

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

SARAH VICTORYA BERNARDES NUNES
THAMYRIS MOREIRA GREGÓRIO

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESTRUTURA DE
CONCRETO ARMADO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE
ENSINO**

Cajazeiras-PB
2024

SARAH VICTORYA BERNARDES NUNES
THAMYRIS MOREIRA GREGÓRIO

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESTRUTURA DE
CONCRETO ARMADO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE
ENSINO**

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 Me. Prof. Cicero Joelson Vieira Silva.

Cajazeiras-PB
2024

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

N927a	<p>Nunes, Sarah Victorya Bernardes.</p> <p>Análise de manifestações patológicas em uma estrutura de concreto armado : um estudo de caso em uma instituição de ensino / Sarah Victorya Bernardes Nunes, Thamyris Moreira Gregório. – 2024.</p> <p>51f. : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2024.</p> <p>Orientador(a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.</p> <p>1. Construção civil. 2. Análise patológica. 3. Estrutura de concreto armado 4. Instituição de ensino. I. Gregório, Thamyris Moreira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. III. Título.</p> <p>CDU: 624.012(043.2)</p>
-------	--

SARAH VICTORYA BERNARDES NUNES
THAMYRIS MOREIRA GREGÓRIO

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESTRUTURA DE
CONCRETO ARMADO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTIUIÇÃO DE
ENSINO**

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 19 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CICERO JOELSON VIEIRA SILVA**
Data: 18/10/2024 14:44:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**
Data: 17/10/2024 09:32:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Me. Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
 **ROBSON ARRUDA DOS SANTOS**
Data: 18/10/2024 14:15:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Robson Arruda dos Santos – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedicamos este trabalho à nossa família, amigos, professores e todos que estiveram presentes e nos ajudaram de alguma forma ao longo de toda a nossa jornada até o presente momento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, que sempre esteve presente ao longo desta caminhada. Só Ele sabe das dificuldades que enfrentei para alcançar este momento tão significativo, e foi d'Ele que veio toda a força para continuar em busca deste sonho.

Agradeço à minha mãe, Maria de Fátima Bernardes Feitosa, por todo o esforço para que eu tivesse sempre a melhor educação, muitas vezes abdicando dos próprios sonhos para realizar os meus. Agradeço pelo apoio inabalável, pela compreensão, por sempre me incentivar e por todo o amor incondicional. Espero um dia ser metade da mulher que és e poder retribuir tudo que fizeste e fazes por mim. Seu amor e sabedoria sempre foram essenciais para iluminar meu caminho. Tudo é por você.

Ao meu pai, Cosmo da Silva Nunes, sou grata por todas as histórias que me contava quando eu era pequena, por ter me apresentado ao mundo da construção civil desde cedo e pelo incentivo para que eu continuasse insistindo, apesar dos desafios. Sua determinação para se formar, mesmo com todas as dificuldades e perdas ao longo do caminho, é um dos pilares que me fazem continuar sempre em busca da minha melhor versão.

Um agradecimento especial à minha dupla de TCC, uma amiga/irmã que a faculdade me presenteou, Thamyris Moreira Gregório. Amiga, nada disso teria sido possível sem a sua ajuda e dedicação. Obrigada por ter embarcado nessa jornada comigo e por nunca ter soltado a minha mão desde o dia em que nos conhecemos. Sou extremamente grata por toda a parceria que tivemos ao longo desta trajetória.

Aos meus amigos da faculdade, minha gratidão pela companhia, apoio moral e por todos os momentos que tivemos, fundamentais para tornar este processo mais leve e produtivo. A troca de ideias e o suporte mútuo foram essenciais para a conclusão desta etapa.

Às minhas melhores amigas, que acompanharam de perto esta reta final, sempre me incentivando e acolhendo da melhor maneira possível. Agradeço por sempre me ouvirem e acreditarem no meu potencial. Vocês tornaram o processo mais alegre e levarei sempre um pedaço de vocês comigo.

Ao meu orientador, Cicero Joelson Vieira Silva, que acompanha minha jornada acadêmica desde o curso técnico, sempre disponível para ajudar e compartilhar seus conhecimentos, e que sempre apoiou e acreditou na minha evolução, meu sincero agradecimento pela orientação, paciência e comprometimento. Suas valiosas contribuições e

feedbacks ajudaram a moldar e aprimorar este trabalho, e sou verdadeiramente grata por toda a experiência, por cada ligação e pelas sugestões enriquecedoras. O senhor é um exemplo de profissional. Minha eterna admiração.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, *Campus* Cajazeiras, agradeço pelos valiosos ensinamentos e pela oportunidade de desenvolver trabalhos na área de pesquisa.

Neste momento tão especial, não poderia deixar de agradecer à minha avó, Raimunda Bernardes Feitosa, que, embora não esteja mais conosco, sempre estará em meu coração. Em momentos difíceis, era sua foto que eu olhava. Acredito que, se estivesse aqui, teria orgulho desta conquista e continuaria a oferecer o mesmo apoio que sempre me deu. As lições que aprendi com ela e os momentos que compartilhamos moldaram não apenas meu caráter, mas também a maneira como encaro e valorizo cada etapa deste trabalho. Este TCC é, em parte, um reflexo do que minha avó me ensinou e do impacto que teve na minha vida. Em sua memória, dedico este trabalho com amor e gratidão.

Por Sarah Victorya Bernardes Nunes.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me permitir chegar até aqui, concedendo-me coragem e sabedoria para enfrentar e superar cada obstáculo ao longo dessa caminhada.

À minha mãe, pelo amor incondicional que sempre me apoia e que transforma minhas vitórias em suas próprias conquistas, ao seu amor e constante motivação em cada passo. Sua presença constante e dedicação me deram forças nos momentos mais difíceis e inspiração para seguir em frente.

Aos meus irmãos, Neto Gregório e Thays Joysse, pelo carinho, cuidado e suporte. A presença de vocês foi fundamental ao longo dessa caminhada e sou imensamente grato por tudo.

À minha dupla de TCC, Sarah Victorya, pela paciência e pelo encorajamento nos momentos mais desafiadores. Obrigada por cada momento de paciência, companheirismo e apoio. Você esteve sempre ao meu lado e celebrou comigo cada pequena vitória. Nossa parceria foi essencial para o sucesso deste projeto e sua amizade tornou esse caminho mais especial.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, compartilhando alegrias e dificuldades ao longo dessa trajetória acadêmica. Obrigada por compartilharem comigo cada momento dessa trajetória, pelas risadas, pelo apoio nos dias difíceis e pela amizade que tornou o percurso muito mais leve e divertido. Levarei comigo as memórias e o aprendizado que construímos juntos.

Ao professor e orientador, Cicero Joelson Vieira Silva, meu sincero agradecimento. Por todo o tempo dedicado, pela disposição no ensino e pelo conhecimento compartilhado.

Ao Instituto Federal da Paraíba - IFPB, *Campus Cajazeiras*, expresse meu agradecimento pelos ensinamentos oferecidos e oportunidade de realizar pesquisas e projetos durante minha jornada acadêmica.

E a todos que, de alguma maneira, estiveram presentes, acreditaram em mim e contribuíram para essa conquista, muito obrigada.

Por Thamyris Moreira Gregório.

