

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

BRUNO FAGUNDES RODRIGUES

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIO PÚBLICO NA
CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE**

Cajazeiras-PB
2023

BRUNO FAGUNDES RODRIGUES

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIO PÚBLICO NA
CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.

Cajazeiras-PB
2023

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

R696a	<p>Rodrigues, Bruno Fagundes. Análise de manifestações patológicas em edifício público na cidade de Juazeiro do Norte-CE / Bruno Fagundes Rodrigues. – 2023.</p> <p>50f. : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.</p> <p>Orientador(a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.</p> <p>1. Construção civil. 2. Edifícios públicos. 3. Manifestação patológica . 4. Manutenção predial. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.</p>
IFPB/CZ	CDU: 624:351.853

BRUNO FAGUNDES RODRIGUES

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIO PÚBLICO NA
CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 14 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 CÍCERO JOELSON VIEIRA SILVA
Data: 24/02/2023 15:20:07-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras
Orientador

Documento assinado digitalmente
 GASTAO COELHO DE AQUINO FILHO
Data: 24/02/2023 16:54:36-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Me. Gastão Coelho de Aquino Filho – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
 RAQUEL FERREIRA DO NASCIMENTO
Data: 27/02/2023 10:42:48-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a. Me. Raquel Ferreira do Nascimento – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedico este trabalho aos meus pais, Cícero e
Masa, com muito, muito amor!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, Cícero e Masa, a representação de amor verdadeiro por todo apoio durante a minha vida pessoal e profissional.

Às minhas irmãs, Jisaline e Gisane, sinônimo de companheirismo, união e amor. Que assim como os meus pais me deram forças para continuar no curso, apesar das dificuldades encontradas nesse período.

À minha namorada, Priciany Yarlla, que me apoiou e incentivou durante todos esses anos que estamos juntos, eu te amo.

Ao meu orientador, Cicero Joelson Vieira Silva, pela paciência e compreensão durante esse processo e estar sempre disposto a ajudar, me apoiando e buscando o meu melhor.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras pela oportunidade de trabalhos na área de pesquisa.

Aos meus amigos, Chrystian Tavares, Lucas Gomes, Diogo Viana, Marcus Lima e Wilson Marques, que estão comigo desde o início da faculdade nas alegrias e nas dificuldades de todo esse tempo, muito tempo.

RESUMO

Em consequência de inúmeras falhas no processo construtivo, as manifestações patológicas são cada vez mais frequentes, mesmo com o avanço de novas técnicas construtivas e novos materiais. Elas surgem por diversos motivos, como, por exemplo, umidade, falta de manutenção, entre outras, principalmente nas obras públicas, devido falhas nos projetos e na execução e falta de manutenção, causando desconforto e insegurança para seus usuários. O trabalho objetiva analisar as manifestações patológicas presentes em um edifício público na Cidade de Juazeiro do Norte – CE, descrevendo e reconhecendo possíveis causas a partir dos dados levantados. A pesquisa é um estudo de caso aplicado, já que visa explorar, descrever e explicar os problemas encontrados. Baseia-se em observações práticas, inspeções visuais e em documentação fotográfica. Foram identificados diversos problemas patológicos, incluindo fissuras, mofo, umidade, corrosão das armaduras, deslocamento de concreto e descascamento de pintura, devido a falhas de execução, ausência de projetos e manutenção que agravam os problemas existentes. A presença de projetos bem elaborados, a utilização de materiais adequados, o acompanhamento tecnológico dos serviços prestados, a par de adequadas práticas de manutenção preventiva, são medidas essenciais para prevenir a deterioração e degradação da estrutura e assegurar a sua durabilidade com o desempenho pretendido.

Palavras-Chave: falhas de execução; manutenção; manifestações patológicas; instituições públicas.

ABSTRACT

As a result of numerous flaws in the construction process, pathological manifestations are increasingly frequent, even with the advancement of new construction techniques and new materials. They arise for various reasons, such as humidity, lack of maintenance, among others, especially in public buildings, due to flaws in the design and execution and lack of maintenance, causing discomfort and insecurity for its users. The work aims to analyze the pathological manifestations present in a public building in the city of Juazeiro do Norte - CE, describing and recognizing possible causes from the data collected. The research is an applied case study, since it aims to explore, describe and explain the problems found. It is based on practical observations, visual inspections and photographic documentation. Several pathological problems including cracks, mould, humidity, corrosion of reinforcement, concrete peeling and paint peeling were identified, due to faulty execution, absence of projects and maintenance that aggravate the existing problems. Well-designed projects, the use of appropriate materials, technological monitoring of the services provided, along with adequate preventive maintenance practices are essential measures to prevent the deterioration and degradation of the structure and ensure its durability with the desired performance.

Keywords: execution failures; maintenance; pathological manifestations; public institutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferença da dimensão entre uma fissura (a), uma trinca (b) e uma rachadura (c).	19
Figura 2 – Mofo em parede.	21
Figura 3 – Mancha em parede.	21
Figura 4 – Eflorescência em piso.	22
Figura 5 – Mofo em muro.	24
Figura 6 – Tipos de fissuras em estruturas de concreto armado.....	26
Figura 7 – Corrosão da armadura.	28
Figura 8 – Exemplificação da carbonatação.....	29
Figura 9 – Localização da instituição.	30
Figura 10 – Dimensões do objeto de estudo.....	31
Figura 11 – Descascamento da pintura devido umidade.	34
Figura 12 – Degradação do reboco.....	35
Figura 13 – Deslocamento no piso da rampa de acessibilidade.	36
Figura 14 – Fissuras no piso devido a retração plástica.	36
Figura 15 – Manchas escuras na fachada.	37
Figura 16 – Rachadura na parede de fachada.	38
Figura 17 – Medição de rachadura com auxílio do fissurômetro.	38
Figura 18 – Base de concreto armado.	39
Figura 19 – Ação da umidade na base de concreto.	40
Figura 20 – Rebaixamento do solo junto a base.....	40
Figura 21 – Corrosão de armadura da base de concreto.....	41
Figura 22 – Base com armadura exposta.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da fissura quanto à abertura.....	19
Quadro 2 – Origem da umidade na construção.	20
Quadro 3 – Classificação das patologias.	25
Quadro 4 – Relação de fissuração em função das classes de agressividade ambiental.....	27
Quadro 5 – Relação do cobrimento em função das classes de agressividade ambiental.....	27
Quadro 6 – Resumo das manifestações patológicas detectadas na edificação.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras.	16
Gráfico 2 – Incidência dos principais sintomas das manifestações patológicas em estruturas de concreto.	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	CONCEITOS	16
3.2	ORIGENS	16
3.3	SINTOMAS	17
3.4	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	18
3.4.1	<i>Fissuras.....</i>	<i>18</i>
3.4.2	<i>Umidade.....</i>	<i>20</i>
3.4.3	<i>Eflorescência</i>	<i>22</i>
3.4.4	<i>Manchas, mofo e bolor</i>	<i>23</i>
3.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONCRETO ARMADO	24
3.5.1	<i>Fissuras e deslocamento do cobrimento.....</i>	<i>26</i>
3.5.2	<i>Corrosão</i>	<i>27</i>
3.5.3	<i>Carbonatação</i>	<i>28</i>
4	MÉTODO DA PESQUISA	30
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	31
4.2.1	<i>Revisão bibliográfica.....</i>	<i>32</i>
4.2.2	<i>Anamnese da edificação</i>	<i>32</i>
4.2.3	<i>Vistoria in loco.....</i>	<i>33</i>
4.2.4	<i>Diagnóstico e tipificação das manifestações patológicas encontradas</i>	<i>33</i>

4.2.5	<i>Sugestões de reparo</i>	33
5	RESULTADOS DA PESQUISA	34
5.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS PAREDES INTERNAS	34
5.1.1	<i>Deslocamento de pintura</i>	34
5.1.2	<i>Umidade</i>	34
5.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS ARQUIBANCADAS ..	35
5.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS FACHADAS	36
5.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS BASES DE CONCRETO	39
5.4.1	<i>Umidade</i>	39
5.4.2	<i>Erros construtivos e falta de reparos</i>	40
5.4.3	<i>Corrosão</i>	41
5.5	RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DETECTADAS.....	42
6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE	49

1 INTRODUÇÃO

A partir de março 2020, o Brasil e o mundo passam por uma imensa transformação em consequência de uma pandemia sanitária que acometeu todos os setores econômicos e sociais do país, cada um à sua maneira e intensidade. Alteração no convívio social, da relação de consumo e de geração de renda, levaram a uma grande mudança de paradigma na tentativa de superar a crise imposta pela pandemia de COVID-19 (COLARES; GOUVÊA; COSTA, 2021).

