



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEP^{TO}. DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MIKAEL RODRIGUES DE LIMA

**AValiação de manifestação patológica em uma edificação
pública: estudo de caso.**

MOSSORÓ – RN

2024

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

LL732 Lima, Mikael Rodrigues de.
a Avaliação de manifestação patológica em uma
edificação pública: estudo de caso. / Mikael
Rodrigues de Lima. - 2024.
47 f. : il.

Orientadora: Rafaely Angelica Fonseca
Bandeira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2024.

1. Gestão predial. 2. Manutenção predial. 3.
segurança estrutural. I. Bandeira, Rafaely
Angelica Fonseca , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

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

MIKAEL RODRIGUES DE LIMA

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM UMA EDIFICAÇÃO
PÚBLICA: ESTUDO DE CASO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a UFRSA, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Civil

Orientador: Doutora Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

MOSSORÓ – RN

2024

MIKAEL RODRIGUES DE LIMA

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM UMA EDIFICAÇÃO
PÚBLICA: ESTUDO DE CASO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
UFERSA como requisito parcial para obtenção
do título de Engenheiro Civil

Aprovado em: 19 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **RAFAELY ANGELICA FONSECA BANDEIRA**
Data: 19/04/2024 15:25:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

UFERSA

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO NOGUEIRA DE CODES**
Data: 26/04/2024 11:05:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rodrigo Nogueira De Codes

UFERSA

Documento assinado digitalmente
 **MARIA ARIDENISE MACENA FONTENELLE**
Data: 19/04/2024 21:42:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Maria Aridenise Macena Fontenelle

UFERSA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que tornaram possível a conclusão deste trabalho. Este é um momento de grande significado pessoal e acadêmico, e não teria sido alcançado sem o apoio e colaboração de muitos.

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me dado forças durante toda minha caminhada durante o curso. Agradecer também a minha família, especialmente meus pais, Pedro Augusto e Francidene Rodrigues, pela fé inabalável em meu potencial e por seu apoio incondicional ao longo dos anos, não tenho palavras para expressar minha gratidão. Seu amor e encorajamento foram a força que precisei para alcançar cada objetivo até aqui.

Quero agradecer a minha orientadora, Rafaely Angelica Fonseca Bandeira, pela paciência, dedicação, orientação e empenho ao longo de todo o processo. Suas contribuições foram fundamentais para moldar este trabalho. Gratidão por todos ensinamentos e por ter aceitado me orientar nessa etapa tão importante da minha vida.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, Rodrigo Nogueira De Codes e Maria Aridenise Macena, por dedicarem seu tempo e expertise para avaliar este trabalho e fornecer feedback construtivo. Gratidão a todos os professores e funcionários da universidade por seu apoio e ensinamentos. Suas mentorias foram inestimáveis para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus colegas e amigos, que estiveram ao meu lado durante os momentos desafiadores e encorajadores desta jornada, expresso minha gratidão. Sua amizade e apoio foram fontes constantes de inspiração.

Que este trabalho contribua de alguma forma para o conhecimento em nossa área e inspire outros a continuarem buscando a excelência acadêmica. Muito obrigado a todos que contribuíram para este momento significativo em minha vida.

RESUMO

O estudo de caso fundamenta-se na necessidade de compreender e identificar manifestação patológica em um prédio de uma universidade pública federal, localizada em Mossoró-RN. A relevância desse trabalho encontra-se na importância de assegurar a integridade física do patrimônio público, bem como garantir a segurança e bem-estar dos ocupantes do edifício. O contexto específico da região agrega valor à pesquisa porque permite uma abordagem centrada nas características locais, levando em consideração os fatores climáticos, geotécnicos e construtivos locais. A análise de um caso específico em uma instituição federal local será útil para compreender manifestações patológicas específicas e apontar formas de prevenção e correção das mesmas. Além disso, a investigação ajudará a melhorar a gestão identificando as melhores estratégias preventivas e corretivas, reduzindo os custos desnecessários de reparos emergenciais. Esse estudo pode ser usado de forma eficaz para subsidiar a aplicação de medidas corretivas para a instituição estudada e, além disso, ele pode servir como exemplo para outras instalações públicas que tenham características construtivas similares e estejam enfrentando problemas correspondentes. Com isso, este trabalho busca fornecer uma contribuição significativa para o campo da engenharia civil, focando na otimização da manutenção predial, na promoção da segurança estrutural e na preservação do patrimônio público, refletindo assim a importância social e técnica da pesquisa proposta.

PALAVRAS CHAVE: Gestão Predial, Manutenção Predial, Segurança Estrutural.

ABSTRACT

The case study is based on the need to understand and identify pathological manifestations in a building of a federal public university, located in Mossoró-RN. The relevance of this work lies in ensuring the physical integrity of public property, as well as ensuring the safety and well-being of the building occupants. The specific context of Mossoró-RN adds value to the research because it allows for an approach centered on local characteristics, taking into account the climatic, geotechnical, and construction factors of the region. Analyzing a specific case in a local federal institution will be useful for understanding specific pathological manifestations and pointing out ways to prevent and correct them. Additionally, the investigation will help improve management by identifying the best preventive and corrective strategies, reducing unnecessary costs of emergency repairs. This study can be effectively used to assist the federal institution in question and furthermore, it can serve as an example for other public facilities facing similar issues. Thus, this work aims to provide a significant contribution to the field of civil engineering, focusing on optimizing building maintenance, promoting structural safety, and preserving public property, thus reflecting the social and technical importance of the proposed research.

KEYWORDS: Pathological Manifestation, Building Management, Building Maintenance, Structural Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção.....	16
Figura 2: Causa das manifestações patológicas na construção.....	20
Figura 3: Pacometro.....	21
Figura 4: Ensaio de Velocidade de Pulso Ultrassônico.	22
Figura 5: Dispositivo para detecção do potencial de corrosão.	23
Figura 6: Ensaio para detecção de carbonatação com fenolftaleína.	23
Figura 7: Medindo a profundidade da frente de carbonatação.	24
Figura 8: Fluxograma de atividades do estudo.....	26
Figura 9: Armadura exposta.	28
Figura 10: Deslocamento do concreto e exposição da armadura.....	28
Figura 11: Deslocamento da argamassa e armadura exposta.	29
Figura 12: Corrosão na armadura.	29
Figura 13: Pilar com fissuras, tricas e rachaduras.	30
Figura 14: Pilar com rachaduras.....	30
Figura 15: Pilar com armadura aparente e apresentando corrosão.....	31
Figura 16: Local utilizado pelos estudantes para se reunirem.....	31
Figura 17: Banco com armaduras expostas.	32
Figura 18: Deterioração de banco da edificação.	32
Figura 19: Umidade ascendente provocando deslocamento da argamassa e pintura. ..	33
Figura 20: Pintura e reboco caindo.....	33
Figura 21: Pintura saindo da parede na área externa.	34
Figura 22: Pintura saindo da parede e presença de fissuras.	34
Figura 23: Fissuras na edificação.	35
Figura 24: Rachadura no teto.....	35
Figura 25: Revestimento quebrados e abertura de fenda.....	36
Figura 26: Revestimento destacando da parede.	36
Figura 27: Área externa da edificação com sinais de manutenção.....	37
Figura 28: Área externa da edificação com a presença de argamassa exposta.....	37
Figura 29: Rampa de acesso a edificação.....	38
Figura 30: Escada lateral que dar acesso a edificação.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Efeitos das falhas no desempenho (NBR 15575).	17
Tabela 2: Vida útil de projeto - VUP.....	18
Tabela 3: Tabela de manifestações patológicas e tamanho de aberturas.	19
Tabela 4: Manifestações patológicas encontradas durante a vistoria.	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM American Society for Testing and Materials

CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção

NBR Norma Brasileira

VUP Vida útil de projeto

VU Vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos.....	14
1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Conceito de patologia das construções.....	15
2.2	Desempenho, durabilidade e vida útil	15
2.3	Tipos de manifestações patológicas nas construções civis.....	18
2.4	Principais causas dos problemas patológicos	20
2.5	Ensaio para identificar manifestações patológicas na construção	21
3.	METODOLOGIA.....	25
3.1	Tipo de pesquisa aplicada.....	25
3.2	Edificação	25
3.3	Descrição das etapas do estudo	26
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1	Manifestações patológicas encontradas durante a vistoria	28
4.2	Medidas corretivas.....	39
4.3	Ensaio para análise.....	41
5.	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

No cenário da engenharia civil, a preservação do patrimônio construído é uma preocupação fundamental, especialmente quando se trata de edifícios de instituições públicas. Este estudo de caso é motivado pela necessidade de compreender e identificar manifestações patológicas em um prédio pertencente a uma universidade pública federal, situada na cidade de Mossoró-RN.

A relevância dessa investigação vai além da preocupação com a estrutura física do edifício, pois está intrinsecamente ligada à segurança e ao bem-estar dos ocupantes, bem como à preservação do patrimônio público. Mossoró, localizada na região nordeste do Brasil, apresenta características climáticas, geotécnicas e construtivas específicas com seu clima semiárido que podem influenciar nas manifestações patológicas em suas edificações.

Ao compreender as manifestações patológicas específicas neste edifício, será possível identificar não apenas as causas imediatas dessas anomalias, mas também desenvolver estratégias eficazes de prevenção e correção. A importância de tal abordagem vai além da simples reparação de danos, pois está diretamente relacionada à promoção da segurança estrutural e ao prolongamento da vida útil do edifício, garantindo assim sua funcionalidade contínua para as atividades acadêmicas e administrativas da universidade.

Para entender a importância do estudo, se faz necessário compreender a norma de desempenho NBR 15575, na qual define durabilidade como a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas. Além disso, outro conceito importante que é trago na norma é o de vida útil que pode ser definida como período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (ABNT, 2022).

Com as manifestações patológicas identificadas é necessário apontar as melhores práticas de manutenção predial e investir em estratégias preventivas, é possível reduzir significativamente os custos associados a reparos emergenciais e, ao mesmo tempo, otimizar a utilização dos recursos disponíveis.

Por fim, os resultados deste estudo não apenas beneficiarão a universidade federal em questão, mas também poderão servir como referência e exemplo para outras instituições públicas que enfrentam desafios semelhantes em relação à preservação de seu patrimônio construído.

Dessa forma, esta pesquisa visa contribuir de maneira significativa para o avanço do conhecimento no campo da engenharia civil, destacando a importância social e técnica de uma abordagem proativa na manutenção e preservação do patrimônio público.

1.1 Objetivos

Realizar uma avaliação de manifestação patológica em um prédio de uma universidade pública federal, localizada em Mossoró-RN, visando compreender, identificar e documentar as condições adversas que possam comprometer a integridade estrutural e funcional da edificação.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar manifestações patológicas: Investigar e catalogar as manifestações patológicas presentes no prédio, abrangendo problemas estruturais, de revestimento, hidrossanitários, entre outros.
- Propor medidas corretivas e preventivas: Com base nas manifestações identificadas, desenvolver propostas de ações corretivas e preventivas, considerando boas práticas de engenharia e normativas vigentes.
- Indicar ensaios tecnológicos com o intuito de analisar o desempenho e a vida útil da edificação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de patologia das construções

As patologias na construção civil surgem em edifícios ou estruturas construídas ao longo do tempo. Esses problemas podem se manifestar de várias formas e em diferentes estágios da vida útil da construção. Assim como as pessoas podem sofrer de doenças ou enfermidades, as construções também podem apresentar condições adversas que comprometem sua integridade, durabilidade, segurança e desempenho. De acordo com Brito (2017), na construção civil, a maioria das falhas está visível em obras de edificações, sendo consequência de deficiências na construção. As deteriorações e falhas são denominadas manifestações patológicas.

Para Carraro e Dias (2014), na maioria das vezes, as manifestações patológicas das construções civis podem ser compreendidas analogicamente à ciência médica, como parte da engenharia que analisa os sintomas, forma de manifestação, origens e causas das patologias (doenças) ou defeitos que ocorrem nas construções.

Segundo Pina (2013) patologias são os defeitos que surgem nas construções civis, por diversos motivos. As patologias nas edificações são definidas como um conjunto de manifestações patológicas que acontecem no decorrer da execução da obra, ou ainda adquiridas com o passar do tempo, as quais venham a prejudicar o desempenho esperado de uma edificação e das suas partes.

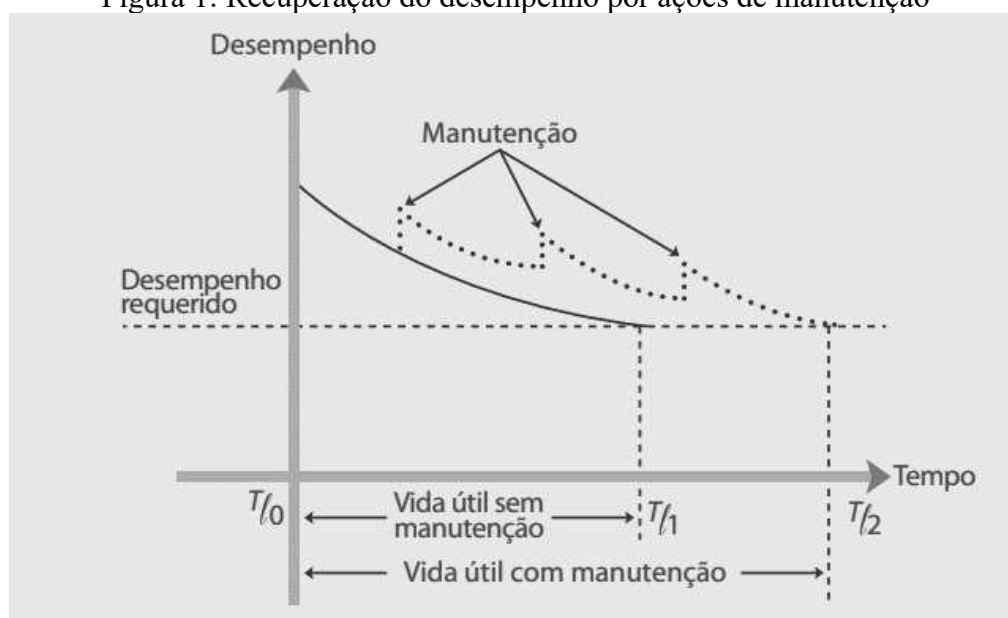
De acordo com Miranda Junior (2019), é necessário realizar o estudo da patologia na construção civil, conhecer a sua origem e as possíveis formas de evitá-la, pois grande parte desses problemas patológicos pode ser diminuída quando se toma determinados cuidados.