RESUMO

As escolas possuem um papel importante para a comunidade de um município, servindo como centro de educação, socialização e desenvolvimento para seus usuários. Preservar as estruturas das escolas é crucial para garantir a segurança e o bem-estar dos alunos e funcionários. A manutenção regular ajuda a prolongar a vida útil das construções, reduzindo custos com reparos emergenciais e melhorando a eficiência dos recursos. A presente pesquisa apresenta as manifestações patológicas observadas em uma passarela de uma escola localizada na Cidade de Cajazeiras-PB, com o objetivo de identificar e analisar os problemas estruturais e suas possíveis causas. A estrutura, encontra-se na área externa da escola e desempenha um papel crucial na acessibilidade dos alunos e funcionários. No entanto, sinais de deterioração e danos foram notados, levantando preocupações sobre sua integridade e segurança. Para a pesquisa, classificada como um estudo de caso, foram realizadas inspeções com aplicação de *checklist*, além de registros fotográficos das anomalias identificadas. Na inspeção visual foram identificadas, aberturas (fissuras, trincas ou rachaduras), corrosão das armaduras, além de problemas causados devido ao excesso de umidade. A análise dos dados revelou que as deteriorações estão associadas principalmente a falta de impermeabilização e manutenção regular. Os resultados indicam que as manifestações patológicas podem comprometer a segurança dos usuários e sugerem a necessidade de intervenções corretivas. Recomenda-se a realização de reparos estruturais, a implementação de um plano de manutenção preventiva e a revisão das práticas de uso da passarela para garantir a sua longevidade e segurança. Este estudo fornece uma base para futuros trabalhos relacionados à conservação de estruturas escolares e à gestão de riscos associados a infraestruturas educacionais.

Palavras-chave: manifestações patológicas; manutenção; instituição de ensino.

ABSTRACT

Schools play an important role in the community of a municipality, serving as centers of education, socialization, and development for their users. Preserving school structures is crucial to ensure the safety and well-being of students and staff. Regular maintenance helps extend the life of the buildings, reducing costs from emergency repairs and improving resource efficiency. This research presents the pathological manifestations observed in a walkway of a school located in the city of Cajazeiras-PB, with the aim of identifying and analyzing the structural problems and their possible causes. The structure is located in the external area of the school and plays a crucial role in the accessibility of students and staff. However, signs of deterioration and damage have been noted, raising concerns about its integrity and safety. For this research, classified as a case study, inspections were conducted using a checklist, in addition to photographic records of the identified anomalies. During the visual inspection, openings (cracks, fissures, or fractures), corrosion of reinforcements, as well as problems caused by excessive moisture, were identified. The data analysis revealed that the deteriorations are mainly associated with a lack of waterproofing and regular maintenance. The results indicate that the pathological manifestations may compromise the safety of users and suggest the need for corrective interventions. Structural repairs, the implementation of a preventive maintenance plan, and a review of walkway usage practices are recommended to ensure its longevity and safety. This study provides a foundation for future work related to the preservation of school structures and the management of risks associated with educational infrastructure.

Keywords: pathological manifestations; maintenance; educational institution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Viga em processo de carbonatação.....	21
Figura 2 - Fissura externa em estrutura de concreto.....	22
Figura 3 - Corrosão da armadura em viga.	23
Figura 4 - Deslocamento do concreto por sobrecarga.	23
Figura 5 - Manchas devido a umidade.	24
Figura 6 - Infiltração em laje e viga.	25
Figura 7 - Eflorescência presente na laje.....	26
Figura 8 - Objeto de estudo.	28
Figura 9 - Viga danificada pelo processo de carbonatação.	32
Figura 10 - Viga danificada pela corrosão das armaduras.....	33
Figura 11 - Deslocamento do concreto na viga de apoio da passarela.	34
Figura 12 - Fissuras na parte superior da passarela.	35
Figura 13 - Rachadura no pilar de sustentação.....	35
Figura 14 - Infiltração na parte inferior da laje.	36
Figura 15 - Manchas de umidade na lateral da passarela.	37
Figura 16 - Bolor e mofo na parte inferior da laje.....	37
Figura 17 - Eflorescência causando danos na parte inferior da laje.	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das aberturas conforme a espessura.	21
Quadro 2 - Matriz de Aplicação do Método GUT.....	27
Quadro 3 - Matriz de Aplicação do Método GUT.....	31
Quadro 4 - Grau de priorização para resolução dos problemas patológicos.	31
Quadro 5 - Grau de priorização para resolução dos problemas patológicos.	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	17
3.1.1	Origem e causas	18
3.1.2	Concreto Armado	18
3.1.3	Vida útil, desempenho e manutenção.....	19
3.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS INCIDENTES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	20
3.2.1	Carbonatação.....	20
3.2.2	Fissuras, trincas e rachaduras	21
3.2.3	Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto.....	22
3.2.4	Mancha, bolor e mofo	24
3.2.5	Infiltração	25
3.2.6	Eflorescência.....	25
3.3	MÉTODO GUT	26
4	METODOLOGIA	28
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	28
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	29
4.3	MÉTODO DA PESQUISA.....	29
4.3.1	Anamnese da passarela	30
4.3.2	Elaboração de checklist.....	30
4.3.3	Realização de visitas técnicas	30

	13
4.3.4 Aplicação da Matriz GUT.....	31
4.3.5 Tabulação de dados	31
4.3.6 Sugestão de terapia.....	31
5 RESULTADOS E ANÁLISES	32
5.1 CARBONATAÇÃO	32
5.2 CORROSÃO DAS ARMADURAS E DESPLACAMENTO DO CONCRETO.....	33
5.3 TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS	34
5.4 INFILTRAÇÃO	36
5.5 MANCHAS, BOLOR E MOFO	36
5.6 EFLORESCÊNCIA	38
5.7 APLICAÇÃO DO MÉTODO GUT.....	38
6 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE – CHECKLIST - MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	50

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é de extrema importância e tem desempenhado um papel de grande relevância para o desenvolvimento da sociedade, combinando técnica e estética. Assim, no Brasil, o crescimento elevado dessa área contribui de maneira significativa na economia do país, desde a contribuição direta na criação de empregos até a grande influência na melhoria da infraestrutura (Vieira; Nogueira, 2018).

Diante disso, a procura por infraestrutura e habitação tem contribuído para um aumento regular de obras em todo o país, porém esse aumento não se dá apenas no quesito quantidade, mas também no quesito qualidade das construções executadas. A busca por esse padrão se dá além da aparência da edificação, pois reside também em garantir a segurança, durabilidade e eficiência.

Para Zuchetti (2015), a qualidade das construções desempenha um papel fundamental na garantia do cumprimento integral dos requisitos e das expectativas previamente definidas para uma edificação. Essa qualidade é crucial para prevenir o surgimento de problemas construtivos ou minimizá-los consideravelmente. No entanto, é de suma importância realizar uma análise criteriosa dos métodos e técnicas construtivas, a fim de identificar e resolver eventuais problemas que possam surgir.

As ocorrências de manifestações patológicas são situações frequentes que podem ocorrer ao longo do tempo em qualquer edifício, público ou privado. As mudanças ocasionadas por esses fatos afetam a durabilidade e conseqüentemente a vida útil dos seus componentes. Além da preocupação estética, os problemas patológicos aumentam os riscos relacionados à segurança e saúde das pessoas que utilizam a área afetada (Nascimento *et al.*, 2017).

A Lei nº 14.133/2021, que revogou a Lei nº 8.666/1993, trouxe novas diretrizes para as licitações públicas no Brasil. Embora a nova legislação busque aprimorar a gestão pública e a transparência dos processos licitatórios, a busca pelo menor preço ainda pode influenciar na qualidade das obras, como apontado por Figur *et al.* (2015). A prevalência desse critério pode gerar pressões por redução de custos que, em alguns casos, comprometem a qualidade dos materiais e serviços, perpetuando um desafio histórico na construção civil.