Uma das maneiras de evitar o contágio do vírus foi o distanciamento social, que paralisou diversas atividades consideradas não essenciais. Essa ação afetou alguns setores que já estavam em crise. A construção civil, que se encontrava em recuperação, foi um deles. Para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2021), a construção civil, por sua abundante mão de obra e alta demanda de empregos, mesmo informais, pode contribuir para a geração de renda, fortalecimento do setor e pode proporcionar desenvolvimento social.

Ainda assim, com todos os acontecimentos, o mercado da construção civil foi um dos primeiros a retomar suas atividades, até pelo fato de que, a maioria dos serviços e obras serem irregulares. Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU (2022), dentre 50 milhões de brasileiros que fizeram obras de reformas ou construção, 82% não contrataram serviços de profissionais tecnicamente habilitados, arquitetos ou engenheiros. São obras clandestinas, que não possuem registro de projetos e execução junto aos órgãos competentes. Dessa forma, torna-se inevitável as manifestações patológicas que, segundo a Norma Brasileira - ABNT NBR 15575-1 (2013), o conjunto dessas ações pode prejudicar o desempenho da obra.

Não distante de obras particulares, as obras públicas também têm suas falhas e irregularidades. Uma delas e talvez a mais preocupante é a falta de manutenção, a qual é a causadora do surgimento de diversos vícios construtivos, que reduzem o desempenho e, conseqüentemente, a durabilidade da edificação, além de pôr em risco a saúde e vida dos usuários.

De acordo com Lima *et al.* (2019), a correta identificação dos problemas patológicos permite ao pesquisador identificar em que etapa do processo elas ocorreram, se foi logo nos projetos, nas escolhas de material inapropriado ou de baixa qualidade, na execução, se não usada mão-de-obra adequada, na falta de fiscalização/acompanhamento

da obra ou falhas decorrentes da operação ou falta de manutenção.

Em relação ao avanço tecnológico, o setor da construção civil ainda é bastante atrasado quando comparado a outras indústrias. Avanço este, que é muito importante para o estudo de patologias nas edificações e outras áreas da engenharia civil. Para Florenzano (2022), a importância desse estudo a nível acadêmico está no aumento de acervo sobre o assunto, contribuindo na formação de futuros engenheiros e no aperfeiçoamento da execução de obras com maior eficiência e eficácia.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe fazer o levantamento das manifestações patológicas de edifício público na Cidade de Juazeiro do Norte-CE, descrevendo suas origens, causas e processos de intervenção para o reparo dos problemas identificados.

2 OBJETIVOS

Neste capítulo estão apresentados os objetivos necessários para o alcance dos resultados da pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as manifestações patológicas de um edifício público na Cidade de Juazeiro do Norte-CE, visando a preservação do patrimônio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir os resultados que se pretende alcançar, foram esboçados como objetivos específicos:

- identificar as manifestações patológicas, com auxílio de um *checklist*;
- apontar as possíveis origens e causas dos problemas encontrados;
- sugerir formas de recuperação das anomalias descobertas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Todos os conceitos, justificativas e características que vão nortear a sequência do trabalho, estão apresentados neste capítulo.

3.1 CONCEITOS

O termo Patologia, de origem grega (*páthos*, doenças, e *lógos*, estudo) é amplamente utilizada nas mais diversas áreas científicas como qualificador do objeto de estudo, que varia conforme o nível de especialização desejado (FRANÇA *et al.*, 2011).

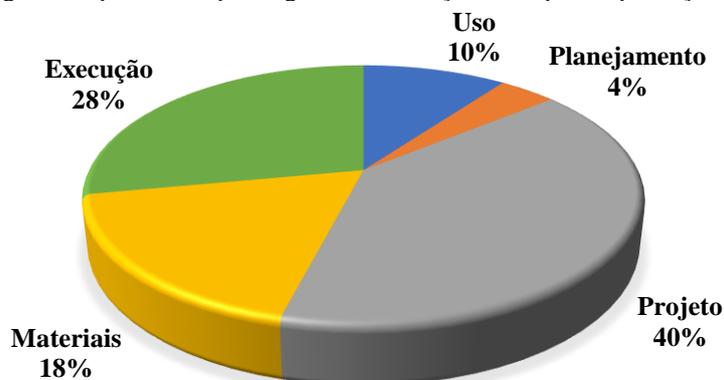
Na engenharia civil, o termo “patologia” refere-se ao estudo de análise dos problemas existentes nas edificações, sejam eles decorrentes da fase de execução ou ao longo da sua vida útil e que ameacem seu desempenho e a integridade de seus usuários (MEDEIROS, 2019).

As manifestações patológicas que surgem em uma edificação podem causar diversos problemas. Seu aparecimento é provocado por vários fatores, como falhas de projetos, erros de execução e tempo de uso (SILVEIRA, 2018).

3.2 ORIGENS

Berti, Silva Júnior e Akasaki (2019) determinam que a origem das manifestações patológicas se evidencia na etapa, ou etapas, do processo construtivo onde transcorreram erros, ou falhas, que geraram os problemas posteriores. Conforme Vitório (2005) as classificações da origem das patologias estão relacionadas aos processos de produção da construção, como indica o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras.



Fonte: Adaptado de Vitório, 2005.

Enquanto Pedro *et al.* (2002) estabelece a origem das patologias em quatro grupos:

- Congênita: ocorrem na fase do projeto, ou seja, na fase de planejamento da obra, por desrespeito às Normas Técnicas, omissões dos profissionais técnicos e erros.
- Construtiva: se desenrolam na fase de execução da obra, que decorrem da mão de obra desqualificada, produtos não certificados e inexistência de metodologia para assentamento de peças.
- Adquirida: transcorrem durante a vida útil dos revestimentos, procedem das adversidades do meio onde estão, podendo ser por causas naturais ou fruto da ação humana.
- Acidentais: são resultantes de fenômenos atípicos como, solicitação de carga incomum, chuva e ventos superior ao previsto ou então incêndio.

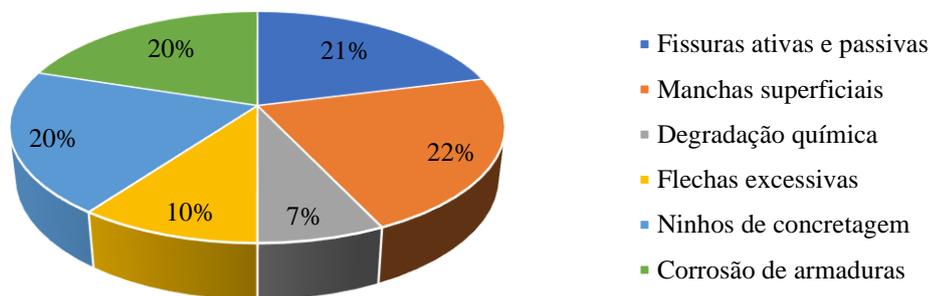
3.3 SINTOMAS

De acordo com Nascimento e Fontes (2021) a sintomatologia é o estudo e análise do agrupamento de sinais e sintomas analisados que apontam os estados doentes.

A maioria das manifestações patológicas é capaz de ser caracterizada e sua natureza determinada devido a apresentarem sintomas, também conhecidos por lesões ou danos, traços que podem ser visíveis na estrutura (BERTI; SILVA JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

Os sintomas mais frequentes que se apresentam nas edificações são: deformação excessiva, desagregações, deslocamentos, eflorescências, falhas de concretagem, fissuração, manchas de umidade, mau funcionamento das esquadrias, mofo e bolor, mudanças de coloração, problemas de ventilação e vibração excessiva (LIMA, 2012). Helene (1992) demonstra no Gráfico 2 os sintomas mais comuns que ocorrem nas estruturas de concreto.

Gráfico 2 – Incidência dos principais sintomas das manifestações patológicas em estruturas de concreto.



Fonte: Adaptado de Helene, 1992.

3.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Recentemente, a investigação de falhas na engenharia civil classificou previamente as manifestações patológicas em dois grupos, simples e complexas. As mais fáceis ou simples seriam aquelas que podem ser analisadas e resolvidas de forma convencional, caso em que são fáceis de identificar, diagnosticar e tratar, mesmo sem a necessidade de um especialista de alta qualidade (SOUZA; RIPPER, 2009).