2.2 Desempenho, durabilidade e vida útil

Conforme está presente no manual CBIC (2013), as construções devem satisfazer condições mínimas de aspectos de habitabilidade, manutenibilidade e uso, normalmente expressas através de padrões ou critérios que são estabelecidos pela norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2022), todas estas condições são regulamentadas e descrevem todos os critérios que precisam ser atendidos para a realização da construção.

De acordo com a norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2022), todos os componentes, elementos e sistemas da edificação devem manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, para tal, a formatação do manual de uso, operação e manutenção, mostra-se essencial para auxiliar na manutenibilidade do edifício em questão. É necessário que sejam procedidas intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores no ato de compra e venda da unidade. Devem ser realizadas manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenção corretiva realizada assim que algum problema se manifestar, além de impedir que pequenas falhas progridam, às vezes rapidamente, para patologias maiores. As manutenções devem ser realizadas em obediência ao manual de uso, operação e manutenção fornecido pelo incorporador ou pela construtora (CBIC, 2013). A figura 1 a seguir demonstra uma relação entre desempenho em relação ao tempo de vida da construção.

Figura 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção



Fonte: Guia da CBIC sobre a NBR 15575, 2013.

O guia da CBIC (2013) descreve a vida útil como o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção explicados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual).

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) perante as diversas condições de exposição, peso próprio, sobrecargas de utilização, ação do vento e outras, a estrutura deve atender, durante a vida útil de projeto, aos seguintes requisitos: Não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes, prover segurança aos usuários sob ação de impactos, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto, não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal requisito atendido caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta norma, não repercutir em estados inaceitáveis de fissuras de vedações e acabamentos e não prejudicar a manobra normal de partes móveis, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento anormal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais (CBIC, 2013).

Na engenharia civil as construções estão sujeitas a imprevistos. Por estarem expostas ao ambiente, podem se deteriorar com o passar do tempo ou por um defeito construtivo. As obras na construção civil, apesar de terem uma boa durabilidade, não possuem uma vida útil infinita. Além disso, alguns fatores influenciam de forma direta para redução desta vida útil (SCHEIDEGGER; CALENZANE, 2019).

A tabela 1 a seguir apresenta os efeitos das falhas no desempenho que as estruturas apresentam ao longo do tempo.

Tabela 1: Efeitos das falhas no desempenho (NBR 15575).

CATEGORIA	Efeito no desempenho	Exemplos Típicos
A	Perigo à vida (ou de ser ferido)	Colapso repentino da estrutura
B	Risco de ser ferido	Degrau de escada quebrado
C	Perigo à saúde	Séria penetração de umidade
D	Interrupção do uso do edifício	Rompimento de coletor de esgoto
E	Comprometer a segurança de uso	Quebra de fechadura de porta
F	Sem problemas excepcionais	Substituição de uma telha
NOTA: Falhas individuais podem ser enquadradas em duas ou mais categorias.		

Fonte: NBR 15575, 2022.

Outro conceito importante a ser compreendido é o de vida útil de projeto que segundo CBIC (2013) e NBR 6118 (2023) pode ser definida como Período estimado de

tempo para o qual um sistema é projetado afim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta de Uso, Operação e Manutenção. A tabela 2 a seguir apresenta a vida útil de projeto para diferentes partes de edificações.

Tabela 2: Vida útil de projeto - VUP.

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	≥ 50 Conforme a ABNT NBR 8681
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20
Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.	

Fonte: NBR 15575, 2022.

Conforme mostrado na tabela, é de suma importância compreender o tempo de vida útil de projeto das várias partes da edificação, para que assim possa ter uma noção de como a mesma irá se comportar ao longo dos anos. Vale lembrar que esse tempo vai sendo estendido conforme manutenções vão ocorrendo na edificação, fazendo com que o seu tempo de vida útil acabe prolongando-se.

2.3 Tipos de manifestações patológicas nas construções civis

De acordo com HELENE (2011), os tipos de danos da construção civil são de quatro tipos diferentes, definidas como sendo a Infiltração, a Carbonatação, Deslocamento no revestimento e as fissuras, trincas ou rachaduras.

Para entender a diferença entre fissuras, trincas e rachaduras, Santos (2015) fala que as fissuras são o começo do estágio destas manifestações patológicas e corresponde a aberturas finas de até 1 milímetro e que são alongadas, onde são no geral superficiais, já as trincas ocorrem quando estas fissuras aumentam entre 1 e 3 milímetros, ocasionando a divisão de uma estrutura, como é o caso das paredes em duas partes distintas e por fim

as rachaduras que são caracterizadas como sendo aberturas acima de 3 mm, que podem passar o vento e a água da chuva.

Zanzarini (2018), trata as fissuras destacando que elas podem ser de origem térmica, onde são caracterizadas pela variação da temperatura nos materiais usados como é o caso da argamassa no estado endurecido, sendo que nesse estágio a argamassa pode ter sido manuseada de forma inadequadamente, sendo que também os profissionais podem ter utilizado outros materiais em excesso ou em pouca quantidade. A tabela 3 mostra o tipo de patologia de acordo com o tamanho da abertura apresentada na estrutura.

Tabela 3: Tabela de manifestações patológicas e tamanho de aberturas.

Patologia	Tamanho da abertura (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: NBR 9575, 2010.

Segundo MARCELLI (2007), uma patologia muito comum na construção civil são as trincas no concreto devido à corrosão de sua armadura, e deve ser tratada de maneira adequada, com a o intuito de bloquear o processo e não permitir o agravamento da situação, algo que não acontece muito na prática, em obras em que não se procura identificar e corrigir as causas do problema.

Ferreira (2013) considera que a deterioração e a corrosão são os principais agentes que comprometem a durabilidade e a vida útil da estrutura de concreto armado, entre as causas de deterioração destaca-se a: lixiviação, ataque por sulfatos, reação álcali-agregado, entre outros, já entre as patologias que provocam a corrosão de armaduras destacam-se os ataques de cloretos e a carbonatação.

De acordo com Bertolini (2010), a umidade pode induzir diversos fenômenos de degradação na alvenaria, entre os quais a formação de eflorescências e sub florescência se o ataque por sulfatos. A permanência de umidade nas paredes pode também comprometer a funcionalidade do edifício – com relação à habitabilidade, por exemplo– presença de inconvenientes de natureza higiênica e econômica (mofo, consumo energético etc.) ou da redução da propriedade de isolamento térmico. O mesmo ainda cita

que as origens do aparecimento deste problema estão ligadas a construção, ao contato com águas pluviais, ao solo e ao uso.