Vasconcelos *et al.* (2021), afirmam que é possível direcionar uma atenção em especial para as escolas da rede pública, que já há muito tempo enfrentam o estigma de terem um baixo padrão de qualidade. Essas instituições possuem um papel de extrema importância na formação dos cidadãos e na construção da sociedade como um todo. Entretanto, a presença de problemas estruturais pode ter um impacto negativo tanto na qualidade da educação oferecida quanto na

segurança e saúde de alunos e professores.

Dentro deste cenário, esses problemas patológicos não apenas depreciam o valor do patrimônio escolar, mas também influenciam nos níveis de percepção dos pais, alunos e da comunidade em geral. A interdição das instalações escolares gera consequências graves para todos os envolvidos no ambiente educacional, incluindo a interrupção das atividades escolares e despesas adicionais relacionadas à manutenção e reparo das infraestruturas (Silva; Laursen, 2022).

Destaca-se nesse sentido o crescente mercado de estudos voltados para manifestações patológicas e torna-se pertinente questionar-se sobre suas origens, discutir-se suas causas e sintomas, e possíveis indicadores de maiores ocorrências. Destarte, o presente estudo tem o objetivo de fazer essa análise em uma passarela de um complexo escolar da rede pública municipal localizada na Cidade de Cajazeiras na Paraíba.

O primeiro tópico desta pesquisa refere-se à introdução, contendo a contextualização, problemática, os objetivos, a justificativa e relevância do tema. A segunda seção apresenta os objetivos, que delimitam e esclarecem a finalidade do estudo. A revisão de literatura, terceira seção, retrata as referências bibliográficas que deram embasamento teórico para o desenvolvimento do trabalho. Na seção seguinte, a quarta, apresenta-se a metodologia com os materiais e métodos utilizados, além da classificação da pesquisa e uma breve apresentação do objeto de estudo. A apresentação, os comentários e a interpretação dos dados obtidos, apresenta-se na quinta seção. Por último, sexta seção, é apresentada a conclusão, o desfecho do desenvolvimento do trabalho.

2 OBJETIVOS

Nesse capítulo delinea-se os objetivos, a ideia central do trabalho, bem como as metas que viabilizam seu alcance.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as manifestações patológicas em uma passarela de uma instituição de ensino na Cidade de Cajazeiras-PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- identificar e quantificar as manifestações patológicas encontradas;
- mapear suas principais causas;
- classificá-las através do método da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência);
- propor soluções e meios a fim de recuperar e evitar a sua evolução.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, apresenta-se o resumo estruturado das pesquisas e das discussões de diversos autores que abrangem os assuntos mais importantes tratados na pesquisa, fornecendo o embasamento teórico para o seu desenvolvimento.

3.1 PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Na construção civil, o termo patologia assemelha-se ao encontrado na medicina, que significa o estudo das origens, sintomas e natureza das doenças. No âmbito construtivo, refere-se a todas as manifestações que possam comprometer o desempenho esperado de uma edificação e suas partes constituintes ao longo do ciclo de vida da construção (Gonçalves, 2015).

É possível atribuir o termo "patologia" aos estudos dos danos que ocorrem em edificações. Essas manifestações podem se apresentar de várias maneiras, como trincas, fissuras, rachaduras, entre outras. Devido à sua presença em diversos contextos, são comumente referidas como manifestações patológicas (Arivabene, 2015).

Logo, manifestações patológicas referem-se a todas as condições ou eventos que causam mudanças ou alterações no estado original dos materiais utilizados em edificações, abrangendo desde aspectos estruturais até elementos de acabamento (Freire, 2019).

As alterações patológicas em uma estrutura surgem de uma interação complexa de vários fatores, muitas vezes resultando em anomalias na edificação. É crucial entender esses fatores para determinar as medidas apropriadas diante de uma manifestação patológica. É essencial diagnosticar corretamente a anomalia para agir de maneira eficaz e proporcionar uma recuperação adequada ao problema em questão (Tutikian; Pacheco, 2013).

A falta de um controle adequado desses problemas pode acarretar grandes prejuízos financeiros, colocar em risco a segurança dos usuários e até mesmo levar ao colapso estrutural. Por isso, é imprescindível realizar inspeções regulares, reabilitar e manter as estruturas existentes, levando em consideração os aspectos econômicos, sociais, patrimoniais e históricos envolvidos. Desde a fase de concepção do projeto até a execução da construção, é crucial antecipar o desempenho futuro em termos de segurança, qualidade e vida útil, prevenindo assim problemas patológicos graves que possam comprometer a integridade estrutural (Novaes; Poznyakov, 2021).

3.1.1 Origem e causas

É importante não confundir a origem dos problemas patológicos com suas possíveis causas. A causa é o fator ou conjunto de fatores que direta ou indiretamente provocam um ou mais problemas patológicos. Por outro lado, a origem refere-se às etapas do processo construtivo onde ocorreram erros ou falhas que deram origem aos problemas patológicos posteriores (Berti; Silva Júnior; Akasaki, 2019).

As manifestações patológicas podem ser causadas por três fatores: projeto, execução e manutenção. A falta de atenção a esses aspectos, isoladamente ou em conjunto, pode levar a sérios problemas na construção. Na fase de projeto, não contratar um engenheiro ou arquiteto qualificado, não escolher os materiais adequados, não seguir normas técnicas e legais, ou não especificar corretamente os materiais e serviços pode resultar em falhas na execução. Durante a execução, a falta de fiscalização e acompanhamento da obra também compromete o desempenho do projeto. Além disso, a ausência de uma equipe especializada para manutenção e limpeza pode causar problemas significativos na edificação (Souza Filho; Miranda; Souza, 2022).

Já os agentes causadores de tais anomalias podem ser intrínsecos ou extrínsecos. As causas intrínsecas surgem do próprio material ou da peça durante a execução e utilização da estrutura e incluem: falhas humanas; deficiência na concretagem; uso inadequado dos materiais; falta de controle de qualidade; ausência de manutenção; e causas químicas, físicas e biológicas. As causas extrínsecas deterioram a estrutura independentemente da composição do material ou do processo de execução e incluem: falhas humanas na fase de projeto; uso incorreto da estrutura; ações mecânicas; ações físicas; ações químicas; e ações biológica (Camargo, 2017).

3.1.2 Concreto Armado

O Concreto Armado é um material de construção que combina duas substâncias principais: o concreto simples e as barras de aço. Neste sistema, as barras de aço são incorporadas ao concreto, e a ligação entre os dois materiais é projetada para garantir uma perfeita aderência. Essa união é fundamental, pois permite que o concreto e o aço trabalhem juntos para suportar os esforços e cargas a que a estrutura será submetida. Assim, quando a estrutura é sujeita a tensões, o concreto, que é muito resistente à compressão, e o aço, que é muito forte à tração, atuam em conjunto, aumentando a durabilidade e a capacidade de carga da construção (Souza Junior, 2012).

De acordo com Bastos (2023), o concreto armado combina as características vantajosas do concreto, durabilidade, boa resistência à compressão, ao fogo e à água, com as propriedades do aço, como ductilidade e excelente resistência à tração e compressão. Essa integração possibilita a construção de elementos com uma ampla diversidade de formas e volumes, de maneira rápida e fácil, adaptando-se a diferentes tipos de projetos.

Ainda segundo o autor mencionado, uma vantagem adicional é a proteção contra corrosão do aço, quando devidamente envolvido e com o cobrimento adequado de concreto, assim como sua capacidade de resistir a altas temperaturas causadas por incêndios, pelo menos por um período determinado.

O concreto é amplamente utilizado em todo o mundo. Após algumas horas da aplicação, ele se apresenta em estado sólido, transmitindo a ideia de ser um material extremamente resistente, denso, indestrutível, durável e de fácil produção (Amorim, 2010).