Conforme Silveira (2018) fissuras, trincas, rachaduras, desgaste de concreto e corrosão de armaduras são as manifestações patológicas mais comuns. São as que mais amedrontam os habitantes, porque mesmo um leigo pode identificar sinais de perigo e danos estruturais. Ressaltando que um diagnóstico preciso é, obviamente, realizado por um profissional qualificado.

De acordo com Helene (1992) uma pesquisa sobre as várias manifestações patológicas que podem afetar os sistemas, é possível especular sobre sua natureza, princípios, fatores geradores e mecanismos de ocorrências de anomalias, permitindo estimar suas possíveis consequências.

Perante o exposto, serão examinadas as seguintes manifestações patológicas: fissura, umidade, eflorescência, manchas e bolor. Além disso, serão analisadas as falhas construtivas e falta de manutenção dos seguintes componentes: estrutural, cobertura e piso.

3.4.1 Fissuras

As fissuras são manifestações patológicas de maior ocorrência na construção civil, visto que chamam a atenção dos indivíduos, despertando-os para o fato de que alguma

anormalidade está ocorrendo ou pelo motivo de que dependendo da sua extensão e origem elas podem levar a estrutura a ruína, sentenciando-o o elemento estrutural na qual se localiza (NEGREIROS; TISATTO; ALVES, 2022).

Conforme Gonçalves (2015) é possível classificar as fissuras como ativas ou passivas. As fissuras ativas são as que modificam seus aspectos com o decorrer dos dias, mudando a sua extensão e gerando mais problemas para a estrutura. Enquanto as fissuras passivas não evidenciam nenhum tipo de variação em seus aspectos, mantendo-se inerte no decorrer do tempo.

De acordo com Oliveira (2012) fissuras podem suceder em pilares, vigas, lajes, alvenarias entre outros elementos da construção. Frequentemente suas causas estão associadas com as tensões dos materiais, que quando exigidos a uma aplicação superior a resistente sofre uma abertura que é categorizada conforme sua espessura. Em outras palavras, as fissuras maiores adquirirão nomenclaturas distintas, como: trinca, rachadura, fenda ou brecha. No Quadro 1 detalha a classificação da fissura quanto à abertura.

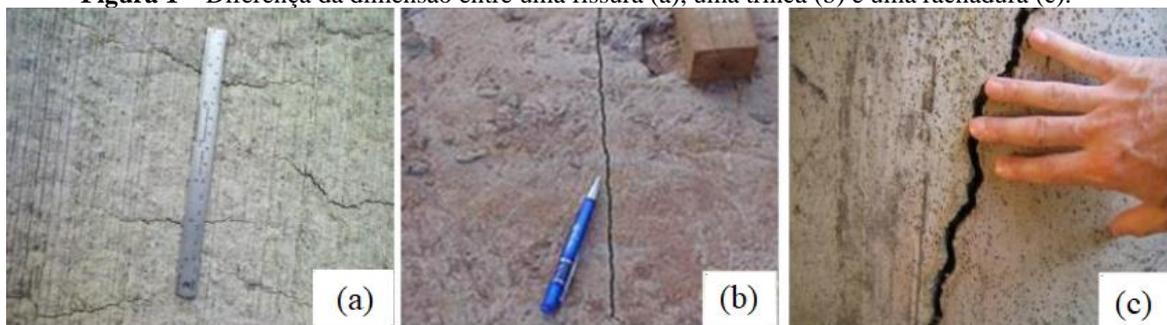
Quadro 1 – Classificação da fissura quanto à abertura.

Tipo de lesão	Abertura
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	de 0,5 mm a 1,5mm
Rachadura	de 1,5 mm a 5,0 mm
Fenda	de 5,0 mm a 10,0 mm
Brecha	acima de 10,0 mm

Fonte: Oliveira, 2012.

As fissuras costumam ser percebidas pelas pessoas como um sinal de que algo está acontecendo e danificando a estrutura, sendo necessária uma melhor observação para determinar a causa e a melhor forma de corrigi-la (BERTI; SILVA JÚNIOR; AKASAKI, 2019). Na Figura 1 pode-se observar a diferença quanto a dimensão de três tipos de leões: fissura, trinca e rachadura.

Figura 1 – Diferença da dimensão entre uma fissura (a), uma trinca (b) e uma rachadura (c).



Fonte: Fioriti, 2016.

3.4.2 Umidade

A umidade é um dos principais obstáculos relacionados a construção civil, sendo que ela se apresenta de inúmeras formas, por meio das chuvas, ar ou solo (PAIXÃO; AMARIO, 2022). Sendo assim, identificar as portas de entrada, nos posiciona um passo à frente, e nos viabiliza perceber as patologias que esta traz consigo (SANTANA, 2022). O Quadro 2 especifica as origens das umidades e os lugares de acontecimentos.

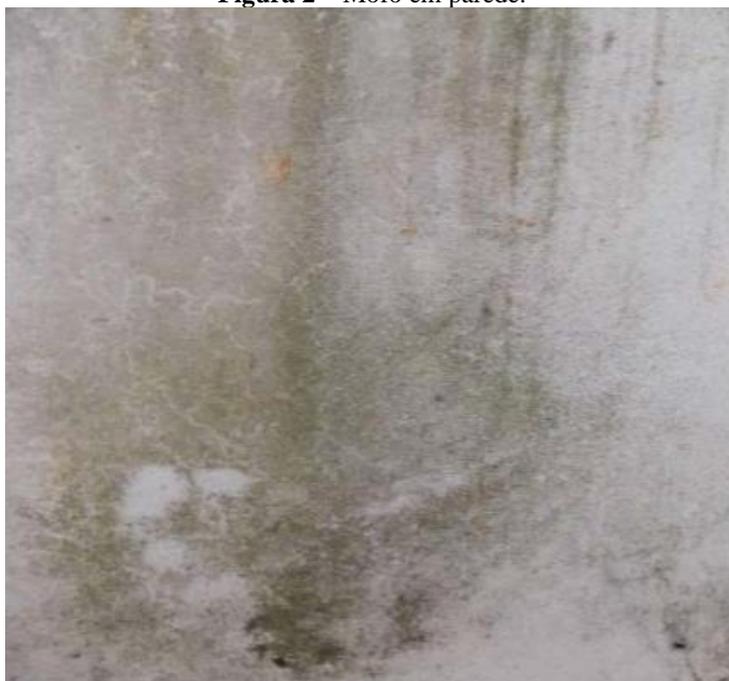
Quadro 2 – Origem da umidade na construção.

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Solo, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Parede, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptado de Klein, 1999.

De acordo com Verçoza (1991), a umidade não é somente uma causa patológica em si, ela também atua como um caminho para que várias outras surjam nas edificações, visto que ela é um dos motivos para surgimento de manchas, ferrugens, mofo, bolor, eflorescência, defeitos nas pinturas, perda de reboco e até mesmo ocasionar avarias dos elementos estruturais da construção. A Figura 2 demonstra o aparecimento de manchas na parede ocasionado pela umidade.

Figura 2 – Mofo em parede.



Fonte: Montecielo; Edler, 2016.

A indicação mais frequente de que há problema de umidade é a presença de uma mancha de cor distinta que ao ser examinada, se manifesta ora de forma fria, ora molhada e ora com superfície pulverulenta (SUPLICY, 2012). Como exemplo, a Figura 3 com manifestação de mancha na parede.

Figura 3 – Mancha em parede.



Fonte: Montecielo; Edler, 2016.

Souza (2008) reforça que quando os problemas de umidade surgem nas edificações, sempre trazem um imenso incômodo e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras, além de muito graves e de difíceis soluções, são exemplos desses problemas:

- prejuízos de caráter funcional da edificação;
- desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos residentes;
- danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- e diversos prejuízos financeiros.

3.4.3 Eflorescência

Ribeiro *et al.* (2018) estabelece que a eflorescência são formações de depósitos salinos na superfície dos revestimentos, alvenarias, concretos e argamassas, como consequência da sua exposição à água decorrente de infiltrações e intempéries, de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Eflorescência em piso.



Fonte: Souza, 2008.

No que diz respeito especificamente da eflorescência, é necessário ter em conta os determinantes do aparecimento desta patologia: sais solúveis nos materiais de construção, presença de água e pressão hidrostática. O aparecimento simultâneo desses três elementos resultará na formação da eflorescência. Referências a métodos de proteção

inerentes ao uso de concreto estrutural, erros de detalhamento, variações dimensionais, efeitos térmicos, inconsistências elétricas e hidráulicas de construção, sobrecargas imprevistas de estrutura, etc. Esses fatores, se analisados com atenção, podem prevenir e induzir manifestações patológicas como a eflorescência, e outras, como manchas, fissuras, flambagem e carbonatação (MORAIS, 2020).