França e Monteiro (2016) apontam que o desenvolvimento de microrganismos como fungos e bolor está associado a presença de água nas estruturas em conjunto com a ausência de ventilação e luminosidade constantemente. Os mesmos degradam o concreto gerando ácidos nos poros devido ao consumo dos componentes do cimento.

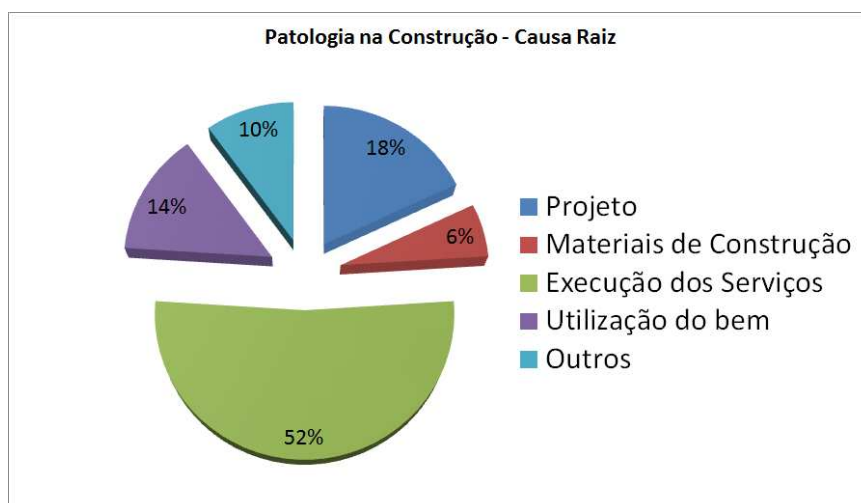
2.4 Principais causas dos problemas patológicos

Segundo Santos (2014), os estudos especializados na área e construção civil apontam uma série de manifestações patológicas decorrentes de fatores internos, externos e vícios construtivos, da falta de preparo por parte dos profissionais que executam, sendo essa, pode ocasionar tais patologias, como também os materiais usados, sendo que tudo isso proporciona o surgimento das irregularidades dentro do contexto das edificações.

Santos (2012) destaca que quando ocorre um projeto sem planejamento, muitas decisões acabam sendo executadas durante a obra, ou são ignoradas e acarretam em prejuízo, má qualidade entre outros aspectos que podem ocasionar transtornos aos envolvidos.

A figura 2 apresenta quais são as possíveis causas raiz das patologias que são encontradas nas construções, dando ênfase que a maior porcentagem está na execução dos serviços, ou seja, não está sendo feito da forma correta e com isso as patologias surgem ao longo do tempo.

Figura 2: Causa das manifestações patológicas na construção.



Fonte: OLIVEIRA, 2013.

As manifestações patológicas podem ter diversas origens e resultarem de diferentes ações, podendo ser de caráter físico, químico ou mecânico. Sendo os sintomas mais comuns presentes nas edificações:

- Fissuras ou trincas em elementos estruturais e alvenarias
- Manchas, trincas e descolamento de revestimento nas fachadas
- Esmagamento do Concreto
- Corrosão da Armadura
- Desagregação do concreto
- Percolação de água

2.5 Ensaios para identificar manifestações patológicas na construção

Os ensaios são bastante utilizados para o estudo das manifestações patológicas para entender a gravidade e intensidade que apresentam para a estrutura. Em casos onde não existe um entendimento dos níveis de deterioração utiliza-se de exames laboratoriais, como ensaios não destrutivos, pacometria, esclerometria, ultrassom, entre outros, bem como, os semidestrutivos, como corpo de prova, microscopia, extração de amostras, ensaios de carbonatação e teor de cloretos, estes ensaios são ferramentas acessíveis e que podem auxiliar no entendimento do problema quando necessário (SANTUCCI, 2015).

Figura 3: Pacometro.



Fonte: Google Imagens, 2024.

Pode-se citar alguns ensaios não destrutivos que podem auxiliar na identificação de manifestações patológicas nas edificações como por exemplo o de Velocidade de Pulso Ultrassônico (VPU) que tem por finalidade avaliar a integridade física da estrutura e consiste na aplicação de um dispositivo emissor de ondas ultrassônicas, cujo intuito é verificar através de parâmetros da NBR 8802 (2019) a velocidade na qual a onda percorre a estrutura, podendo haver oscilações no tempo e formato das ondas dependendo do material, porosidade e falhas internas. A figura 4 apresenta uma representação do ensaio de velocidade de pulso ultrassônico.

Figura 4: Ensaio de Velocidade de Pulso Ultrassônico.



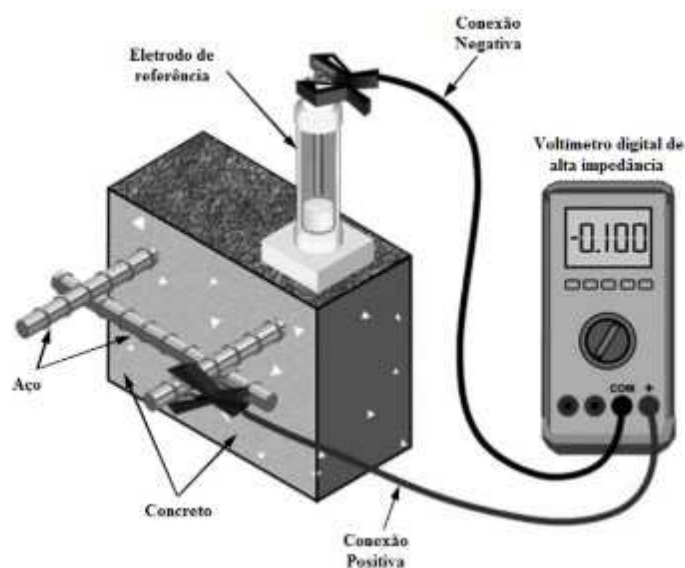
Fonte: Google Imagens, 2024.

Outro ensaio que pode ser citado é o de esclerometria que visa medir a dureza superficial de uma peça de concreto através do esclerômetro, dispositivo com sistema de rebote ao pressionar uma superfície. Esse ensaio é regido pela NBR 7584 (2012) e durante sua realização são feitas, no mínimo, 16 medições em cada peça que ficam registradas no equipamento e por fatores de correção são encontrados os valores de resistência.

O ensaio de potencial de corrosão é normatizado pela ASTM C-87, sendo um ensaio eletroquímico visa verificar a corrosão das armaduras no concreto através da diferença da voltagem do aço aos eletrodos de referência em contato com a superfície do concreto. Entre as vantagens desse teste encontram-se: facilidade de uso, identificação de danos internos, baixo custo e facilidade em deslocar os eletrodos de referência. A figura

5 a seguir, apresenta o dispositivo utilizado para detectar o potencial de corrosão nas armaduras.

Figura 5: Dispositivo para detecção do potencial de corrosão.



Fonte: Google Imagens, 2024.