A durabilidade do concreto de cimento Portland é influenciada por vários fatores, tais como as características do cimento utilizado, o recobrimento da estrutura, a relação água/cimento, entre outros. Esta refere-se à sua capacidade de resistir à deterioração, a qual é também afetada pelas condições ambientais onde é aplicado (Andrade, 2016).

Em relação às estruturas, especialmente aquelas construídas com concreto armado, espera-se que elas cumpram integralmente o projeto com eficiência e qualidade, facilitando tanto a sua construção quanto a manutenção subsequente. Isso não apenas satisfaz o cliente e os usuários, mas também assegura uma vida útil prolongada para a obra. Portanto, essas estruturas devem ser consideradas produtos altamente complexos, projetados para atender aos requisitos do projeto, às expectativas do cliente e garantir a segurança dos usuários (Matildes, 2022).

3.1.3 Vida útil, desempenho e manutenção

A vida útil de uma edificação se refere ao período de tempo durante o qual uma estrutura é capaz de atender às necessidades e expectativas dos usuários em termos de desempenho. Esse período começa no momento em que a construção é colocada em operação e em uso e termina quando ela não atende mais às exigências dos usuários (Possan; Demoliner, 2013).

O desempenho de uma edificação refere-se ao seu comportamento em uso, ou seja, sua capacidade de fornecer condições mínimas de habitabilidade para os usuários, como conforto térmico, acústico, segurança e higiene. Esse desempenho pode variar de acordo com as necessidades dos usuários, a qualidade da manutenção e as condições ambientais, como

temperatura e umidade (Possan; Demoliner, 2013).

Novaes e Poznyakov (2021) afirma que manutenção se trata de um conjunto de medidas voltadas para assegurar que a estrutura funcione de forma adequada ao longo de sua vida útil, garantindo assim sua integridade ao longo do tempo.

Geralmente, a manutenção é realizada após a ocupação da edificação e pode ser classificada em dois tipos: preventiva e corretiva. A manutenção preventiva envolve a inspeção e revisão de componentes que apresentam problemas potenciais, permitindo sua substituição antes que comprometam o bom estado da edificação. Por outro lado, a manutenção corretiva é aplicada em situações emergenciais, sendo necessária para recuperar uma edificação em estado grave, quando não há mais condições viáveis de uso (Pina, 2013).

A manutenção predial tem como objetivo principal substituir ou restaurar partes específicas de uma edificação, assegurando que ela mantenha um desempenho satisfatório e cumpra suas funções originais ao longo do tempo. No contexto brasileiro, é comum que a manutenção seja predominantemente corretiva, ou seja, intervém para corrigir defeitos e resolver problemas identificados após a construção (Cruz; Barbosa; Castanõn, 2017).

A Norma Brasileira - NBR 5674 (ABNT, 2024) afirma que considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis de serem simplesmente substituídas por novas construções quando seu desempenho não atende às expectativas dos usuários, é tanto economicamente inviável quanto ambientalmente inaceitável. É essencial priorizar a manutenção das edificações existentes, enquanto as novas construções, uma vez em uso, devem ser integradas ao estoque de edificações que devem ser mantidas em condições adequadas para satisfazer as necessidades de seus usuários.

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS INCIDENTES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

3.2.1 Carbonatação

A carbonatação do concreto é uma das manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto armado. Esse processo ocorre quando o dióxido de carbono presente na atmosfera penetra na estrutura e reage com o hidróxido de cálcio presente no líquido nos poros do concreto, resultante da hidratação do cimento (Lubamvu, 2023).

Sendo assim, Valença (2016), afirma que a carbonatação é um dos principais fenômenos a ser evitados no concreto, pois, além de poder degradar as estruturas por si só, também é um

dos responsáveis por iniciar o processo de corrosão das armaduras, através da depreciação do aço presente, como apresentado na Figura 1. Os principais fatores que influenciam na carbonatação incluem o tipo e a quantidade de cimento, a relação água/aglomerante, a qualidade da execução, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, a umidade relativa do ar e a temperatura. Portanto, esse fenômeno é influenciado tanto pela composição do concreto quanto por fatores relacionados ao ambiente de exposição.

Figura 1 - Viga em processo de carbonatação.



Fonte: Oliveira, 2017.

3.2.2 Fissuras, trincas e rachaduras

Lottermann (2013) afirma que fissuras, trincas e rachaduras se diferenciam pelo tamanho de suas aberturas, vide Quadro 1, refletindo a gravidade de cada uma. Sua classificação é determinada por fenômenos físicos entre os elementos da construção, demandando soluções e tratamentos distintos para cada uma delas.

Quadro 1 - Classificação das aberturas conforme a espessura.

Anomalia	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: Adaptado de Oliveira, 2013.

O aparecimento de trincas em estruturas de concreto pode ocorrer devido a diversas situações específicas, incluindo a qualidade dos materiais empregados e os revestimentos aplicados, tanto interna quanto externamente. Portanto, é de suma importância compreender as causas e estabelecer conexões entre o problema e os aspectos técnicos pertinentes (Oliveria *et*

al., 2023).

Conforme Lottermann (2013), as fissuras são frequentemente caracterizadas por aberturas estreitas e alongadas na superfície de um material, como apresentado na Figura 2. Geralmente, são de natureza superficial e de menor gravidade, não indicando problemas estruturais. No entanto, é válido observar que toda rachadura se inicia como uma fissura.

Figura 2 - Fissura externa em estrutura de concreto.



Fonte: Zanzarini, 2016.

Já as rachaduras são um estágio avançado das fissuras e necessitam uma atenção imediata para evitar prejuízo à integridade da estrutura, já que sua abertura tem dimensões significativas e assim facilita a entrada de intempéries como ar e água, as quais podem causar corrosão nas armaduras da estrutura devido a reações químicas com o ambiente. Esse processo corrosivo pode comprometer a durabilidade da edificação, diminuindo sua vida útil (Pereira; Thiengo; Conceição, 2020).

3.2.3 Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto

Segundo Martins (2022), corrosão é a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por processos físicos, químicos ou eletroquímicos, resultando na sua inutilização. No contexto do concreto armado, a corrosão das armaduras é uma das principais causas de deterioração das estruturas, impactando diretamente sua durabilidade, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Corrosão da armadura em viga.



Fonte: Monteiro, 2019.

Falhas na construção, erros de projeto e até mesmo o uso inadequado das estruturas podem desencadear a corrosão do aço presente em pilares, vigas, lajes e outros elementos estruturais. Os processos corrosivos geram compostos ferrosos com volume maior que o material original, resultando em uma expansão que cria pressões internas no concreto. Isso leva à formação de fissuras significativas, geralmente paralelas às armaduras, e à exposição das mesmas devido à expulsão da camada de cobertura. Essas fissuras, por sua vez, facilitam a entrada de agentes agressivos, agravando o problema (Gonçalves, 2021).

Em estruturas de concreto, os sinais de corrosão nas armaduras incluem manchas superficiais, fissuras, deslocamento do concreto que cobre a ferragem, como exposto na Figura 4, e perda de massa das próprias armaduras, resultando em redução na seção transversal de seus componentes. Inicialmente, as armaduras são protegidas pelo cobrimento especificado no projeto, que atua como uma barreira física contra fatores externos. No entanto, a perda dessa proteção pode desencadear e acelerar o processo corrosivo. Isso ocorre quando o concreto é suficientemente permeável para permitir a penetração de íons até as armaduras (Soares; Vasconcelos; Nascimento, 2015).

Figura 4 - Deslocamento do concreto por sobrecarga.



Fonte: Brito, 2017.

3.2.4 Mancha, bolor e mofo

Os problemas causados pela umidade podem ser extremamente prejudiciais e difíceis de resolver, levando a danos funcionais, estéticos e estruturais, além de representar riscos à segurança e à saúde dos ocupantes. Esses problemas são mais comuns em construções residenciais, como casas e edifícios (Mitsuizaki *et al.*, 2019).