Conforme Oliveira Junior (2018) é importante notar que a eflorescência não ocorre apenas em depósitos de cor branca. Elas podem aparecer de diferentes formas, como depósitos de cores marrons, verdes, amarelos, entre outros, dependendo de sua origem. Devido à forma como o desgaste aparece em superfícies como paredes, peças de cerâmica e outros, os problemas causados pelo desgaste são mais de natureza estética.

3.4.4 *Manchas, mofo e bolor*

Segundo Nóbrega e Delgado (2019) a saturação de água nos materiais sensíveis à umidade ocasiona o surgimento de manchas típicas e subsequente deterioração, sendo capaz de intercorrer em várias partes da edificação, como paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado e outros.

As manchas de umidades podem ter inúmeras procedências, por exemplo, infiltrações nos telhados, vazamentos na rede pluvial, vazamentos em lajes de cobertura e terraços, etc. (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017). Apresentando-se em três cores, marrom, verde e preto, proveniente de diferentes causas, as manchas marrons estão relacionadas à ferrugem, já as verdes e pretas estão associadas ao efeito da umidade na alvenaria, criando um ambiente propício para mofo e bolor (BAUER, 2009), tal como a Figura 5.

Figura 5 – Mofo em muro.



Fonte: Hussein, 2013.

De acordo com Cechinel e Vieira (2007) a presença de mofo e bolor é bastante comum em ambientes úmidos, quentes, com pouca luz e circulação de ar, sendo causados por fungos vegetais que se implantam na madeira e na alvenaria. Eles produzem enzimas ácidas que corroem, tornando o revestimento pulverulento.

O emboloramento nada mais é do que uma mudança detectável macroscopicamente na superfície de vários materiais, resultado do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos (SOUZA, 2008).

3.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONCRETO ARMADO

O concreto armado é um sistema de grande utilidade na engenharia civil, obtido a partir da composição de cimento, agregados graúdos e miúdos, água e barras de aço convenientemente posicionados. O concreto pode conter aditivos que também afetam seu desempenho (OLIVEIRA; CARDOSO, 2018).

Segundo Bastos (2019) o concreto armado agrega as propriedades do concreto (baixo custo, durabilidade, boa resistência à compressão, ao fogo e à água) com as propriedades do aço (ductilidade e excelente resistência à tração e compressão), que permite a construção de elementos com as mais diferentes formas e volumes, com relativa celeridade e facilidade, para os mais diversos tipos de obra.

Embora o concreto armado seja uma combinação inteligente de versatilidade e durabilidade, está sujeito a vários tipos de degeneração, que podem ser ocasionados por uma abundância de mecanismos. Entre eles, verificou-se que a corrosão de armaduras

apresentou a maior incidência e o maior dano econômico causado aos países (CARMONA, 2005).

Conforme Souza (2019) é importante ressaltar que as patologias, apresentam particularidades e acontecem devido a especificidades definidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação das patologias.

Tipo	Subdivisão	Posição	1° Causa	2° Causa	Medidas	Tempo
Assentamento plástico	Na armadura	Seções espessas	Exsudação excessiva	Secagem rápida	Revibração ou redução de exsudação	10 minutos a 3 horas
	Arqueamento	Topos pilares				
	Variação profundidade	Lajes variáveis				
Retração plástica	Diagonal	Lajes e pavimentos	Secagem rápida prematura	Exsudação lenta	Melhorar cura inicial	30 minutos a 6 horas
	Aleatória	Lajes	Secagem rápida prematura ou armadura próxima da superfície			
	Na armadura	Lajes armadas				
Contração térmica prematura	Restrição interna	Paredes espessas	Calor excessivo	Resfriamento rápido	Reduzir o calor ou isolar	1 a 2 dias ou 3 semanas
	Restrição externa	Lajes espessas	Gradiente Térmico excessivo			
Retração hidráulica a longo prazo	-	Lajes e paredes delgadas	Juntas ineficazes	Retração excessiva, cura ineficiente	Reduzir a água, melhorar a cura	Algumas semanas ou meses
Gretamento	Junto as formas	Paredes	Formas impermeáveis	Misturas ricas, cura inadequada	Melhorar a cura e acabamento	1 a 7 dias, as vezes mais tarde
	Concreto desempenho	Placas	Acabamento excessivo			
Corrosão da armadura	Carbonatação	Colunas e vigas	Cobrimento inadequado	Concreto de baixa qualidade	Eliminar causas inadequadas	Mais de 2 anos
	Cloreto					
Reação álcali-agregado	-	Locais úmidos	Agregado reativo e cimento com alto teor de alcalis	-	Eliminar causas inadequadas	Mais de 5 anos
Bolhas	-	Lajes	Água de exsudação aprisionada	Usar desempenadeira metálica	Eliminar causas inadequadas	Ao toque
Fissuração	-	Bordas de placas	-	Agregado danificado por congelamento	Reduzir tamanho do agregado	Mais de 10 anos

Fonte: Adaptado de Neville, 1997.

Souza (2019) ainda reforça que a partir da comprovação da causa e patologia, podem ser tomadas ações preventivas e corretivas que também são específicas para cada

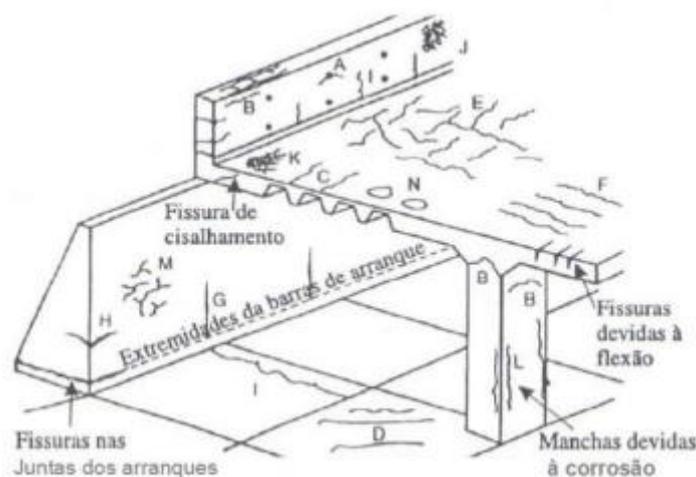
caso. No entanto, cada tipo de patologia se desenvolve em algum momento após uma atividade defeituosa específica.

3.5.1 Fissuras e deslocamento do cobrimento

A manifestação de fissuras no concreto armado ocorre por baixa resistência do concreto à tração, caracterizando-se por um fenômeno natural, ainda que indesejado. Elas também aparecem devido ao fenômeno da retração no concreto (BASTOS, 2019).

De acordo com Souza (2019) as fissuras são uma das patologias mais comuns que as estruturas de concreto podem apresentar. Na Figura 6 são retratados alguns tipos de fissuras.

Figura 6 – Tipos de fissuras em estruturas de concreto armado.



Fonte: Neville, 1997.

Seguindo as orientações da Norma Brasileira – ABNT NBR 6118 (2014) é inevitável a presença de fissuras em elementos estruturais de concreto armado, em consequência da baixa resistência do concreto à tração. Busca-se controlar a abertura das fissuras, tendo em vista a obtenção de bom desempenho referente à proteção das armaduras no que concerne à corrosão e à aceitabilidade dos usuários. Dessa forma, se estabelece que a abertura máxima característica das fissuras não ultrapasse os limites estabelecidos entre 0,2 mm e 0,4 mm, pois sob a ação das combinações frequentes, não possui importância significativa na corrosão das armaduras. Sob outra perspectiva, como apresentado no Quadro 4, pode-se observar que esses limites devem ser mais restritos em função direta da agressividade ambiental referente a estrutura.

Quadro 4 – Relação de fissuração em função das classes de agressividade ambiental.

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	-
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	

Fonte: Adaptado ABNT NBR 6118, 2014.

O cobrimento de armadura é definido pela espessura da camada de concreto encarregado de proteger a armadura de um elemento estrutural. A camada tem início na face mais externa da barra de aço e se expande até a superfície externa do elemento em contato com o meio ambiente (BASTOS, 2019). Enquanto a ABNT NBR 6118 (2014) determina que o cobrimento mínimo da armadura é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de todo o elemento considerado. Sendo assim, foi estipulado valores para evitar o aparecimento e progressão da corrosão de armaduras, conforme exposto no Quadro 5.

