acabamento e, inclusive, na fase de utilização, por mau uso da unidade e acarretam prejuízos para aquela estrutura (BOLINA *et al.*, 2019).

De acordo com Bolina et al. (2019), há uma diferença entre trincas e fissuras. As fissuras são pequenas, finas e alongadas ao longo do material, geralmente de gravidade superficial, mas que pode evoluir para uma trinca, que por sua vez são aberturas mais profundas onde há separação entre as partes como no caso de uma parede.

Para que se possa entender e distinguir a dimensão das trincas e fissuras a NBR 9575 (ABNT, 2010), que trata da seleção e projeto de impermeabilização, conceitua trincas, fissuras e microfissuras como sendo:

- Fissura: Espaço originado por ruptura de um material ou componente, com uma distância inferior ou igual a 0,5mm;
- Microfissura: Espaço originado por ruptura de um material ou componente, com uma distância inferior a 0,05mm;
- Trinca: Espaço originado por ruptura de um material ou componente com uma distância superior a 0,5mm e inferior a 1mm.

Para o tratamento de fissuras e trincas é importante sempre estudar as condições do terreno para evitar recalques, fazer o cálculo de comparativo entre a sobrecarga que a estrutura irá comportar, aliando sempre a resistência à compressão do material utilizado, é importante também o uso de verga e contra verga com 20cm a mais dos vãos que absorveram as sobrecargas.

Ao ser gerado altas temperaturas na laje ela tende a dilatar levando com si a estrutura da edificação, como a edificação citada não foi construída com pilares ligando a laje do pavimento inferior as vigas do pavimento superior; sem esse travamento do sistema estrutural ocorrerá uma tensão de tração e cisalhamento das paredes de alvenaria que está como parede estrutural.

Caso este tipo de patologia ocorra anos depois, é necessária uma análise detalhada podendo usar como suporte a NBR 6118 (ABNT, 2014) que define os critérios gerais que regem o projeto das estruturas de concreto e a norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes nº 83 (DNIT, 2006) (ver Tabela 1) que tem como objetivo estabelecer os procedimentos a serem seguidos nos serviços de recuperação de estruturas de concreto armado que apresentam fissuras e trincas. Dessa forma, buscar identificar, reparar e prevenir eventuais riscos tanto à edificação quanto às pessoas.

Tabela 1 – Dimensões dos tipos de fissuras.

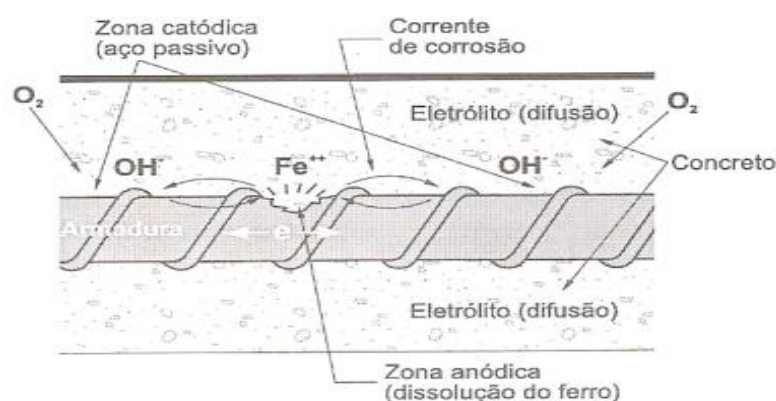
| DENOMINAÇÃO | ABERTURA DA FISSURA (mm) |
|-----------------|--------------------------|
| Fissura capilar | Menos de 0,2 mm |
| Fissura | 0,2 mm a 0,5 mm |
| Trinca | 0,5 mm a 1,5 mm |
| Rachadura | 1,5 mm a 5,0 mm |
| Fenda | 5,0 mm a 10,0 mm |
| Brecha | Mais de 10,0 mm |

Fonte: DNIT (2006).

2.5 Corrosão de Armaduras

De acordo com Bolina et al. (2019), corrosão é, conceitualmente, a interação destrutiva de um metal com o ambiente, promovendo a sua dissolução em íons metálicos por meio de reações químicas ou eletroquímicas. O mecanismo de corrosão eletroquímica, mais frequente, é fundamentado no desencadeamento de reações de oxidação (regiões anódicas) e de redução (regiões catódicas). Conforme demonstra a Figura 1, nas regiões anódicas, o metal é dissolvido e transferido para a solução como íons Fe^{++} , liberando elétrons. Os elétrons gerados se deslocam do metal até as áreas catódicas, combinam-se com o oxigênio dissolvido na solução e promovem a formação de íons hidroxila OH^- .