As manchas, como apresentado na Figura 5, são marcas, permanentes ou não, sobre uma superfície. São uma patologia fortemente associada à umidade. A umidade pode se manifestar em diversos elementos construtivos, como pisos, fachadas, paredes, estruturas, forros e outros. As manchas características de umidade podem ser causadas pela chuva, que encontra falhas de impermeabilização, ou podem surgir devido ao mecanismo de capilaridade a partir da fundação. Também podem ocorrer por vazamentos nas instalações hidráulicas, entre outras causas (Souza, 2008).

Figura 5 - Manchas devido a umidade.



Fonte: Barros; Carvalho, 2023.

Os bolores, ou mofos, são bem conhecidos por seu impacto em alimentos, mas também podem aparecer em estruturas de concreto. Esses fungos buscam matéria orgânica em superfícies úmidas e escuras de edificações. A presença de mofo não só afeta a aparência estética, o que frequentemente motiva os proprietários a procurar soluções, mas também pode indicar problemas mais sérios na estrutura do concreto. Embora o mofo possa parecer um problema apenas superficial, ele pode sinalizar questões estruturais subjacentes que precisam ser abordadas (Azevedo *et al.*, 2020).

3.2.5 Infiltração

A presença de água na construção civil pode desencadear diversos problemas durante a obra. As infiltrações, por exemplo, tornam o ambiente insalubre, enquanto o aumento da umidade reduz a vida útil da edificação. Muitas vezes, também se observa a presença de agentes prejudiciais à saúde, representando riscos para o proprietário da edificação (Maia; Gurgel 2018).

Segundo Ferreira e Rodrigues (2019) a infiltração pode ser definida quando a água se move do exterior para o interior de uma estrutura, ou vice-versa, penetrando nas paredes através de fissuras ou poros nos materiais, como apresentado na Figura 6. Essa penetração pode afetar a integridade física da construção, danificando materiais como pintura e aço, entre outros, essenciais para a sua construção.

Figura 6 - Infiltração em laje e viga.



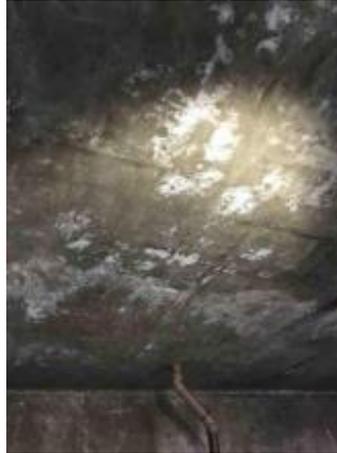
Fonte: Anselmo, 2016.

Miranda Junior, Lopes e Faria (2021) concluem que a água é a principal responsável pela deterioração das edificações, e devido à sua capacidade de penetração, pode desencadear uma série de problemas na estrutura, tornando-a progressivamente mais vulnerável.

3.2.6 Eflorescência

Mehta e Monteiro (2014) afirmam que a eflorescência é um problema que ocorre na superfície de estruturas de concreto, Figura 7, e se manifesta como manchas esbranquiçadas. Esse fenômeno ocorre quando a água que está no concreto transporta sais solúveis até a superfície. À medida que a água evapora, os sais ficam depositados na superfície do concreto, formando as manchas brancas.

Figura 7 - Eflorescência presente na laje.



Fonte: Silva; Figueiredo, 2018.

Quando a eflorescência se desenvolve, o concreto tende a se tornar mais poroso. Isso acontece porque a eflorescência pode levar à decomposição de outros hidratos presentes no concreto, que são substâncias importantes para sua estrutura e resistência. Como resultado, o concreto enfraquece e a armadura de aço, que está embutida no concreto para dar suporte estrutural, pode se tornar mais suscetível à corrosão. A corrosão da armadura pode, por sua vez, comprometer ainda mais a integridade do concreto (Vasconcelos, 2018).

Segundo Pradella (2019), embora essa manifestação patológica não indique necessariamente problemas estruturais ou comprometa sua estabilidade, é importante observar que estas sinalizam a presença de umidade na estrutura, o que pode potencialmente resultar em problemas futuros.

3.3 MÉTODO GUT

A matriz GUT oferece um método estruturado para identificar possíveis riscos e prever desafios futuros, facilitando a implementação de ações preventivas e corretivas de maneira proativa. Seu papel como ferramenta de gestão de riscos tem ganhado bastante reconhecimento no setor, ajudando a aprimorar continuamente a qualidade das edificações e assegurando a satisfação dos usuários (Silva, 2023).

Héris *et al.* (2013) consideram três aspectos principais a ser levado sobre a matriz GUT: a gravidade, que avalia a intensidade e o impacto dos danos que o problema pode causar se não for tratado; a urgência, que analisa o tempo disponível antes que esses danos ou resultados indesejáveis ocorram; e a tendência, que examina como o problema pode evoluir ou se agravar caso não seja resolvido.

É necessário classificar cada manifestação em uma escala de 1 a 5, onde 5 representa o

problema mais grave e 1 ao menos significativo, conforme mostrado no Quadro 2. Para cada variável, é atribuído um número e multiplicado para obter uma pontuação para cada questão. Se um problema for extremamente grave, muito urgente e com tendência a piorar com o tempo, receberá a pontuação máxima de 5 em cada dimensão, resultando em uma pontuação total de até 125 (Carvalho *et al.*, 2022).

Quadro 2 - Matriz de Aplicação do Método GUT.

VALOR	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente graves	Ação imediata	Piorar rapidamente
4	Muito graves	Alguma urgência	Piorar em pouco tempo
3	Graves	O mais cedo possível	Piorar em médio prazo
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Piorar em logo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

Fonte: Adaptado de Vasconcelos *et al.*, 2009.

Para Sotille (2014), esse método pode ser implementado seguindo quatro etapas: o processo envolve primeiro listar os problemas ou pontos que precisam ser analisados. Em seguida, cada tópico é avaliado e recebe uma pontuação baseada nos parâmetros estabelecidos. Após a pontuação, os problemas são classificados em ordem de prioridade, o que ajuda a identificar quais questões precisam ser resolvidas primeiro. Com essa classificação, são tomadas as decisões estratégicas necessárias para enfrentar os problemas.

Para determinar a ordem de prioridade e tomar decisões sobre como resolver os problemas, é necessário criar uma lista classificando os resultados obtidos com o uso da matriz. Essa classificação ajuda a identificar quais questões precisam ser abordadas primeiro, facilitando a tomada de decisões e garantindo que os problemas mais críticos sejam tratados de forma eficiente.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo são delineados os procedimentos metodológicos empregados para alcançar os resultados relacionados à problemática abordada neste trabalho. Também são detalhados os materiais e métodos utilizados na condução da pesquisa.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso foi realizado em uma instituição de ensino localizada no Município de Cajazeiras, Estado da Paraíba, devido às diversas manifestações patológicas existentes em um de seus elementos estruturais, a passarela, como mostra a Figura XX. A cidade está situada na mesorregião do sertão paraibano, a 471 km da capital.

A escola, que possui mais de trinta (30) anos, passou por sua última reforma em outubro de 2022, é reconhecida pela qualidade de ensino na localidade. Situada na zona urbana do município, a instituição possui capacidade para 800 alunos, abrangendo desde a educação infantil até o 9º ano do ensino fundamental, com aulas pela manhã e à tarde, além de atividades complementares como atletismo, banda, teatro, futebol, karatê, entre outros.

Figura 8 - Objeto de estudo.



Fonte: Autoras, 2024.