Quadro 5 – Relação do cobrimento em função das classes de agressividade ambiental.

Tipo de estrutura	Complemento ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo	30		40	50

Fonte: Adaptado ABNT NBR 6118, 2014.

3.5.2 Corrosão

A corrosão é a relação destrutiva entre o material e o ambiente, visto que na corrosão de armadura esse fenômeno ocorre através do mecanismo eletroquímico que é possível ser acelerado por agentes agressivos presente no interior ou exterior do concreto (HELENE, 1992).

É importante compreender a diferença entre oxidação e corrosão. Em comparação com a corrosão dos vergalhões, a oxidação das armaduras é menos agressiva, e algumas superfícies são oxidadas, isto é, o aço reage formando uma película de óxido de ferro, pois não precisa estar em contato com a água. Portanto, por ser um impacto de superfície, não alterará a seção da barra, e não prejudicará a resistência do aço, podendo ser usado normalmente. Já a corrosão é um processo mais agressivo para as armaduras, pois

acumula ferrugem nas barras, alterando sua seção e afetando sua resistência e uso. À custa de um ambiente úmido, as armaduras são expostas à água e ao oxigênio, o que cria um processo eletroquímico que provoca a formação de ferrugem nas barras, tendo em conta que qualquer ferrugem levará a uma expansão da seção das barras, fazendo com que o concreto se expanda levando a fissuração (NASCIMENTO; FONTES, 2021).

De acordo com Oliveira e Cardoso (2018) a corrosão de armaduras é uma ocorrência muito inesperada nas estruturas de concreto armado. Referente à deformação lenta, esse processo normalmente se inicia quando ocorre uma fissura e assim os agentes agressivos se introduzem no concreto até alcançarem a armadura, acarretando o fenômeno da despassivação. A Figura 7 traz um exemplo de corrosão da armadura ocasionada pela umidade.

Figura 7 – Corrosão da armadura.



Fonte: Ferraz, 2016.

. Berti, Silva Júnior e Akasaki (2019) alerta sobre a corrosão da armadura, afirmando que é um processo gradativo, que piora com o tempo e a cada redução na seção da armadura, a integridade estrutural é comprometida, ocasionando o colapso de toda a estrutura.

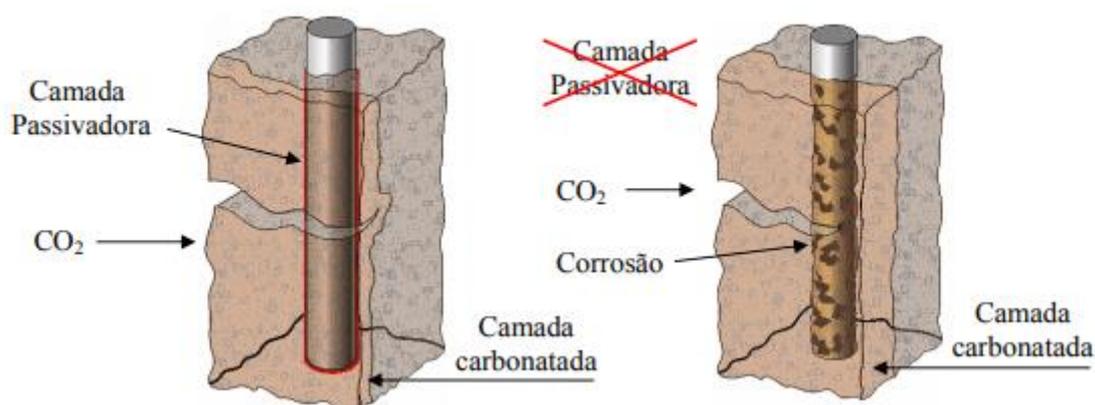
3.5.3 Carbonatação

De acordo com Carmona (2005) a reação química entre os componentes do cimento hidratado e o dióxido de carbono (CO_2) é chamada de carbonatação. Essas

reações são responsáveis por reduzir o pH da solução intersticial nos poros de concreto e, ao atingir a profundidade da armadura, submetem-na às condições do processo corrosivo.

Conforme Bastos (2019) a carbonatação começa na superfície da peça e progride para o interior do concreto, fazendo com que a alta alcalinidade do concreto reduza de um pH aproximado a 13 para um valor em torno de 8. A alta alcalinidade do concreto leva à formação de uma camada passivante de óxidos, que resiste e adere à superfície das barras de armadura dentro das peças de concreto armado, protegendo assim a armadura da corrosão. Quando a frente de carbonatação atinge a armadura, ela destrói a camada protetora, causando a corrosão da armadura, que acontece com a expansão do volume, e provoca o aparecimento de fissuras, deslocamento do concreto de cobertura aderente à armadura, e principalmente a redução da área de armadura. A Figura 8 apresenta corrosão da armadura em consequência da carbonatação.

Figura 8 – Exemplificação da carbonatação.



Fonte: Tula Sanabria, 2000.

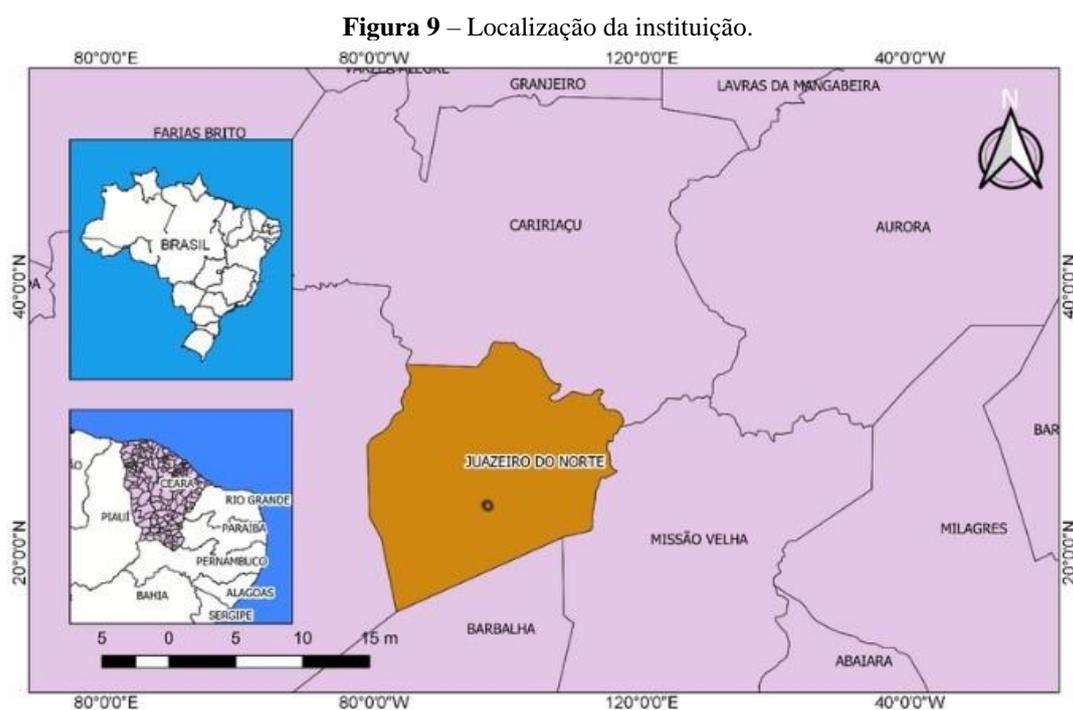
A velocidade de progressão da frente de carbonatação depende de vários fatores, entre os quais pode-se citar está a concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, a porosidade, o grau de fissuração, a temperatura e umidade do ambiente em que o concreto está incluído. O benefício da carbonatação está na aquisição de aditivos que possa preencher alguns dos indesejados vazios internos do concreto. (NASCIMENTO; FONTES, 2021). Os cuidados incluem evitar que agentes agressivos penetrem no concreto. O cobrimento das armaduras e o controle da fissuração reduz esse efeito, sendo aconselhável um concreto de baixa porosidade (ABNT NBR 6118, 2014).

4 MÉTODO DA PESQUISA

Os materiais e métodos necessários para alcançar os objetivos da pesquisa, estão apresentados neste capítulo.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A instituição, objeto de estudo, é uma edificação pública que funciona atualmente a Secretaria de Cultura do município, situada na Cidade de Juazeiro do Norte-CE, Figura 9. É um patrimônio municipal de suma importância para o desenvolvimento do município e serve de ponto de apoio para toda a comunidade local, sendo utilizado não só para a sua função primordial, mas sim para o que a população necessitar. Foi inaugurada no ano de 2003.