Figura 1 – Esquema ilustrativo da corrosão do concreto por íons cloreto.

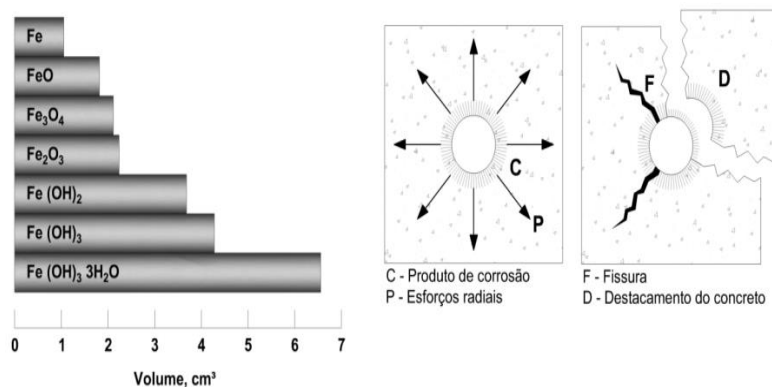


Fonte: Lodi (2021).

Os íons hidroxila são conduzidos ao encontro dos íons Fe^{++} , formando o hidróxido metálico $Fe(OH)_2$, que se deposita na superfície do metal. O hidróxido

metálico não é estável e, na presença de água e oxigênio, se oxida, formando o hidróxido férrico $\text{Fe}(\text{OH})_3$, é a ferrugem comum, de cor avermelhada ou amarronzada. Conforme demonstra a Figura 2, a cada nova reação, o produto formado é mais volumoso que o original, podendo chegar a seis vezes o diâmetro original, causando problemas nos elementos atacados (BOLINA *et al.*, 2019).

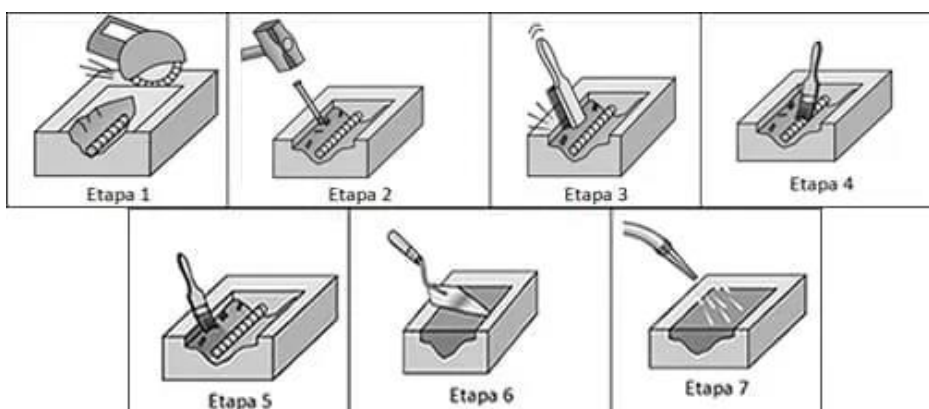
Figura 2 – Deslocamento do concreto devido a expansão da corrosão.



Fonte: Lodi (2021).

De acordo com Medeiros (2008), o tratamento das áreas afetadas pela corrosão, denominado na Engenharia Civil como reparos localizados, é realizado em sete etapas, que estão demonstradas na Figura 3.

Figura 3 - Etapas de tratamento da Corrosão na Armadura.



Fonte: Medeiros (2008).

A Etapa 1 consiste na delimitação da área com corte com serra circular. Em seguida, nas Etapas 2 e 3 é realizada a escarificação do concreto solto e deteriorado

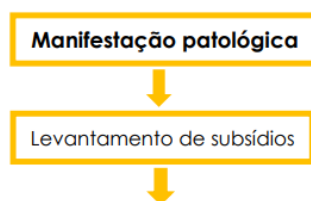
para a realização da limpeza do produto de corrosão formado, que pode ser feito de forma manual, com jato de areia ou jato de água. Na Etapa 4, realiza-se a pintura na superfície do metal para maior proteção e na Etapa 5 a aplicação de uma ponte de aderência. Na Etapa 6 preenche-se então com argamassa de reparo e na Etapa 7 realiza-se o acabamento da superfície. Por último, aguarda-se a cura da argamassa de reparo, geralmente feita com água da rede de abastecimento de água potável (MEDEIROS, 2008).