Suas instalações contam com vinte e nove salas de aula, laboratório de informática, biblioteca, banheiro adequado à educação infantil, banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, parque infantil, sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), sala de professores, secretaria, despensa, almoxarifado, sala da direção, cozinha, refeitório, parque infantil, área livre para recreio, auditório, quadra de esportes coberta, pátio coberto e pátio descoberto.

O objeto de estudo é uma passarela de concreto armado, construída simultaneamente ao complexo escolar. Esta passarela desempenha um papel crucial na acessibilidade de alunos e funcionários, permitindo a passagem pela parte superior da escola. Localizada na área externa, a superestrutura possui 19 metros de comprimento e 8 metros de largura, sendo sustentada por 16 pilares com dimensões de 0,25 x 0,25 metros. As vigas têm medidas de 0,10 x 0,20 metros e a laje apresenta uma espessura de 0,18 metros.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi utilizado o método qualitativo. Essa abordagem requer contato direto com o ambiente de estudo, demandando de um trabalho de campo mais aprofundado. Nesse contexto, as questões são investigadas no ambiente em que naturalmente se manifestam, sem intervenções intencionais por parte do pesquisador (Prodanov; Freitas, 2013).

Classificando quanto à natureza, refere-se a uma pesquisa aplicada, que para Nascimento e Sousa (2015), trata-se de uma produção de conhecimento prático que visa resolver problemas específicos, utilizando informações relevantes e adaptadas às necessidades específicas.

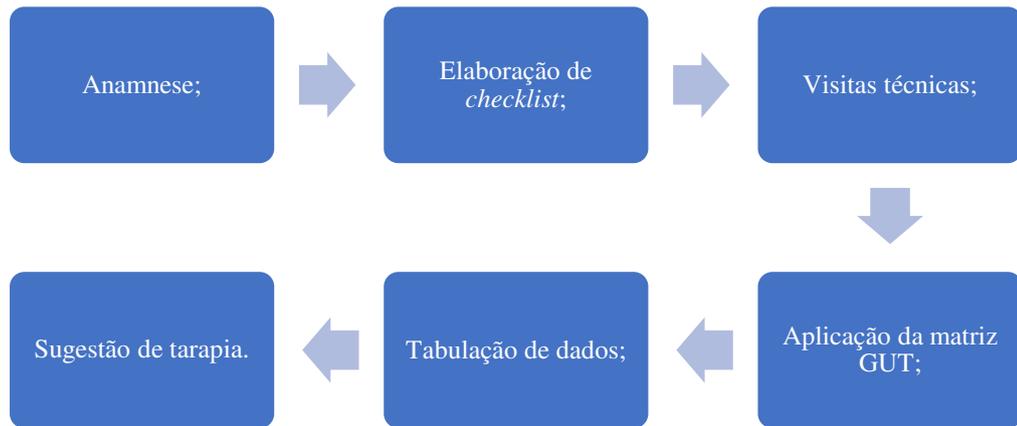
Quanto aos objetivos, podemos classificar como descritiva e explicativa. A pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de uma determinada situação ou fenômeno, bem como estabelecer relações entre variáveis. Algumas destas pesquisas não se limitam apenas a identificar essas interações, buscando também compreender a natureza dessa relação. Nesse contexto, temos uma pesquisa descritiva que se aproxima do caráter explicativo. Já a pesquisa explicativa tem como foco principal a identificação dos fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência desses fenômenos (Gil, 2008).

Além disso, quanto aos procedimentos caracteriza-se por um estudo de caso. Assim, para Prodanov e Freitas (2013), esse tipo de pesquisa envolve a coleta e análise de informações sobre um determinado grupo ou cenário. Esse método visa examinar diversos aspectos da realidade, conforme a pesquisa estudada.

4.3 MÉTODO DA PESQUISA

Todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do trabalho estão apresentadas no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Procedimentos metodológicos.



Fonte: Autoras, 2024.

4.3.1 Anamnese da passarela

Nesta etapa, foi realizado um levantamento do histórico e anamnese da instituição, com o intuito de coletar informações sobre o seu processo construtivo, incluindo projetos, materiais e as técnicas utilizadas, manutenções, documentos, entre outros. Para isso, foram realizadas inspeções visuais e registros fotográficos, além de conversas informais com funcionários antigos da instituição.

4.3.2 Elaboração de checklist

Após terem sido colhidas as informações básicas, foi elaborado um *checklist*, em formato de lista pré-definida para uma melhor organização do trabalho (Vide Apêndice). O documento criado incluía todas as possíveis manifestações em concreto armado, além de um espaço para anotações de observações extras.

O uso dessa ferramenta é essencial para assegurar a qualidade e eficiência de tarefas e projetos. Isso significa que, ao criar listas de verificação, é possível garantir que todas as etapas necessárias sejam concluídas corretamente. Além disso, as listas de verificações garantem a consistência na execução das atividades e contribuem para a realização bem-sucedida de projetos, proporcionando uma abordagem organizada e controlada.

4.3.3 Realização de visitas técnicas

Para obter as informações necessárias, foram realizadas visitas à escola em análise, totalizando cinco vistorias detalhadas. Essa atividade foi fundamental para compilar dados completos e precisos.

A primeira visita à instituição teve como objetivo realizar a anamnese, marcando nosso

primeiro contato oficial. As visitas subsequentes, realizadas semanalmente, foram conduzidas com o auxílio do *checklist* supracitado, e consistiram na identificação e acompanhamento da evolução dos problemas patológicos encontrados. Esse processo incluiu observação tátil e visual, além de registros fotográficos.

4.3.4 Aplicação da Matriz GUT

Foram desenvolvidas duas tabelas para organizar de forma mais eficiente as informações coletadas e facilitar a criação da matriz pelo método GUT. O Quadro 3 foi elaborado para classificar os problemas patológicos com base nas variáveis do método, enquanto o Quadro 4 foi utilizado para definir o grau de prioridade dessas manifestações.

Quadro 3 - Matriz de Aplicação do Método GUT.

Problema Patológico	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT	Prioridade
Problema Patológico 1					
Problema Patológico 2					

Fonte: Autoras, 2024.

Quadro 4 - Grau de priorização para resolução dos problemas patológicos.

Grau de prioridade	Problema patológico
1°	
2°	
3°	

Fonte: Autoras, 2024.

4.3.5 Tabulação de dados

Com a realização das visitas técnicas e a coleta de dados, os resultados foram organizados em quadros e tabelas, com um espaço para inserção, armazenamento e associação das imagens obtidas. Isso permitiu avaliar e caracterizar as anomalias observadas de forma prática e segura, facilitando a interpretação dos fenômenos ocorridos.

4.3.6 Sugestão de terapia

Após a análise dos dados obtidos e seguindo as orientações e informações pesquisadas, foram propostas as técnicas mais adequadas para melhorar ou reabilitar os elementos construtivos em relação as alterações patológicas identificadas.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, apresentam-se os dados coletados juntamente com uma análise interpretativa e analítica, de forma objetiva, aprofundada e lógica destes.

5.1 CARBONATAÇÃO

A principal causa da ocorrência dessa manifestação patológica foi a presença de porosidade (ninhos de concretagem) e fissuras encontradas na estrutura. Esses fatores facilitaram a penetração do dióxido de carbono (CO_2) presente no ar. Ao reagir com os componentes químicos do concreto, o CO_2 se dissolveu ao entrar em contato com água formando o ácido carbônico, que ao interagir com os compostos de cálcio do cimento, especialmente o hidróxido de cálcio, converteu-se em carbonato de cálcio. Essa reação reduziu o pH do concreto, acarretando a corrosão das armaduras, que leva a expansão volumétrica e a fissuração do concreto, comprometendo a integridade estrutural do elemento, conforme Figura 8.