Já o ensaio de carbonatação é simples e um bom indicador de corrosão, ele possui um baixo custo e é parcialmente destrutivo, havendo necessidade de reparo após o ensaio que varia conforme a qualidade do concreto e a exposição, medindo a profundidade da carbonatação. A figura 6 a seguir apresenta uma representação do ensaio de carbonatação.

Figura 6: Ensaio para detecção de carbonatação com fenolftaleína.



Fonte: Google Imagens, 2024.

É utilizada a fenolftaleína que se mantém incolor em soluções ácidas e torna-se rosada em soluções básicas. A sua cor muda a valores entre pH 8,2 e pH 9,8. Ela é utilizada para constatar a carbonatação do concreto. Esse ensaio é muito importante, pois uma vez que há presença de carbonatação no concreto, se faz necessário a aplicação de medidas corretivas para que a estrutura não fique frágil.

Figura 7: Medindo a profundidade da frente de carbonatação.



Fonte: Google Imagens, 2024.

É importante que durante o ensaio com fenolftaleína é haja a verificação da frente de carbonatação, a fim de detectar a profundidade do material degradado. Isso é feito pelo fato de que enquanto a carbonatação não chega no aço, é possível manter a vida útil da estrutura sem que seja preciso uma grande intervenção.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa aplicada

O estudo de caso tem uma abordagem qualitativa que faz uso de tipologias e conceitos coletados durante a etapa de revisão bibliográfica, aplicando estes na hora de descrever os resultados obtidos.

Quanto à natureza, o trabalho pode ser definido como uma pesquisa aplicada, pois apresenta conhecimentos importantes que são utilizados ao longo de todo o processo. O procedimento de coleta de informações foi feito através de pesquisa bibliográfica, utilizando livros, artigos e monografias, bem como, pesquisa de estudo de caso similares.

O trabalho tem como alvo uma edificação de universidade federal publica que possui um elevado quadro de patologias. Essa construção está localizada na cidade de Mossoró-RN e o clima da região é semiárido. As manifestações patológicas encontradas serviram como objeto de estudo, pesquisa e análise através de descrição do que foi encontrado na visita a edificação, deduções das hipóteses causadoras e possíveis alternativas de intervenção.

3.2 Edificação

A edificação selecionada para a realização do estudo está localizada em Mossoró-RN. O edifício foi o primeiro a ser construído na instituição em 1967. Por ser o prédio mais antigo da universidade, o mesmo passou por várias manutenções ao longo dos anos, sendo a mais recente no ano de 2023, porém apenas em uma pequena parte da edificação. Atualmente a edificação ainda é utilizada pelos alunos como cede de aulas e outras atividades da instituição.

Um ponto que precisa ser mencionado é que a edificação já passou do prazo de vida útil de projeto previsto na norma NBR 15575 (2022), que é de 50 anos. Então se faz necessário entender o valor histórico que essa edificação possui para a universidade federal publica em questão, uma vez que o prédio foi o primeiro a ser construído na história dessa instituição.

3.3 Descrição das etapas do estudo

Para a descrição das etapas do estudo, foi criado um fluxograma de atividades que foram desenvolvidas ao longo do processo para entender melhor como funcionaria cada etapa. A figura 7 a seguir mostra o fluxograma com as atividades desenvolvidas ao longo do processo de estudo.

Figura 8: Fluxograma de atividades do estudo.



Fonte: Autoral, 2024.

O estudo inicia-se com o levantamento de informações através do referencial teórico para que assim possa ter embasamento na hora de observar e caracterizar cada manifestação patológica encontrada no local. Importante falar que a NBR 15575 (2022) tem grande influência nesse estudo, pois trata-se da norma de desempenho das edificações e mostra os critérios que devem ser atendidos.

Com todo embasamento teórico obtido através da primeira etapa, o próximo passo passa ser a escolha do local de estudo, que foi o prédio mais antigo de uma universidade pública federal, localizada em Mossoró-RN. A escolha se deu pelo fato de a construção dessa edificação ter sido realizada em 1967, sendo assim ela já ultrapassou o tempo de vida útil de projeto.

A realização de uma inspeção visual detalhada em todas as áreas do prédio, com foco na observação de sinais visíveis de manifestações patológicas, como fissuras, umidade, deslocamentos estruturais e deterioração de materiais, juntamente com o registro fotográfico e descrição detalhada de cada manifestação patológica identificada, dimensões e características observadas.

Com o material em mãos, se faz necessária a identificação das manifestações patológicas específicas encontradas durante a inspeção, classificando-as de acordo com sua natureza, severidade e potencial impacto na segurança e integridade do edifício e de seus ocupantes. Essa etapa é de suma importância, pois aqui serão apresentados os resultados da pesquisa.

Ao identificar as manifestações patológicas, o próximo passo é a elaboração de propostas e medidas preventivas ou corretivas para cada manifestação patológica identificada, levando em consideração sua causa raiz e gravidade que a mesma apresenta para os que estão utilizando a edificação, dando prioridade as intervenções que se fazem necessárias com mais urgência e que tem impacto direto na segurança.

Com os resultados apresentados, o passo final é montar uma conclusão sobre o estudo e dissertar como está a situação da edificação em relação as manifestações patológicas apresentadas e se o mesmo apresenta riscos à segurança das pessoas que utilizam ele no dia a dia das atividades acadêmicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Manifestações patológicas encontradas durante a vistoria

Durante a vistoria foi comentado por funcionários que a edificação tinha passado por uma reforma recente no ano de 2023, pesquisando mais a fundo foi descoberto que essa manutenção foi apenas em uma parte da edificação para a Pinacoteca e Memorial. Alguns sinais desses reparos ficaram visíveis, porém mesmo com essa medida, a construção ainda apresenta diversas manifestações patológicas. O que pode-se citar inicialmente são as armaduras aparentes em vários locais da edificação. Essa patologia pode ser causada pela carbonatação do concreto ou pela ação de cloretos. Isso deixa a estrutura exposta e assim apresenta fragilidade. Nas figuras 9 e 10 pode-se ver alguns exemplos de armadura exposta na edificação.

Figura 9: Armadura exposta.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 10: Desplacamento do concreto e exposição da armadura.



Fonte: Autoral, 2024.

Em decorrência a exposição das armaduras e deslocamento do concreto, podemos visualizar de forma bem aparente a corrosão das armaduras em todos os locais onde estão expostas. A reação corrosiva é um mecanismo eletroquímico e acontece geralmente pela presença de água ou ambiente úmido.

Diante esta condição, pode provocar infiltrações que muitas vezes começam como bolhas, manchas nos cantos e mofo, gerando assim, um aspecto visual bastante desagradável. Nas figuras 11 e 12 pode-se observar exemplos de armaduras que apresentam corrosão na estrutura que foi alvo do estudo.

Figura 11: Deslocamento da argamassa e armadura exposta.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 12: Corrosão na armadura.



Fonte: Autoral, 2024.

Outras manifestações patológicas encontradas na edificação foram trincas, fissuras e rachaduras nos pilares, que podem ser decorrência de erros de projeto, recalque da estrutura ao longo do tempo, a carga prevista para a edificação pode ser inferior a que está sendo aplicada ou até mesmo o uso de concreto de resistência inadequada.