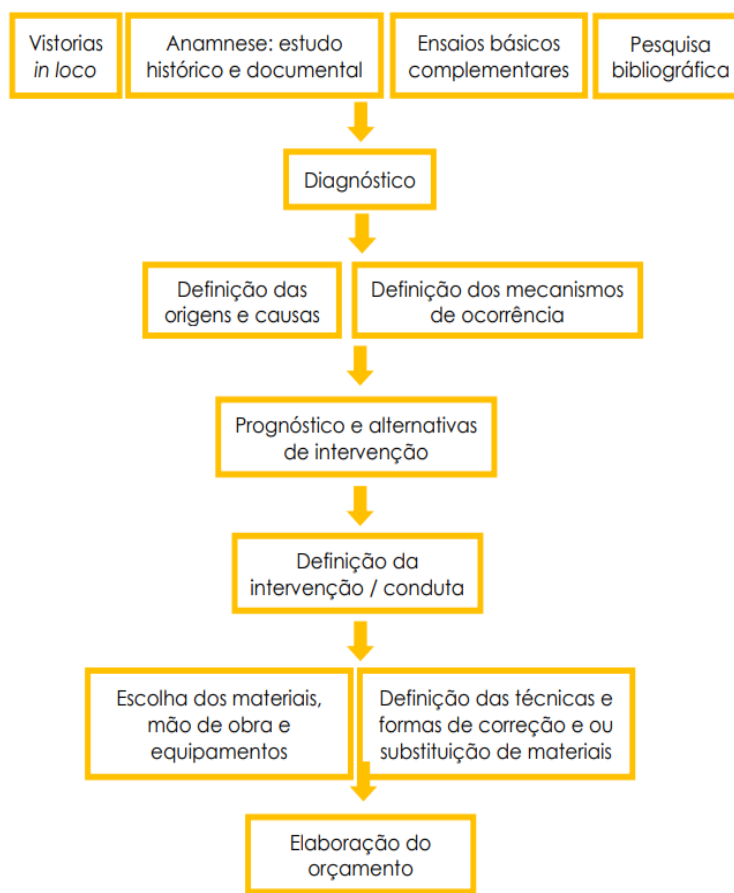
3 METODOLOGIA

As etapas deste trabalho foram baseadas na metodologia de Lichtenstein (1986) para resolução de problemas patológicos, sendo aplicadas as fases principais representadas pelo diagrama mostrado na Figura 4.

No processo de concepção, Helene (1992) indica investir mais tempo no detalhamento da estrutura, porque as falhas de projeto e planejamento são mais graves que as falhas oriundas de má execução e de qualidade dos materiais, ressaltando que assim evita-se a adaptações durante o processo de execução.

Figura 4 – Diagrama simplificado do método de Lichtenstein para resolução dos problemas patológicos.





Fonte: Adaptado de Lichtenstein (1986).

3.1 Levantamento de subsídios

Nessa etapa inicial, de acordo com a metodologia de Lichtenstein (1986), foram coletadas a maior quantidade de informações sobre o objeto de estudo, seu entorno e sobre os problemas patológicos identificados para entendimento dos fenômenos e seus mecanismos.

3.2 Vistoria in loco

Essa etapa apresentou uma abordagem voltada para a vistoria no local da edificação visando a identificação dos problemas patológicos existentes, locais críticos de danos e outros sinais de degradação que afetavam o desempenho da construção, através da inspeção visual, dos sentidos humanos e instrumentos para registro de imagens, como registros fotográficos, no entorno do teto e de todas as paredes

internas do 1º andar da residência, nos locais mais afetados, resultando em um mapeamento das degradações para posteriormente possibilitar a compreensão do fenômeno.

Segundo Antunes (2010) a atividade de vistoria deve proporcionar a determinação dos fenômenos que estão estabilizados ou não, decidir se há riscos imediatos e medidas urgentes e cabíveis a serem realizadas e ainda prever locais que necessitem de investigação mais rigorosa.