Fonte: Adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022.

A edificação possui, aproximadamente, 2000 m², Figura 10, possui um anfiteatro sob demanda para suprir as necessidades dos grupos de tradição, como reisado e lapinha, dentre outras atividades culturais.

O local conta com 11 salas e possui uma arquibancada para aproximadamente 200 pessoas, funciona das 8 h às 17 h de segunda a sexta-feira. A instituição atende em média 50 pessoas por dia e trabalham atualmente 18 funcionários.

Figura 10 – Dimensões do objeto de estudo.

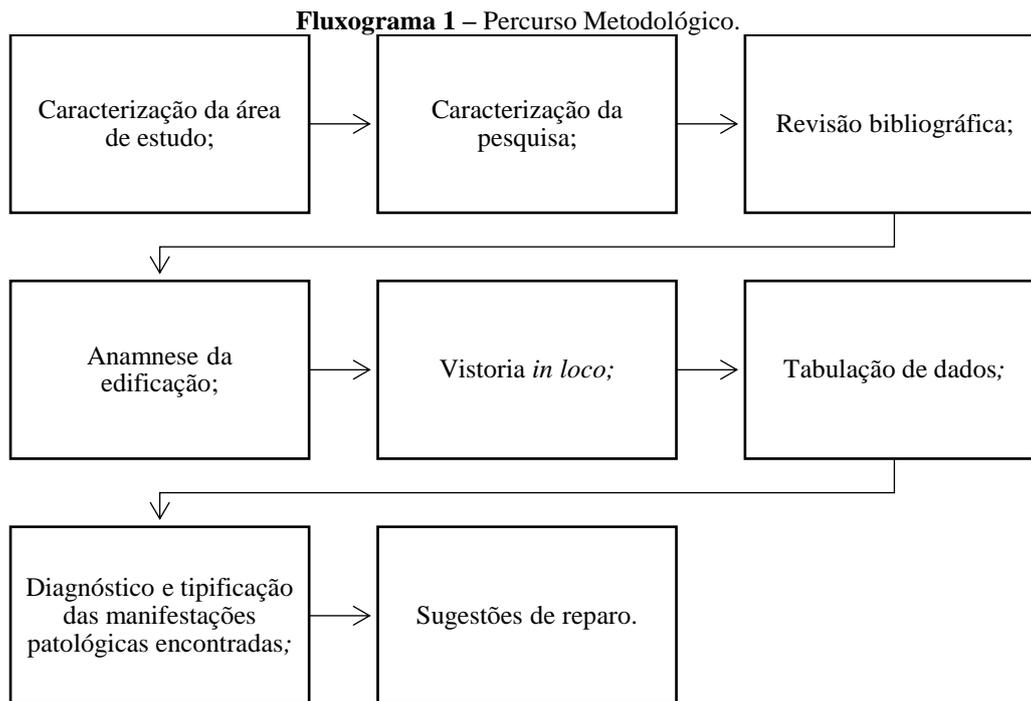


Fonte: Adaptado do Google Earth, 2022.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O intuito do projeto é abordar uma pesquisa qualitativa, que segundo Machado (2021), é realizada a partir de análises, de maneira geral, indutiva. O estudo em questão é aplicado por gerar conhecimentos para aplicações práticas com o objetivo de solucionar problemas específicos (COELHO, 2019). Além disso, é uma pesquisa descritiva, que objetiva caracterizar certo fenômeno descrevendo suas características e explicativa, que visa identificar os fatores que determinam os acontecimentos e explicar o porquê. Como procedimento a pesquisa é estudo de caso, já que exige um estudo aprofundado do assunto com o objetivo de buscar detalhamento da verificação (PEREIRA *et al.*, 2018).

Todo o percurso metodológico está descrito no Fluxograma 1, nele contém as etapas que foram desenvolvidas desde o início até a conclusão do trabalho.



Fonte: Autor, 2022.

4.2.1 *Revisão bibliográfica*

Para obter informações necessárias relacionadas ao objetivo do estudo, foi realizado levantamento bibliográfico de artigos científicos, normas técnicas, livros, manuais, monografias, dissertações, teses, etc. Os referidos materiais, foram pesquisados em plataformas de pesquisas como o Portal de Periódicos da Capes, Scielo, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Science, repositórios de Universidades e Institutos Federais, etc.

A busca pelas literaturas foi realizada por palavras-chave, com o intuito de filtrar trabalhos voltados ao tema, nas plataformas supracitadas. Foram selecionadas pesquisas atuais, em periódicos confiáveis e com Qualis e Fator de Impacto de qualidade.

4.2.2 *Anamnese da edificação*

Nessa etapa foi realizado um estudo do histórico da edificação, além de uma análise dos projetos e documentos, através de conversas informais com funcionários e usuários da instituição, bem como consulta na Secretaria de Infraestrutura do município.

4.2.3 *Vistoria in loco*

Com o intuito de analisar as manifestações patológicas da estrutura, foram efetuadas visitas e inspeções, com auxílio de *checklist* (APÊNDICE) e câmera fotográfica para registro dos problemas encontrados. Por falta de equipamentos específicos, não foram realizados ensaios de caracterização, sendo feita somente uma análise visual e tátil de tais vícios construtivos. Foram executadas duas visitas semanais durante 60 dias para acompanhamento da evolução dos fenômenos observados.

4.2.4 *Diagnóstico e tipificação das manifestações patológicas encontradas*

Após análise das imagens capturadas *in loco* e com as informações obtidas no *checklist* fora realizado um diagnóstico das manifestações patológicas encontradas de acordo com as bibliografias estudadas. Em seguida foram tipificadas cada anomalia, segundo o subsistema construtivo em que se encontra, bem como o mecanismo de ocorrência.

4.2.5 *Sugestões de reparo*

São necessárias intervenções para restaurar o desempenho da estrutura quando se apresenta de maneira insatisfatória. Devem-se explorar opções para reparar, recuperar, reforçar ou, na pior hipótese, decretar a falência da estrutura. Diante disso, após identificação e tipificação das manifestações, foram sugeridas ações de reparos para a mesma, soluções eficazes e eficientes para que a edificação possa seguir suas atividades previstas em projeto, sem risco para os seus usuários.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Com base na etapa de coleta de dados, este capítulo apresenta os resultados da pesquisa juntamente com uma avaliação e discussão desses resultados.

5.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS PAREDES INTERNAS

Nesta seção estão descritas todas as manifestações patológicas identificadas nas paredes internas da instituição.

5.1.1 *Desplacamento de pintura*

Como pode-se observar na Figura 11, houve descascamento da pintura devido à infiltração de umidade. Esse problema pode ser resultado da preparação inadequada do substrato, tinta inapropriada para ser aplicada ao local ou falta de tratamento com selantes.

Figura 11 – Descascamento da pintura devido umidade.



Fonte: Autor, 2022.

Para corrigir o descascamento deve raspar ou escovar toda a superfície até a remoção total das partes soltas, em seguida aplicar o preparador de parede para receber o acabamento de uma nova tinta.

5.1.2 *Umidade*

Com a presença da umidade os sais contidos nos materiais de construção, são transportados com a água para dentro do reboco, quando esta umidade é evaporada os sais são recristalizados no interior do reboco. Após a cristalização são criadas tensões que

acabam separando as partículas do reboco, criando trincas e fraturas, fazendo com que o reboco perca sua coesão. A Figura 12, mostra a degradação do reboco devido a um fenômeno chamado criptoflorescência.

Figura 12 – Degradação do reboco.



Fonte: AUTOR, 2022.

De acordo com Crispim (2021), a impermeabilização na execução da obra evitaria tal manifestação, como não foi realizada, uma solução para tal problema é a retirada do reboco deixando a parede com tijolo aparente, ficando a amostra toda a área afetada pela umidade. Limpar em seguida toda a região com o intuito de retirar todo o vestígio de fungo e umidade, logo após aplicar uma argamassa polimérica impermeabilizante e quando secar, fazer um novo reboco.