Foi observado que vários pilares foram restaurados durante a última reforma que a edificação passou, principalmente os que estão localizados em uma área onde os alunos utilizam para se reunirem e estudarem, porém ainda sim existem pilares da edificação que apresentam manifestações patológicas, nas figuras 13 e 14 pode-se observar pilares da estrutura que apresentam fissuras, trincas e rachaduras.

Figura 13: Pilar com fissuras, trincas e rachaduras.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 14: Pilar com rachaduras.



Fonte: Autoral, 2024.

Além disso, foi observado um pilar que estava com armadura aparente e que apresentava corrosão, isso pode ser bastante prejudicial para estrutura pois compromete a sua resistência, deixando a construção frágil. Na figura 15 observa-se um pilar que apresenta a armadura com corrosão e aparente.

Figura 15: Pilar com armadura aparente e apresentando corrosão.



Fonte: Autoral, 2024.

A figura 16 apresenta a área utilizada pelos discentes para se reunirem e estudarem juntos, mesmo com sinais de reforma ainda acaba apresentando várias manifestações patológicas como fissuras, umidade ascendente, infiltração e etc. Além disso esse local está sem pintura em alguns lugares e com isso deixando o cimento exposto.

Figura 16: Local utilizado pelos estudantes para se reunirem.



Fonte: Autoral, 2024.

Ainda falando do local de reunião dos estudantes, foi possível notar os bancos que eram utilizados para sentarem totalmente deteriorados e apresentando armaduras expostas e desprendimento do concreto da estrutura, impossibilitando assim o seu uso por parte dos discentes e demais pessoas que utilizam do espaço. As figuras 17 e 18 apresentam bancos em péssimas condições e que estão presentes no local.

Figura 17: Banco com armaduras expostas.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 18: Deterioração de banco da edificação.



Fonte: Autoral, 2024.

Na área externa, pode-se notar em diversos locais da edificação o deslocamento da pintura e reboco, onde a mesma está caindo devido a presença de umidade e mofo que são causados por infiltração de água, pela chuva, nas paredes externas ou de vazamentos internos devido a encanamentos rachados ou antigos. A retração da argamassa, uso de

areia inadequada, má aderência a estrutura ou até mesmo vibrações da área podem causar essa patologia também. As figuras 19 e 20 apresentam o deslocamento de pintura e reboco na edificação.

Figura 19: Umidade ascendente provocando deslocamento da argamassa e pintura.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 20: Pintura e reboco caindo.



Fonte: Autoral, 2024.

O que pode-se observar na área externa da edificação que é que a pintura está de desprendendo em diversos locais e deixando assim a estrutura exposta. Isso de deve ao fato dos fatores climáticos da região que atuam de forma agressiva na construção que está sendo analisada. A ação do sol na estrutura pode agravar essa situação, fazendo com que

a pintura acaba de desprendendo ao longo do tempo. A figura 21 e 22 apresenta uma parte da área externa onde a pintura está se desprendendo.

Figura 21: Pintura saindo da parede na área externa.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 22: Pintura saindo da parede e presença de fissuras.

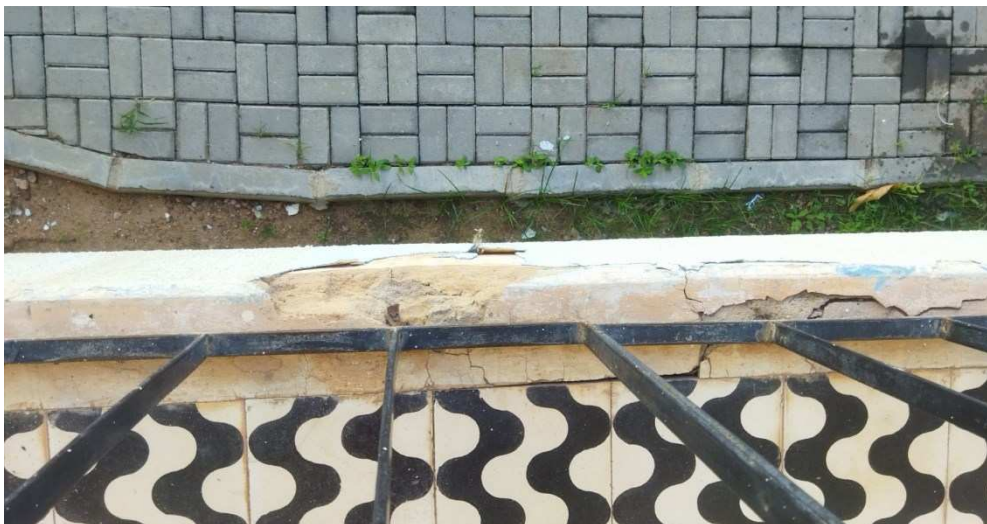


Fonte: Autoral, 2024.

Em todas as partes da estrutura pode-se observar a presença de fissuras, tricas e rachaduras na edificação. Essas manifestações patológicas são causadas por falhas no projeto da construção, materiais de baixa qualidade ou até mesmo errados ou execução da obra. É muito importante observar e tratar essas anomalias, pois são avisos da estrutura de que algo não está sendo na edificação. É importante perceber que por se tratar de uma construção muito antiga, na qual sua vida útil de projeto já foi ultrapassada, essas

manifestações patológicas começam a aparecer mais rotineiramente. Nas figuras 23 e 24 a seguir observa-se as fissuras, rachaduras e trincas presentes na edificação.

Figura 23: Fissuras na edificação.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 24: Rachadura no teto.



Fonte: Autoral, 2024.

Outro problema que pode ser identificado visualmente são os defeitos nos revestimentos, onde alguns estão quebrados, descolando da parede, apresentando colorações diferentes devido à sujeira e etc. As causas desse desprendimento do revestimento podem ser devido à aplicação sem a devida limpeza do substrato, utilização de procedimentos, técnicas e ferramentas indevidas para a aplicação da argamassa ou até mesmo uso de produtos não adequados para a colocação do devido revestimento.

Para solucionar esse problema é necessário que seja feita a troca e assim não cause danos aos usuários da edificação. Inclusive existe uma parte da construção, no primeiro andar, onde tem uma fenda e o revestimento quebrado na mesma. As figuras 25 e 26 apresentam defeitos encontrados durante a vistoria no revestimento do local.

Figura 25: Revestimento quebrados e abertura de fenda.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 26: Revestimento destacando da parede.



Fonte: Autoral, 2024.

Há ainda na parte de externa, marcas da última reforma que pode-se perceber através de argamassa aparente, onde a solução para esse problema é que fosse aplicada a pintura, afim de proteger a edificação. O ideal seria que a administração da universidade

contratasse uma equipe para realizar a pintura das partes onde a argamassa está visível e desprotegida. A figuras 27 e 28 apresentam áreas externas onde há argamassa exposta.

Figura 27: Área externa da edificação com sinais de manutenção.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 28: Área externa da edificação com a presença de argamassa exposta.



Fonte: Autoral, 2024.