3.3 Anamnese – estudo histórico e/ou documental

De acordo com Bolina et al. (2019) a anamnese é a análise de documentos, projetos e do histórico da edificação. Essa etapa constitui numa pré-avaliação para caracterização da edificação em relação aos seus usuários e a sua história.

3.4 Ensaios básicos complementares

Essa fase considerou a execução de ensaios *in situ* com instrumentos de diagnóstico nas paredes e no teto dos cômodos internos do 1º andar e em materiais do objeto de estudo para detectar maiores informações sobre a real extensão do problema. Conforme descrito na Tabela 2, abaixo, foram realizados os seguintes ensaios: (a) ensaio não destrutivo; (b) técnica de diagnóstico simples; e (c) ensaio de percussão, preconizados pela NBR 13.749 (ABNT, 1996), que trata da especificação de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.

Tabela 2 - Instrumentos de diagnóstico e avaliação da obra.

| Instrumentos de Diagnóstico | Tipo | Objetivos |
|------------------------------------|--------------------------------|---|
| Lupa | Técnica de diagnóstico simples | Avaliar de modo geral as características dos materiais constituintes e da própria edificação em si. |
| Fissurômetro | Ensaio não destrutivo | Medir os movimentos ocorridos em pontos específicos na estrutura da edificação. |
| Marreta de Borracha | Ensaio de percussão | Detectar zonas de desprendimento na superfície de revestimentos. |

Fonte: Autores (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização e contextualização da edificação

O estudo de caso é uma residência unifamiliar de dois pavimentos que foi construída há aproximadamente, 30 anos por dois irmãos sem nenhum desenvolvimento de projeto e se encontra com apresentações características de mau uso e desgaste. A escolha do objeto de estudo foi motivada por uma série de questões, sendo a principal a relevância da reforma da edificação.

A residência possui formato retangular, executado no sistema estrutural apoiado em pilares, vigas e lajes de concreto armado com fechamento em alvenaria de bloco cerâmico de 6 furos com dimensões 10x10x20 cm e revestimento de cimento e argamassa. Possui 1º andar e atualmente sua reforma está sendo executada, conforme pode ser visto na Figura 5.

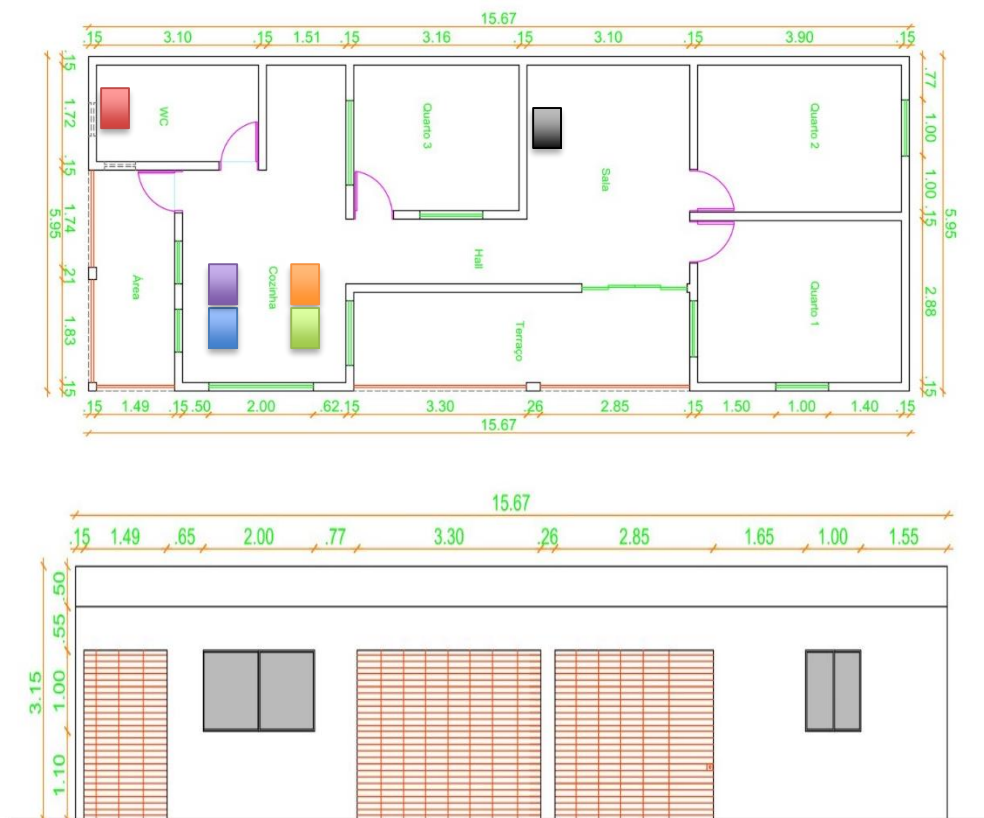
Figura 5 – Fachada do 1º andar da residência.