Figura 9 - Viga danificada pelo processo de carbonatação.



Fonte: Autoras, 2024.

A dosagem inadequada, erros na execução do concreto, como falhas no adensamento e na cura, e a incorreta posição da armadura, que interfere no cobrimento mínimo, podem ter sido a origem do problema.

Para tratar o problema, é necessário realizar uma inspeção para verificar a extensão da carbonatação e determinar até onde o CO_2 penetrou no concreto. Depois, deverá ser feita a remoção do concreto afetado até obter uma área sólida e não carbonatada, utilizando

ferramentas como marretas, escovas de aço ou jateamento abrasivo. Após a remoção, é essencial fazer a limpeza para remoção de resíduos e poeira. Depois, tratar as armaduras se estiverem corroídas e por fim, aplicar uma nova camada de concreto com boas propriedades de aderência e resistência. Como prevenção, a aplicação de selantes e manutenções regulares devem ser realizadas.

5.2 CORROSÃO DAS ARMADURAS E DESPLACAMENTO DO CONCRETO

Um dos fatores identificados que gerou a corrosão das armaduras foi a carbonatação, que reduziu o pH do concreto e enfraqueceu a proteção da armadura, tornando-a vulnerável a essa ação. Além disso, a umidade presente no local gerou um ambiente propício para a corrosão, pois a água e outros contaminantes penetraram por meio de fissuras e poros, acelerando o processo corrosivo.

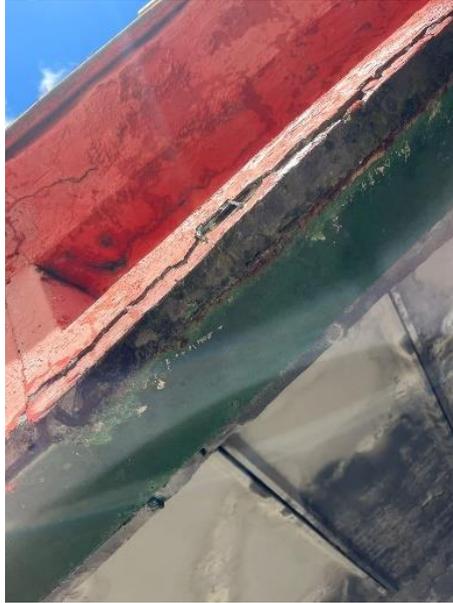
Com o processo de corrosão, formou-se o óxido de ferro (ferrugem), como mostrado na Figura 9, fazendo com que esse elemento se expandisse ocupando mais espaço no concreto, ocasionando seu deslocamento e fissuras ao seu redor, ilustrado na Figura 10, comprometendo a integridade estrutural.

Figura 10 - Viga danificada pela corrosão das armaduras.



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 11 - Deslocamento do concreto na viga de apoio da passarela.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Tal manifestação pode ter sido originada por deficiências no projeto, como escolha de materiais inadequados e/ou técnicas construtivas, sem levar em consideração as condições ambientais.

A conduta necessária para o tratamento das armaduras corroídas é basicamente: retirar o concreto afetado ao redor da armadura; realizar sua limpeza, com auxílio de escovas de aço, jatos de areia ou jateamento com abrasivos, para remover a ferrugem; aplicar revestimento de proteção, como primers anticorrosivos, para prevenir futuras corrosões; e por fim o concreto removido deverá ser substituído por uma nova camada compatível com o original.

5.3 TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS

As aberturas encontradas, na sua grande maioria, foram do tipo fissuras superficiais, situadas na face superior da laje da passarela, apresentadas na Figura 11. Estas foram ocasionadas por variações térmicas, devido à exposição da laje a temperaturas extremas, o que provoca a expansão e contração do concreto, resultando em tensões internas que acarretam esse tipo de manifestação patológica. Além disso, a ausência de juntas de dilatação, bem como infiltrações ou vazamentos, contribuiu para a propagação e intensificação do problema.

Figura 12 - Fissuras na parte superior da passarela.



Fonte: Autoras, 2024.

A rachadura observada na Figura 12, foi oriunda da corrosão das armaduras. Devido à expansão das armaduras, surgiram tensões internas que, conseqüentemente, causaram o rompimento do concreto, resultando na abertura. Até o momento das análises ela estava inerte.

Figura 13 - Rachadura no pilar de sustentação.



Fonte: Autoras, 2024.

Para ambas as situações, é necessário avaliar a gravidade de cada abertura para se aplicar a intervenção mais eficaz. Inicialmente é feita uma limpeza para remoção de resíduos, poeira ou partículas soltas, com escova de aço ou jatos de areia. Para as fissuras superficiais, que estão estabilizadas e inertes, deve-se preenchê-la com selante epóxi, poliuretânico ou acrílico, aplicando com uma pistola ou espátula, pressionando-o para garantir seu total preenchimento.

Para as rachaduras inertes, deve-se preenchê-las com argamassa de reparação (graute), utilizando uma espátula, com atenção na compactação do produto para evitar bolhas e ar e garantir uma boa aderência e cura adequada. Nas ativas, indica-se injetar resina epóxi ou poliuretana, através de bicos, sob pressão até o preenchimento e adesão completa do concreto. Após cura, retirar os bicos e preencher os furos com argamassa. Sugere-se acompanhar a

evolução de tais aberturas. Esse processo forma uma barreira impermeável que protege a estrutura contra infiltrações de água e umidade.

5.4 INFILTRAÇÃO

Devido as fissuras, poros e ninhos de concretagem existentes na laje, além de falhas na sua impermeabilização e na execução inadequada do sistema de escoamento, foram encontrados alguns pontos de infiltrações na estrutura. Por estar exposta às intempéries, a água oriunda da chuva ou de outra fonte penetrou no elemento por capilaridade ou gravidade, ocasionando manchas úmidas visíveis na sua parte inferior. Vale salientar também que a passarela não possui caimento ou inclinação suficiente para permitir o escoamento da água.

Essa condição patológica é bastante comum nessa área da estrutura e acaba prejudicando a estética do ambiente, como mostrado na Figura 13. A infiltração, além de causar manchas, descoloração e outros danos visuais, pode levar a outros problemas como a corrosão das armaduras e agravar os já existentes.

Figura 14 - Infiltração na parte inferior da laje.



Fonte: Autoras, 2024.

Para a correção, recomenda-se a remoção da área afetada, o selamento das rachaduras e fissuras na parte superior da laje e, em seguida, fazer a aplicação de uma camada de impermeabilização, como membranas líquidas ou de polietileno, para proteger contra futuras infiltrações.

5.5 MANCHAS, BOLOR E MOFO

As manchas foram causadas pela água utilizada na limpeza da escola, além da umidade devido a vazamentos, infiltrações e água de chuva, como exposto na Figuras 14. O bolor, que

são as manchas escuras ou cinzentas e tem uma textura felpuda, e o mofo, que aparece como manchas escuras e verdes, cresceram devido a umidade excessiva e falta de ventilação adequada, Figura 15. Falhas ou ausência de manutenção predial rotineira contribuíram para a proliferação de tais problemas.

Figura 15 - Manchas de umidade na lateral da passarela.



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 16 - Bolor e mofo na parte inferior da laje.



Fonte: Autoras, 2024.

O crescimento de mofo e bolor pode causar manchas indesejadas, odores desagradáveis e, o mais preocupante, problemas de saúde, como alergias e dificuldades respiratórias.

Para a correção dessas manifestações patológicas, indica-se sanar os problemas de infiltração com as devidas impermeabilizações. Para as manchas de umidade, deve-se limpá-las com ácido diluído ou detergente específico. Já para o tratamento de bolor e mofo, é necessário realizar a limpeza da área afetada com escova para retirada dos fungos e em seguida utilizar uma solução de água e detergente ou produtos apropriados para remoção de tais

componentes.