5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS ARQUIBANCADAS

Observa-se na Figura 13, o deslocamento no piso industrial da arquibancada na rampa de acessibilidade. Essa delaminação caracteriza-se pelo deslocamento da camada superficial do concreto, muito densa e que é separada do restante da massa por uma fina película de água e/ou ar. Ela é vista como das mais sérias patologias de piso de concreto, pelo enorme número de ocorrências verificadas e pela dificuldade da tarefa de identificação de suas causas, pois, em geral, tem mais de uma atuando simultaneamente. A recuperação da delaminação é realizada com a aplicação de argamassa cimentícia ou a base de epóxi.

Figura 13 – Desplacamento no piso da rampa de acessibilidade.



Fonte: Autor, 2022.

As fissuras no piso, Figura 14, devido retração plástica surgem na superfície do concreto ainda seco. Esse fenômeno é causado pela rápida perda de umidade induzida por uma combinação de fatores: temperatura do ar e do concreto, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Segundo Vieira (2017), o procedimento de recuperação das fissuras é de acordo com o tamanho da abertura, as que tem menos de 0,3 mm devem receber no mínimo, duas demãos de endurecedor de superfície, a base de lítio.

Figura 14 – Fissuras no piso devido a retração plástica.



Fonte: Autor, 2022.

5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS FACHADAS

A fachada é a primeira barreira protetora da edificação, tornando-a um sistema que está diretamente em contato com intempéries, tornando-se necessário entender o

ambiente ao qual está exposta. No Juazeiro do Norte-CE tem uma média de precipitação anual de 640 mm.

Com isso pode-se identificar algumas manifestações patológicas, como manchas escuras e esverdeadas. De acordo com a Figura 15, pode-se observar essas manchas que são manifestações bem comuns na construção civil, e uma das principais causas é a água da chuva, que pode trazer diversos contaminantes consigo.

Figura 15 – Manchas escuras na fachada.



Fonte: Autor, 2022.

Dada que a maioria das manifestações patológicas encontradas nesse edifício foram causadas pela umidade, não é surpreendente encontrar mofo e bolor na edificação, pois a umidade é necessária para a proliferação de tais vícios, o que resulta nas manchas úmidas e esverdeadas.

A origem do problema é causada por falhas no projeto e execução, os muros não possuem pingadeiras e a tinta utilizada não é acrílica. Conforme Crispim (2021), para reverter essa situação, deve-se ser realizado uma limpeza profunda em toda a área afetada, com água e hipoclorito de sódio, após deixar o produto agir como indicado pelo fabricante, lavar com água corrente e auxílio de lavadoras de alta pressão. Depois da área completamente seca, uma tinta acrílica com agentes fungicidas deve ser aplicada na superfície.

Rachaduras foram identificadas na fachada, conforme Figura 16. Elas são mais profundas, acentuadas e maiores que 3 mm, que foi confirmado com o auxílio de um

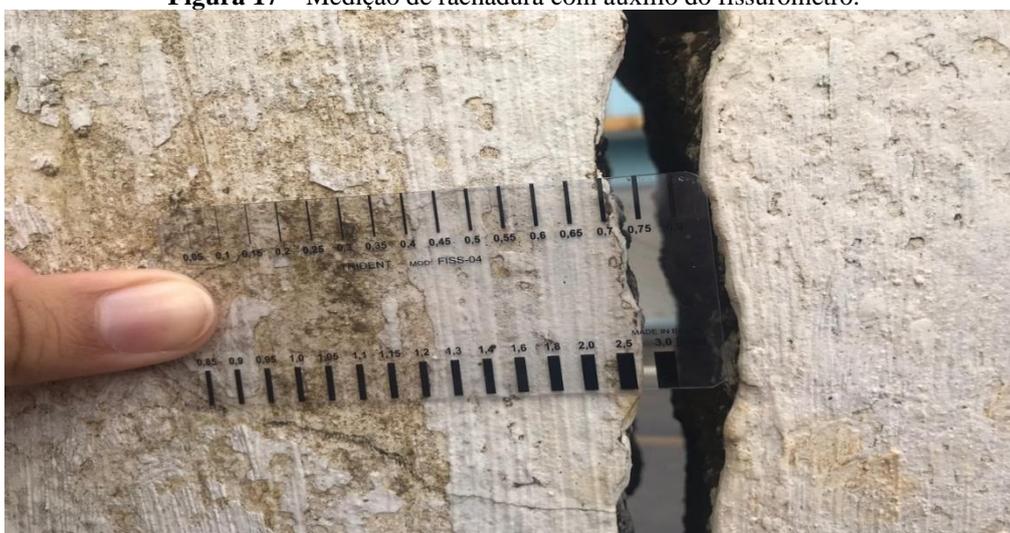
fissurômetro, de acordo com a Figura 17. Abriram pequenas frestas, possibilitando a entrada de luz, água e ar. A possível causa é que a estrutura da fundação começou a ceder, a conduta a seguir é isolar o local e acompanhar de perto com medições periódicas a rachadura para saber se ela está ativa ou inativa, para com isso tomar a decisão correta.

Figura 16 – Rachadura na parede de fachada.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 17 – Medição de rachadura com auxílio do fissurômetro.



Fonte: Autor, 2022.

5.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS BASES DE CONCRETO

A instituição é coberta por estrutura metálica, sua fundação é uma base de concreto armado que recebe seus pilares de metal, Figura 18. Nessas bases foram identificadas inúmeras manifestações patológicas.

Figura 18 – Base de concreto armado.



Fonte: Autor, 2022.

5.4.1 *Umidade*

Todas as bases de concreto sofrem o desgaste da umidade, uma em estágio mais avançado do que outras, conforme Figura 19, que se deu possivelmente por falhas no projeto e execução. Falta de impermeabilizantes é um dos fatores mais recorrentes e por se tratar de uma obra antiga é a causa mais provável.

Figura 19 – Ação da umidade na base de concreto.



Fonte: Autor, 2022.

5.4.2 Erros construtivos e falta de reparos

Em uma das bases de concreto, passa ao lado a rede de tubulação de águas pluviais, Figura 20. Que apresenta em sua estrutura um possível erro construtivo ou no mínimo um descuido e/ou falta de manutenção da rede, que ocasionou um rebaixamento do solo próximo à fundação.

Figura 20 – Rebaixamento do solo junto a base.



Fonte: Autor, 2022.

5.4.3 Corrosão

Na Figura 21, pode-se observar que a armadura da base já está em processo de corrosão. A infiltração e o deslocamento do revestimento, favoreceu a infiltração de águas pluviais, acometendo assim a estrutura às condições de instauração de mecanismos de degradação estrutural. E de acordo com a Figura 22, uma imagem mais nítida, pode-se identificar em uma base de concreto armado, infiltração, deslocamento do material, corrosão e exposição da armadura.

Figura 21 – Corrosão de armadura da base de concreto.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 22 – Base com armadura exposta.



Fonte: Autor, 2022.

O tratamento dessas anomalias consiste na lavagem da superfície com produtos fungicidas. A presença de infiltração é um dos mecanismos agravantes dessa patologia,

sendo necessária a impermeabilização da superfície na estrutura, criando uma película protetora capaz de sanar a absorção de água.

5.5 RESUMO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DETECTADAS

No Quadro 6 pode-se observar um resumo das manifestações patológicas identificadas na edificação.

Quadro 6 – Resumo das manifestações patológicas detectadas na edificação.

Edificação	Subsistema afetado	Manifestação patológica
Edifício público na cidade de Juazeiro do Norte - CE	Revestimento	Desplacamento de pintura
	Piso	Desplacamento no piso
		Fissuras no piso
	Fachadas	Manchas escuras e esverdeadas
		Mofo e bolor
		Rachaduras
	Estrutura/Cobertura	Umidade
		Corrosão
		Infiltração
		Desplacamento do revestimento

Fonte: Autor, 2023.

6 CONCLUSÃO

A manutenção preventiva é uma atividade técnica que visa garantir o bom desempenho das estruturas e, conseqüentemente, resguardar a integridade física, da saúde e do bem-estar de seus usuários a um custo menor comparado a uma reforma completa. O desenvolvimento desse trabalho permitiu uma análise do estado atual de uma instituição pública na Cidade de Juazeiro do Norte – CE, apontando as manifestações patológicas mais habituais na edificação e expondo alguns vícios construtivos, que podem ser responsáveis pelo advento do problema.

Vários subsistemas foram analisados incluindo alvenaria, piso, pintura, revestimento, cobertura, etc., onde manifestações patológicas como fissuras, mofo, umidade, deslocamento de pintura, exposição a intempéries e corrosão das armaduras foram identificadas.