Fonte: Autores (2022).







A construção faz parte de um complexo de 9 cômodos no térreo e 9 cômodos no 1º andar, cujo total de área construída é de 96 m² (ver Figura 6).

Figura 6 – Mapeamento das patologias nos principais cômodos e detalhamento da fachada da edificação em estudo.



Fonte: Autores (2022).

Legenda:

| | | |
|--|--|---|
|  Infiltrações de Água |  Eflorescência |  Fissuras |
|  Bolor |  Descascamento da pintura |  Corrosão de armaduras |

Por meio de uma conversa informal com os proprietários do imóvel, foram levantadas algumas questões acerca do contexto da residência, considerando impressões e lembranças dos irmãos que foram também responsáveis pela construção da moradia.

Questionados sobre o revestimento interno da edificação, eles relataram que é comum o aparecimento de degradações no local, e que, particularmente nunca houve manutenção na residência depois que ela se tornou não habitável. Notou-se também um grande aparecimento de bolor no interior do prédio devido aos altos índices de umidade relativa do ar e do longo período de chuvas na Região Metropolitana do Recife, onde se localiza o município de Jaboatão dos Guararapes.

Sobre o entorno da casa, os proprietários comentaram que as construções de edificações vizinhas e as árvores internas acabaram por sombrear bastante a edificação, a qual, anteriormente, era completamente banhada pela luz solar.

Pela análise *in situ* e relato dos proprietários, pôde-se evidenciar que nunca houve manutenção preventiva. A reforma que será realizada posteriormente aos reparos estruturais, não causará danos de nenhuma espécie à estrutura existente.

4.2 Diagnóstico

A edificação analisada não tem projeto estrutural e nem arquitetônico. No ato da sua construção foram utilizados mecanismos dos quais desconhecemos e acreditamos não ter sido o ideal para elaborar a construção, principalmente na proporção fator água/cimento. Esses fatores facilitaram o aparecimento das manifestações patológicas.

Após a realização dos ensaios não destrutivos, foram detectadas manifestações patológicas como: bolor (mofo), eflorescência, trincas e fissuras, deslocamento do concreto e corrosão de armaduras (oxidação) resultantes da infiltração na laje, conforme demonstram as Figuras 7, 8, 9 e 10.

Figura 7 – Infiltração e bolor no teto da cozinha



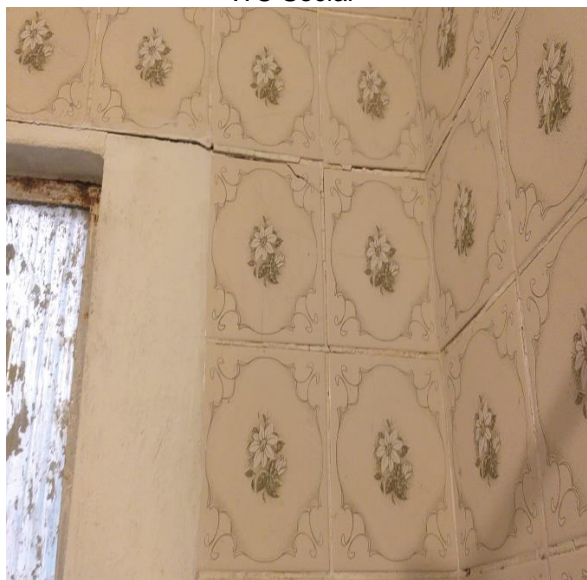
Fonte: Autores (2022).