Na edificação existe uma escada lateral, onde os alunos tem acesso ao prédio para irem aos laboratórios e salas que estão presentes na construção. Essa escada apresenta várias fissuras, além da presença de mofo que deve ser proveniente de umidade no local.

Além da escada lateral, a edificação possui uma rampa na sua frente que também apresenta fissuras, somadas a rachaduras nos pilares e armaduras expostas na sua parte de baixo. As figuras 29 e 30 a seguir apresentam a escada lateral e a rampa que dão acesso a construção e algumas manifestações patológicas estão visíveis nas fotos.

Figura 29: Rampa de acesso a edificação.



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 30: Escada lateral que dar acesso a edificação.



Fonte: Autoral, 2024.

É importante falar que existem mais registros fotográficos de manifestações patológicas na edificação alvo do estudo, mas para exemplificação foram escolhidas essas fotos que foram apresentadas nesse tópico.

4.2 Medidas corretivas

Com a realização da vistoria e registro fotográfico das manifestações patológicas encontradas na edificação alvo do estudo, o próximo passo é buscar possíveis soluções e medidas corretivas que possam ser aplicadas na edificação. A tabela 4 apresenta uma lista de manifestações patológicas que foram encontradas na edificação ao longo da vistoria.

Tabela 4: Manifestações patológicas encontradas durante a vistoria.

Manifestações patológicas encontradas na vistoria
Armaduras expostas e apresentando corrosão nas lajes
Fissuras, trincas e rachaduras nos pilares
Armadura do pilar exposta
Pintura e reboco caindo
Revestimentos quebrados e caindo
Argamassa exposta
Umidade ascendente e infiltrações
Fissuras, trincas e rachaduras em várias partes da edificação
Bancos quebrados e com armaduras expostas
Presença de mofo, fungos e bolores

Fonte: Autoral, 2024.

Como possível solução para armaduras expostas e corrosão é necessário um processo que vai desde a limpeza da armadura e retirada do concreto que apresenta defeito até a aplicação de argamassa com reforço de fibras/aditivos ou graute. Quando o processo corrosivo já está em andamento, devido a ação dialética dos agentes externos, primeiramente deve-se retirar todos os vestígios de oxidação, fazendo assim a limpeza da armadura, pelo método de jato de areia ou por escovação manual. Na segunda etapa de recuperação, é feita a passivação das armaduras, aplicado uma ou duas camadas de revestimento anticorrosivos a base de resinas de epóxi, de acordo com a necessidade, sendo que a segunda, caso precise deve ser aplicada a partir do momento que a primeira estiver completamente seca. A última etapa é onde ocorre a regeneração do concreto utilizando argamassas a base de sílica ativa, cimento e reforçadas com fibras permitindo um acabamento liso e por fim, é executado uma camada protetora de tinta contra carbonatação (MARCELLI, 2007).

Para o caso das fissuras, trincas e rachaduras que foram encontradas na edificação, existem métodos de reparo, como por exemplo a injeção, onde devem ser abertos furos de 8 mm a 10 mm com o auxílio de uma furadeira, espaçados um do outro, percorrendo o caminho de abertura das fissuras, trincas ou rachaduras. Em seguida, deve-se limpar todo o local com escovas metálicas e jato de ar comprimido. Por fim, injeta-se cola epóxi ou material recomendado. Existe também o reparo pelo método de costura, onde pequenos furos devem ser feitos com a furadeira, paralelos à abertura das trincas. Após isso, grampos metálicos devem ser posicionados de forma a costurar a trinca. É importante que as costuras tenham inclinações diferentes para que o esforço transmitido não seja exercido em um plano somente (TRINDADE, 2015).

Já para o reforço dos pilares que estão apresentando trincas, fissuras, rachaduras e até mesmo armadura exposta, podem ser aplicados métodos de reforço como o de aumento da seção ou encamisamento que consiste em criar uma área adicional, ou aumento de seção, com objetivo de diminuir a tensão solicitante no trecho reforçado. Esse método também, quando empregado em todo o contorno do elemento, aumenta as condições de confinamento da seção original. Existe também o método de substituição total do concreto da seção, no qual se faz necessário prover de um sistema adequado de escoramento da estrutura, demolir o pilar por etapas, ou totalmente, e executar o preenchimento de cada trecho, ou de todo o pilar (em caso de demolição em etapa única), com concreto de resistência compatível com a especificada em projeto, até que 100% do pilar esteja com concreto considerado adequado (HELENE, 2003).

No caso da pintura que está saindo das paredes, recomenda-se que seja feita a limpeza de toda parte que está sofrendo deslocamento e que seja aplicada tinta acrílica, que possui boa resistência a intempéries, acabamento, durabilidade e adesão ao substrato em condições úmidas. Estes sinais de pintura saindo da parede estão bastante presentes na área externa da edificação. Essa solução pode ser aplicada também para os locais onde há argamassa exposta, uma vez que a tinta acaba funcionando como proteção para a estrutura.

Para a remoção do mofo, fungos e bolores é indicado que seja feita uma boa limpeza nos locais. Caso essa solução não funcione, se faz necessário o uso de uma lixa fina para a remoção, quando for retirado, aplicar o selante e a tinta acrílica. Nos locais da edificação que estão com revestimentos quebrados ou caindo da parede, se faz necessária a substituição dos mesmos por novos. Essas ações devem ser realizadas por

profissionais da área e que apliquem as técnicas corretas e utilizem materiais de qualidade para que essas manifestações patológicas não voltem.

A umidade ascendente e infiltrações são manifestações patológicas muito presentes na edificação e a solução para elas se dar por meio da impermeabilização da edificação. Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2022), a água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção e com este mantém-se em permanente contato, portanto, afastar e inibir a entrada da umidade numa edificação é o fator primordial para controlar manifestações patológicas que reduzem sua vida útil e interferem no valor de mercado na venda e locação. Faz-se necessário o uso de impermeabilizantes que são produtos que impedem a passagem da água para as estruturas e são classificados, de acordo com a norma técnica NBR 9575 (ABNT, 2010), em rígidos e flexíveis, podendo ser aplicados sobre o substrato das partes construtivas e, também, adicionados ao concreto e argamassa. Então um projeto de impermeabilização da edificação se faz de suma importância para que a mesma não venha apresentar patologias que acabam evoluindo ao longo da vida útil da edificação.

4.3 Ensaios para análise

O ensaio de carbonatação das estruturas de concreto pode ser realizado para a análise das manifestações patológicas presentes na edificação. O indicador de fenolftaleína determina a profundidade de carbonatação do concreto, argamassas ou outros materiais cimentícios. Utilizando o indicador da fenolftaleína, é possível determinar a profundidade da frente de carbonatação em superfícies recém expostas. Conhecendo a posição da frente de carbonatação em vários pontos numa estrutura, é possível avaliar a sua durabilidade e estimar a extensão das zonas a reparar (Cóias, 2006).

Uma abordagem para avaliar a estrutura consiste na realização de um ensaio de esclerometria. Esse método busca quantificar a resistência superficial de uma estrutura de concreto ao utilizar um esclerômetro, um dispositivo que opera com base no princípio do rebote ao ser aplicado sobre a superfície em questão. As diretrizes para esse ensaio são estabelecidas pela norma NBR 7584 (2012).