O fato de estar tratando de uma instituição pública com elevado fluxo de pessoas torna imprescindível a realização de ações de reparação e intervenção de patologias identificadas no intuito de reduzir, estabilizar e melhorar os níveis de desempenho dos elementos estruturais examinados, aumentando sua durabilidade e vida útil, como também preservando a integridade de seus usuários.

Dessa forma, é necessário alertar aos usuários sobre os riscos e os efeitos que os ambientes sofreram deterioração por patologias podem lhe causar. Manter as instituições públicas em boas condições de utilização é mostrar o cuidado que o poder público tem com sua população e sua comunidade.

Os resultados destacaram algumas lacunas na manutenção, com o procedimento utilizado para realizar o trabalho foi identificado o descaso com o prédio, foram realizadas visitas à secretaria de infraestrutura do município e solicitados documentos. Não foi encontrado nenhum documento oficial de manutenção ou de projetos da edificação, as visitas *in loco* e os registros fotográficos foram a base que sustentaram esse trabalho.

Como proposta para trabalhos futuros, propõe-se a realização de estudos sobre a recuperação das estruturas expostas, bem como uma análise financeira e orçamentária para tais reparações.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto – procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado.** 2019. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção.** v. 2. 5. ed. Rio de Janeiro. 2009.
- BERTI, J. V. M.; SILVA JÚNIOR, G. P.; AKASAKI, J. L. **Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto.** 2019. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2228. Acesso em: 11 jan. 2023.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **A importância da construção civil para a economia nacional.** 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/a-importancia-da-construcao-civil-para-a-economia-nacional/#:~:text=A%20economia%20brasileira%20crescer%C3%A1%205,emprego%20e%20renda%20no%20Pa%C3%ADs>. Acesso em: 20 out. 2022.
- CARMONA, Thomas Garcia. **Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas de concreto sujeitas à carbonatação.** 2005. Dissertação, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-27072005-163131/publico/Mestrado_Thomas.pdf. Acesso em: 27 jan. 2023.
- CECHINEL, B. M.; VIEIRA, F. L. **Infiltração em alvenaria:** estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis. Florianópolis-SC, p. 18-24, jun. 2007.
- COELHO, Beatriz. **Os diferentes tipos de pesquisa científica.** Qual se aplica a você? 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>. Acesso em: 26 out. 2022.
- COLARES, Ana Carolina Vasconcelos; GOUVÊA, Diogo Augusto Pfau; COSTA, Joyce Souza. Impactos da pandemia da COVID-19 no setor de construção civil. **Percorso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 11, n. 21, p. 188-208, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2236-0603.2021v11n21p188-208>. Acesso em: 18 out. 2022.
- CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL - CAU. **Pesquisa Datafolha:** 82% das moradias do país são feitas sem arquitetos ou engenheiros. 2022. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/pesquisa-datafolha-82-das-moradias-do-pais-sao-feitas-sem-arquitetos-ou->

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/juazeiro-do-norte.html>. Acesso em: 01 nov. 2022.

KLEIN, D. L. **Apostila do curso de patologia das construções**. Porto Alegre, 1999 – 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LIMA, A. J. M. **Diagnóstico das patologias**. 117 f. Curitiba, 2012.

LIMA, Henrique Jorge Nery *et al.* Análise de manifestações patológicas do concreto em viadutos urbanos. **Revista ALCONPAT**, v. 9, n. 2, p. 247-259, mai./ago. 2019.

Disponível em: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/308>. Acesso em: 20 out. 2022.

MACHADO, Amália. **O que é pesquisa qualitativa?** 2021. Disponível em: <https://www.academicapesquisa.com.br/post/o-que-%C3%A9-pesquisa-qualitativa>. Acesso em: 01 nov. 2022.

MEDEIROS, J. V. F. **Levantamento das manifestações patológicas nas escolas municipais de Cajazeiras-PB: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal da Paraíba, Paraíba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1402>. Acesso em: 11 jan. 2023.

MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, 2016. Disponível em: <https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2016/XXI%20Semin%C3%A1rio%20Interinstitucional%202016%20-%20Anais/Gradua%C3%A7%C3%A3o%20-%20TRABALHO%20COMPLETO%20-%20ANAIS%20-%20Sociais%20e%20Humanidades/PATOLOGIAS%20OCASIONADAS%20PELA%20UMIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

MORAIS, J. M. P. *et al.* **Analysis of pathological manifestations in reinforced concrete structures: a review**. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e759974964, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4964.

NASCIMENTO, E. R. S.; FONTES, M. D. S. **Patologias das estruturas de concreto armado**. 2021. Disponível: <https://www.fatecba.edu.br/revista-eletronica/index.php/rftc/article/view/84>. Acesso em: 10 jan. 2023.

NEGREIROS, P. R.; TISATTO, R. C. A.; ALVES, T. T. **Análise e reparação de fissuras em estrutura de concreto armado**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/25095>. Acesso em: 17 jan. 2023.

NEVILLE, Adam Matthew. **Propriedades do concreto**, 2º Ed. São Paulo: PINI, 1997. 826 p.

NÓBREGA, N. P.; DELGADO, R. C. D. O. B. **Patologias na construção civil – análise das principais manifestações patológicas em residências do município de Paraú-RN**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4725>. Acesso em: 20 jan. 2023.

OLIVEIRA JUNIOR, F. A. **Identificação das causas das eflorescências nas residências de Caraúbas-RN: estudo de caso**. 2018. Universidade Federal Rural do Semiárido. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/2939>. Acesso em: 20 jan. 2023.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. Monografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, Talita Souza; CARDOSO, Ana Carolina Saraiva. Deformação lenta das estruturas de concreto armado e suas manifestações patológicas. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 160-171, ago. 2018. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/11899>. Acesso em 23 jan. 2023.

PAIXÃO, Klaus Lube; AMARIO, Mayara. Manifestações patológicas ocasionadas por umidade em edificações. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 33, n. 33, p. 65-73, nov. 2022. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/738>. Acesso em: 18 jan. 2023.

PEDRO, Edmundo Gonçalves *et al.* **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. 2002. 114 f. Monografia (Especialização), Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, 2002.

PEREIRA, Adriana Soares *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>. Acesso em: 04 nov. 2022.

RIBEIRO, Iracira *et al.* **Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências**. Revista Principia, João Pessoa / PB, n. 38, 2018.

SANTANA, Lucas dos Santos. **Patologias na construção civil devido a umidade**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/24738>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SANTOS, C. R. B. D.; SILVA, D. L. D.; NASCIMENTO, M. S. D. Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais na Região Metropolitana do Recife (RMR). **Revista de Engenharia e Pesquisa**, Recife, v. 2, n. 3, 2017.

SILVEIRA, Verônica Costa. **Habitação popular no Brasil: avaliação de patologias no Residencial Jomar Moraes em São Luís - MA**. 2018. 63 f. TCC, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/3003/1/VERONICA-SILVEIRA.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2023.

SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Monografia (Especialização) Curso em Construção Civil, Universidade Federal

de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em:
https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

SOUZA, Pedro Henrique Maciel de. **PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE PONTES LOCALIZADAS EM MINAS GERAIS**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em:
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30986>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SOUZA, V. C. M. D.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**: patologias. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009. P. 14-15.

SUPLICY, G.F.S. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2012. Monografia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em:
<https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/327/George%20Felix%20da%20Silva%20Suplicy1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jan. 2023.

TULA SANABRIA, Leonel. **Contribuição ao estudo da resistência à corrosão de armaduras de Aço Inoxidável**. São Paulo, 2000. 259 p. Tese – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.

VIEIRA, Luyze Thamirys. **Fissuras em concreto**: estudos de caso em Florianópolis. 2017. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181998/TCC%20-%20Thamirys%20Luyze%20Vieira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 fev. 2023.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. Manutenção e gestão de obras de arte especiais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DAS EMPRESAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CONSULTIVA, 7., 2005, Recife. **Anais eletrônicos** [...] Pernambuco: Recife, 2005. Disponível em:
https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Manutencao_Gestao_Obras_Arte_Especiais.pdf. Acesso em: 30 jan. 2023.

APÊNDICE

CHECKLIST - MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

CHECKLIST – MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
Identificação da instituição:			
Data da inspeção:			
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Fissuras			
Umidade ascendente			
Eflorescência			
Manchas escuras			
Manchas esverdeada / mofo/ bolor			
Descascamento/ bolhas na pintura			
Deslocamento do revestimento			
Infiltração			
Corrosão			
Degradação			
Mau funcionamento			
Vazamentos			
Entupimentos			
Falha de escoamento			
Observações gerais da edificação			