Figura 8 – Descascamento de pintura e eflorescência no teto da cozinha



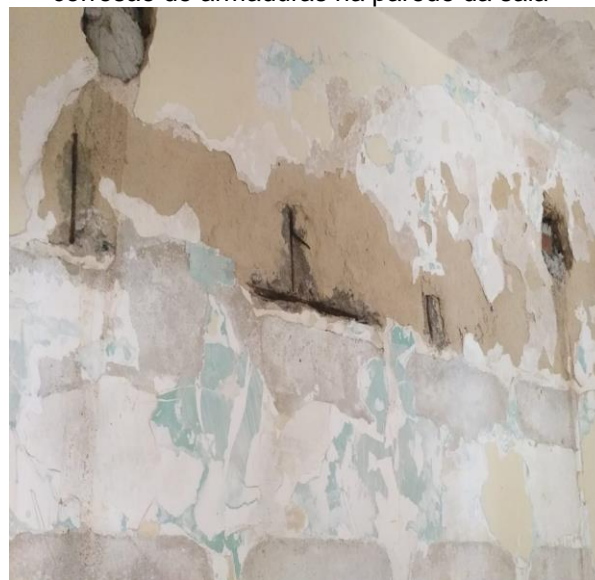
Fonte: Autores (2022).

Figura 9 – Fissuras (dilatação) na parede do WC Social



Fonte: Autores (2022).

Figura 10 – Deslocamento do concreto e corrosão de armaduras na parede da sala



Fonte: Autores (2022).

4.3 Prognóstico e alternativas de intervenção

Com a conclusão do diagnóstico, do levantamento das patologias e tendo os resultados dos ensaios, partiu-se para a etapa de indicação de conduta e de estratégias para as possíveis intervenções.

De acordo com Bolina et al. (2019), é fundamental, para observância dessa prática, que todas as fontes ou meios que originam os danos apresentados sejam extintos. Só então, é possível realizar as recomendações aplicando-se as técnicas adequadas a cada dano. Dessa forma, será possível chegar ao mais próximo possível das propriedades, tanto estéticas quanto funcionais da edificação.

Em que pese que as manifestações encontradas sejam pontuais, é preciso considerar a viabilidade de incluir todo o elemento danificado nas estratégias de reparo. Essa medida, a longo prazo, evita a possível ocorrência de retrabalho e de despesas excessivas com reparações (BOLINA et al., 2019).

O elemento mais impactado pelas patologias, nesse objeto de estudo é a argamassa de revestimento. Nesse caso, existe a possibilidade de recuperar o revestimento utilizando uma solução alternativa, pois não se sabe qual o tipo de elemento ou material foi utilizado na época da construção da edificação.

Tendo em vista esses aspectos, serão observadas algumas condutas a serem seguidas para o bom restabelecimento da edificação:

Deve-se prevenir a umidade accidental, fazendo reparos nos tubos de queda, calhas e condutores de água, que se encontram obstruídos com o acúmulo de folhas das árvores internas da residência.

Também é necessário fazer a aplicação de material impermeabilizante em toda a laje e sanar as possíveis causas de infiltrações e vazamentos no local.

Após o bloqueio das causas de degradação, é necessária a remoção dos materiais que apresentam deterioração, através das seguintes etapas:

Remoção das porções de revestimento afetadas por deslocamento e umidade nas paredes e teto dos cômodos, conforme levantamento patológico realizado. Em seguida, fazer o lixamento das paredes para que possam receber a demão de pinturas.

Fazer o lixamento dos elementos atingidos por corrosão e aplicação de protetor anticorrosivo.

Depois disso, deve-se promover uma completa assepsia dos locais que foram diagnosticados com bolor, de forma meticulosa, através das seguintes ações:

Realizar, cuidadosamente, a limpeza das paredes com água e sabão, eliminando quaisquer sujidades que possam servir como nutriente a organismos biológicos.

Fazer a descontaminação biológica por meio de biocidas de acordo com os micro-organismos existentes, que deverão ter a devida identificação.

O último passo, poderá ser o da reparação propriamente dita dos elementos degradados da seguinte forma:

As fissuras mapeadas são de fácil correção, recomendando-se que o profissional responsável faça uma raspagem no local e em seguida seja feita uma abertura na fissura com uma espátula em formato v. Dessa maneira ficará mais aparente a fissura para dar espaço para a aplicação do material vedante. Após esse procedimento é realizada uma remoção das partículas de pó para limpeza do local, que será preenchido com o produto de vedação. Logo após, deve-se realizar a aplicação do material vedante com auxílio de uma espátula para que seja preenchida toda a área de abertura da fissura. Após a aplicação do material, recomenda-se aguardar um período de secagem de 24 horas e posteriormente, após execução da

secagem por completo do material, ser dado início a atividade de regularização da superfície com auxílio de uma lixa. Por fim, logo após a superfície regularizada, deve-se finalizar o serviço com a pintura do local.