Ainda na ideia de avaliar a integridade da estrutura, existe o ensaio de velocidade de pulso ultrassônico que consiste na aplicação de um dispositivo emissor de ondas ultrassônicas, cujo intuito é verificar através de parâmetros da NBR 8802 (2019) a

velocidade na qual a onda percorre a estrutura, podendo haver oscilações no tempo e formato das ondas dependendo do material, porosidade e falhas internas.

Ao longo da vistoria foram detectados diversos pontos onde haviam armaduras expostas, então se faz necessário o ensaio de potencial de corrosão que é normatizado pela ASTM C-87, sendo um ensaio eletroquímico que visa verificar a corrosão das armaduras no concreto através da diferença da voltagem do aço aos eletrodos de referência em contato com a superfície do concreto.

Sendo assim, a realização de ensaios permite reduzir a subjetividade das inspeções visuais e avaliar, com maior precisão, as efetivas necessidades de manutenção; permite ainda detectar pequenas alterações que podem estar associadas a sinais de manifestações patológicas (Flores-Colen, 2006).

5. CONCLUSÃO

Este estudo de caso foi desenvolvido com o propósito fundamental de compreender e identificar as manifestações patológicas em uma edificação pertencente a uma universidade pública federal, situada em Mossoró-RN. A relevância intrínseca deste trabalho reside na necessidade de assegurar a integridade física do patrimônio público, bem como garantir a segurança e o bem-estar dos ocupantes do edifício que possui mais de 50 anos e com isso seu tempo de vida útil de projeto encerrado.

A escolha da edificação mostrou-se assertiva para compreender manifestações patológicas, pois com o fim da vida útil a tendência era o aparecimento de mais defeitos que foram identificados ao longo da vistoria, além disso foi possível apontar formas eficazes de correção e ensaios para uma análise e obtenção de resultados mais precisos.

Vale lembrar a importância histórica que a edificação tem para a instituição de ensino, uma vez que é a primeira construção da universidade. Segundo Oliveira e Lopes (2018), o patrimônio edificado pode ser pensado enquanto suporte do imaginário e da memória social de uma localidade, ou seja, os edifícios e áreas urbanas possuidoras de valor patrimonial podem ser tomados como um ponto de apoio da construção da memória, de valor e poder como um estímulo externo que ajuda a reativar e reavivar os traços arquitetônicos na formação sócio territorial. Nesse viés, a memória coletiva moldada pelo transpor do tempo não é mais de que um passeio através da história, revisitada e materializada no presente pela arquitetura, reforçando a ligação de identidade e pertencimento do ser humano em certo tempo e espaço.

Os resultados obtidos com esse estudo podem ser utilizados de maneira eficaz para auxiliar na aplicação de medidas corretivas não apenas na instituição analisada, mas também em outras instalações públicas que compartilhem características construtivas similares e enfrentem problemas correspondentes. Dessa forma, este trabalho não apenas visa oferecer uma solução para questões específicas de manutenção predial e segurança estrutural, mas também aspira a fornecer um modelo replicável e adaptável para enfrentar desafios semelhantes em outros contextos.

Como sugestão para trabalhos futuros fica a sugestão da aplicação dos ensaios sugeridos nesse estudo para uma análise mais precisa da estrutura e manifestações patológicas presentes na edificação. Além disso, pode-se avaliar a eficácia de novas

tecnologias de monitoramento estrutural para detectar precocemente manifestações patológicas e prevenir danos mais graves as edificações.

Assim, este trabalho não apenas contribui para o conhecimento no campo da engenharia civil, mas também destaca a relevância social e técnica da pesquisa realizada. Ao priorizar a otimização da manutenção predial e a promoção da segurança estrutural, reafirma-se o compromisso com a preservação do patrimônio público e o bem-estar da comunidade acadêmica e da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. NBR 7584. **Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão** - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. NBR 8802 - Concreto Endurecido – **Determinação da Velocidade de propagação da onda ultrassônica**. 8 p., Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: Impermeabilização - **Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: **Requisitos Gerais** - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: **Requisitos para os Sistemas Estruturais** - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 3: **Requisitos para os Sistemas de Pisos** - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: **Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas** - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2022.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação e prevenção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BRITO T. F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método Gut**: Estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. 2017. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Cap. 1. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/analise-de-manifestacoes-patologicas-na-construcao-civil-pelo-metodo-gut-estudo-de-caso-em-uma-instituicao-publica-de-ensino-superior.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

CARRARO, C. L.; DIAS, J. F. **Diretrizes para prevenção de manifestações patológicas em Habitações de Interesse Social. Ambiente Construído**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 125-139, jun. 2014. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212014000200009>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000200009. Acesso em: 11 jan. 2024.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Manual de uso, operação e manutenção das edificações: orientações para construtoras e incorporadoras. CBIC, 2013.

Cóias, V. **Inspecções e Ensaio na Reabilitação de Edifícios**. Lisboa, IST PRESS, 2006.

FERREIRA, M. B. **Estudo da carbonatação natural de concreto com diferentes adições minerais após 10 anos de exposição**. 2013. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás. 2013.

FRANÇA, R. M. M.; MONTEIRO, E. C. B. **Análise das Manifestações Patológicas encontradas em Edificação Residencial Unifamiliar no Agreste Pernambucano**. Recife, Revista de engenharia e pesquisa aplicada, 2016.

FLORES-COLEN, I., BRITO, J., FREITAS, V. **Técnicas de Ensaio In-Situ para Apoio à Manutenção Predictiva de Rebocos de Fachada**. 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto, FEUP, 2006.

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

HELENE. T. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. São Paulo. 2011.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras** - São Paulo: Pini, 2007.

MIRANDA JÚNIOR, N. G. **Alvenaria estrutural e suas patologias na construção civil**: não tem. 2018. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unic, Rondonópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/23276/1/NOEL%20GON%C3%87ALVES%20MIRANDA%20J%20C%9ANIOR.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

OLIVEIRA, T. D. de; LOPES, C. E. J. **Monumento, monumentalidade, valor e poder: interações com a memória e preservação arquitetônica**. *METAgaphias*: letra JK de JK de utopias políticas possíveis v.3, n.3, p. 1-17, 2018.

PINA, G. L. de. **Patologias nas habitações populares**. 2013. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Cap. 1. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SANTOS. M. **As Patologias da Construção Civil e suas Reações**. São Paulo. 2012.

SANTOS. T. D. **Definição de Patologia da construção Civil**. São Paulo. 2014.

SANTOS. T. R. E. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. São Paulo. 2015.

SANTUCCI, Jô. **Patologia e desempenho das construções**. Crea-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015.

SCHEIDEGGER, G. M.; CALENZANI, C. L. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. São Paulo, v. 3, n. 4, p.68-92, 12 out. 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/recuperacao-e-reparo>. Acesso em: 12 jan. 2024.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Graduação em Engenharia Civil, 2015.

ZANZARINI, J. C. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. Paraná. 2018.