Fazer a aplicação de chapisco convencional e, também, de novas camadas de emboço e reboco nas partes em que foi removido o revestimento, compatibilizando os elementos novos e os já existentes na edificação.

Promover a realização de pintura nova em todos os cômodos afetados pelas patologias. É recomendável o uso de tintas acrílicas, com propriedades autolimpantes, pois oferecem maior resistência perante a umidade e tintas anticorrosivas que irão promover uma conservação mais eficaz da edificação.

Com todo o processo realizado, é fundamental, para uma conservação mais eficaz, a programação da manutenção preventiva da edificação, com planejamento de revisões, limpezas e reposição de elementos. Dessa maneira, conserva-se qualquer tipo de edificação, além de se adotar uma atitude responsável e comprometida com a sustentabilidade.

4.4 Definição da intervenção/ conduta

Considerando o levantamento das manifestações patológicas em cada cômodo e a definição dos mecanismos de ocorrências, para melhor objetividade e entendimento são recomendadas as intervenções destacadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Recomendações de intervenção por patologia diagnosticada.

| MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA | LOCAL | CAUSA APARENTE | INTERVENÇÃO RECOMENDADA |
|---|---------------------------------------|--|---|
| Infiltração | Figuras 7 e 8 - Teto (Cozinha) | A deficiência de impermeabilização acabou ocasionando todas as outras patologias, no geral, apresentando mudança de coloração e descolamento de pinturas. | Manutenção da impermeabilização das áreas molhadas na cobertura, conservar o ambiente seco e circulação de ar nos cômodos afetados. |
| Bolor (mofo) | | Devido a umidade no teto. | Eliminação da infiltração de umidade, possíveis vazamentos, realizar remoção/lavagem e uso de hidrofugantes nas superfícies das áreas afetadas. Optar por um novo revestimento com aditivos impermeabilizantes na argamassa. |
| Eflorescência | | Infiltração da água nos poros do concreto dissolveu os sais presentes no cimento e na cal, causando perda do hidróxido de cálcio, com a evaporação da água os sais se cristalizaram, acarretando em manchas de cor clara. | Eliminar eventuais infiltrações, remoção/lavagem da camada de concreto contaminada e aguardar secagem total da superfície. Optar pelo uso de cimentos com aditivos de pozolana (CP-IV) ou escória (CP-III) resistentes a sulfatos (RS), depois aplicar fundo preparador a base d'água para evitar manchas e acabamento e demão de tinta desejada. |
| Trincas e Fissuras | Figura 9 – Parede (WC Social) | Fissuras horizontais causadas por atuação de sobrecargas e pela tensão gerada através da variação de temperatura (parte externa em exposição ao sol), causando apenas danos estéticos a residência, não oferecendo nenhum tipo de risco as estruturas do imóvel. | Fazer uma raspagem no local e, em seguida, uma abertura na fissura com uma espátula em formato V e uma escova de aço, preenchimento da fissura com a aplicação de material vedante, após um período de 24h, fazer o lixamento e a pintura do local. |
| Desplacamento do concreto e corrosão de armaduras | Figura 10 – Parede (Sala) | Causadas por deficiência no cobrimento das armaduras e provavelmente um excesso de água no concreto tornando-o permeável e permitindo que a água em contato com o oxigênio penetrem até a armadura. | Escarificação do concreto, remoção da corrosão das armaduras, possível reforço estrutural das armaduras, colocação de adesivo de resina epóxi e lançamento da nova camada de concreto. |

Fonte: Autores (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as manifestações patológicas estruturais existentes no duplex localizado no bairro de Prazeres, no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, pôde-se perceber que as principais manifestações patológicas identificadas se relacionam com a falta de planejamento e controle durante a execução do imóvel até a inexistência de manutenções preventivas ao longo de sua vida útil.

Diante da ausência de um projeto, embasando a obra em sua concepção, esta foi erguida em cima dos conhecimentos dos seus próprios construtores sem a utilização de índices e normas que norteassem a obra, causando falhas no escopo do projeto e conseqüentemente na edificação.

Dentre as manifestações apresentadas foi identificado que a matéria-prima utilizada foi de baixa qualidade. Silva (2015), ratifica que a utilização de produtos fora das normas técnicas pode causar prejuízos como vazamentos, infiltrações e contaminação do solo. Para tanto, se faz necessário a existência de uma gestão de suprimentos, controle de qualidade dos materiais a serem utilizados e armazenamento em local adequado.

Durante as observações foi identificado também, um fator bastante corriqueiro nas construções, a umidade. De acordo com Souza (2008), as manifestações patológicas ocasionadas pela umidade são muito comuns no mundo da construção e estas podem gerar danos elevados, gerando gastos enormes em recuperação e reparo, que poderiam ser evitados com medidas simples preventivas. Villanueva (2015) ratifica o autor supracitado, complementando que a manutenção preventiva é a melhor solução.

Todavia, foi constatado no imóvel analisado que nunca houve manutenção preventiva.

Na medida que a edificação vai ficando mais velha é necessária uma maior frequência dessa manutenção, prezando pela segurança de seus usuários, evitando que alguma instalação apresente problema, trazendo baixo custo na edificação, pois o dano será muito menor, se observado no início.

A relevância da reforma desta edificação se dá pela intenção de torná-la habitável novamente, pois devido a sua estrutura apresentar muitas patologias, fez-

se necessária a execução de uma reforma objetivando extinguir possíveis riscos estruturais para os futuros moradores e concluir a estrutura necessária para viabilizar o suporte das caixas d'água e futuros projetos a critério do cliente.

Considera-se que a sistemática de análise e identificação das manifestações patológicas, bem como o método de intervenção proposto, podem ser aproveitados para estudos de danos e de recuperação de outras construções habitacionais com o objetivo de preservar ao máximo a estrutura da edificação.

Portanto, para que uma estrutura tenha uma longa duração sem apresentar manifestações patológicas todas as partes precisam estar com os processos em harmonia, começando pelo projeto, escolha dos materiais, execução, análise do ambiente, visando sempre a busca pela qualidade dentro da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118-3**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 3. ed. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575-2**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. 2. ed. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. 4. ed. Rio de Janeiro, 2013.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada em Brasília – Sistematização de incidência de casos**. Dissertação de mestrado em Estruturas e Construção civil, publicação E. DM-001 A/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF. Brasília, 2010.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 083/2006 – ES**. Tratamento de trincas e fissuras – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA, B. B. D. **Tipificação de patologias em revestimentos argamassados**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GUERRA, F. L.; CUNHA, E. G. da; SILVA, A. C. S. B. da; KNOP, S. **Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil.** Rio Grande do Sul, 2012.

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

Jornal de Patologia da Construção. **Informativo destinado à divulgação de problemas relacionados a patologias e deteriorizações em edificações.** Prédio também adocece... e, portanto, precisa ser tratado! Ano - Nº 2. Disponível em: <<http://www.padrao.eng.br>>. Acesso em: 20 set. 2022.

LICHTENSTEIN, Norberto B. **Patologia das construções** – Boletim técnico 06/86. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Companhia de Cimento Portland Ital. São Paulo, 1986.

LODI, V.H. **A corrosão das armaduras de concreto.** Artigo de análise do mecanismo da corrosão da armadura de concreto armado, Santa Catarina, 2021.

MASUERO, A. B. Notas de Aula. **Disciplina de Patologia das edificações. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Passo Fundo, 2017.

MEDEIROS, Marcelo H. F. **Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos.** Redação AECweb, São Paulo, jan. 2008. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos/6412>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

PRADO, Darci. **Planejamento e Controle de Projeto.** Belo Horizonte, MG, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. Série Gerencia de Projetos, Vol. 2.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudos dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções** – Análise de Casos. 95f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil), Curso da Faculdade de Santa Maria, Área de Concentração em Construção Civil. 2009.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: Pini, 1984.

SILVA, C. F. Site do IETEC, 2015. **Análise de falhas em projetos de construção civil**. Disponível em: <<https://www.ietec.com.br/clipping/2015/boletim/agosto/gp-agosto-analise-falhas-projetos-construcao-civil.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

SOUZA, M. F. Site do Minas Congressos, 2008. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Disponível em: <https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2022.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013451.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2022.