5.6 EFLORESCÊNCIA

A infiltração foi a causa principal do surgimento dessas manchas. A eflorescência aconteceu porque a água penetrou a estrutura e lixiviou (transportou) os sais que, após sua evaporação, ficaram na superfície em forma de cristais, formando manchas brancas, vide Figura 16.

Figura 17 - Eflorescência causando danos na parte inferior da laje.



Fonte: Autoras, 2024.

Ausência ou falha na execução dos serviços de impermeabilização, como a escolha inadequada do sistema, podem ter acarretado o surgimento desse problema.

Como tratamento, primeiramente é preciso identificar e corrigir o problema da umidade. Em seguida, deve-se limpar a área afetada usando uma escova de cerdas duras, para remoção dos depósitos salinos. Para eflorescências leves, indica-se utilizar água e um detergente suave. Já para as persistentes, o uso de soluções ácidas com pincel ou esfregão é o ideal. Dependendo da situação que a área se encontra, é necessário a retirada completa da região afetada para que seja aplicado impermeabilizante e uma nova camada seja executada.

5.7 APLICAÇÃO DO MÉTODO GUT

A Tabela 1 mostra as manifestações patológicas classificadas de acordo com o método GUT. Os resultados refletem a análise de cada problema e a ordem de priorização.

Tabela 1: Matriz de aplicação do método GUT.

Problema Patológico	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT	Prioridade
Corrosão das armaduras	4	5	5	100	1
Carbonatação	4	5	5	100	1
Mancha	1	2	3	6	7
Bolor	2	3	4	24	5
Mofo	2	2	3	12	6
Fissuras	3	4	4	48	3
Rachaduras	3	5	5	75	2
Infiltração	3	3	4	36	4
Desplacamento do concreto	4	5	5	100	1
Eflorescência	2	3	4	24	5

Fonte: Autoras, 2024.

O Quadro 5 mostra o grau de prioridade em ordem crescente.

Quadro 5 - Grau de priorização para resolução dos problemas patológicos.

Grau de prioridade	Problema patológico
1°	Corrosão das armaduras
	Carbonatação
	Desplacamento
2°	Rachaduras
3°	Fissuras
4°	Infiltração
5°	Eflorescência
	Bolor
6°	Mofo
7°	Mancha

Fonte: Autoras, 2024.

Após a análise, os resultados da aplicação do método indicam que algumas manifestações patológicas apresentam o mesmo grau de prioridade. As anomalias relacionadas a corrosão das armaduras, carbonatação e o deslocamento do concreto é uma questão prioritária que deve ser abordada com urgência e receber atenção imediata.

Os resultados também apresentaram a problemática das rachaduras como algo a ser corrigido brevemente, enquanto as outras ocorrências patológicas não representam uma ameaça grave à integridade da estrutura e podem ser tratadas com menor prioridade.

As manifestações patológicas encontradas são oriundas de falhas na execução, como cura inadequada do concreto, dosagem incorreta dos materiais, compactação deficiente e ausência de projetos essenciais, como o de impermeabilização. Além disso, o uso de materiais inadequados e a falta de manutenções regulares, já que tem certa antiguidade, contribuíram para a deterioração da estrutura.

Esses problemas destacam a importância de um planejamento adequado durante a fase de execução das obras, garantindo que todos os projetos, como os de impermeabilização e estrutural, sejam devidamente elaborados e acompanhados por uma fiscalização rigorosa. Na fase de uso, é essencial realizar manutenções periódicas para assegurar a durabilidade, o

desempenho adequado e a vida útil da edificação. Sem essas medidas, a estrutura fica vulnerável a danos e perda de funcionalidade.

6 CONCLUSÃO

Durante sua vida útil, as edificações estão sujeitas a diversas manifestações patológicas. A manutenção de instituições públicas, como escolas, é crucial para preservar a integridade dessas estruturas, pois elas são pilares fundamentais para a formação e o bem-estar dos seus usuários. As escolas atendem à demanda da população do município e, por isso, necessitam de reparos frequentes. É essencial analisar os problemas existentes, como foi feito no estudo abordado neste trabalho.

Foram realizadas análises detalhadas do objeto de estudo, incluindo registros fotográficos e anamneses, que revelaram deficiências na manutenção. Observou-se que as vistorias e os reparos não são realizados de forma periódica, o que contribui para a deterioração progressiva da instituição. Após a coleta de dados, foi possível identificar as causas e origens das manifestações patológicas e, com base nessa análise, propor soluções para resolver os problemas encontrados.

Durante a vistoria na instituição, foi constatado que as principais alterações patológicas estão relacionadas à presença de fissuras e umidade. A falta de impermeabilização resulta em manchas, bolor, mofo e danos ao revestimento. Além disso, as fissuras são a principal causa da carbonatação, o que leva à corrosão das armaduras. Essa análise detalhada não apenas fornece uma visão clara das condições atuais da instituição, mas também é essencial para a implementação de medidas corretivas e preventivas.

Após uma avaliação detalhada da passarela, foi possível prescrever tratamentos específicos para cada problema identificado, com base em seus mecanismos de ocorrência. As recomendações de reparo consideraram as práticas atuais da construção civil e descreveram as melhores formas de restaurar a funcionalidade e o desempenho da edificação. Para os danos causados pela umidade excessiva, a conduta recomendada incluiu delimitar a área afetada, remover o revestimento da região, realizar a limpeza adequada e, em seguida, impermeabilizar com o material e a técnica apropriados.

Constatou-se que as deficiências encontradas são principalmente resultado da falta de conservação e manutenção da estrutura, o que afeta diretamente sua funcionalidade e estética. Portanto, com a gestão da escola sendo informada da real situação da estrutura, é de extrema importância que os reparos sejam executados o mais rápido possível e, após as reformas, é crucial implementar programas de inspeção e manutenção periódica nas construções de responsabilidade da prefeitura, especialmente nas escolas. Esses programas têm o objetivo de prolongar a vida útil e o desempenho das edificações, além de evitar custos elevados com

manutenções corretivas no futuro.

Dessa forma, os objetivos propostos por esta pesquisa foram alcançados, pois evidenciam a eficácia da abordagem adotada para analisar e tratar as manifestações patológicas identificadas. A análise detalhada não apenas possibilitou a caracterização dessas anomalias, mas também permitiu identificar suas origens e causas fundamentais.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se realizar um levantamento orçamentário para estimar os custos necessários para reformas e melhorias no planejamento estratégico para manutenções futuras da unidade estudada, pois é importante detectar problemas patológicos logo que surgem e recomendar intervenções adequadas para tratá-los. Isso permitirá planejar adequadamente os investimentos e garantir a manutenção adequada das edificações a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. A. de. **Durabilidade das estruturas de concreto armado aparentes**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A4GDM/1/durabilidade_das_estruturas_de_concreto_armado_aparentes.pdf. Acesso em: 12 maio 2024.
- ANDRADE, B. S. O. **Concreto armado: um estudo sobre o processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de duas estruturas**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30820>. Acesso em: 12 maio 2024.
- ANSELMO, M. **Patologias na construção civil causadas por infiltrações e percolação de águas pluviais**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31474/1/MONOGRAFIA_7_pdf.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.
- ARIVABENE, A. C. Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 3, n. 10, p. 1-22, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/30032291/Patologias_em_Estruturas_de_Concreto_Armado_Estudo_de_Caso_Patologias_em_Estruturas_de_Concreto_Armado_Estudo_de_Caso. Acesso em: 14 fev. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5674: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2024.
- AZEVEDO, M. E. A; BATISTA, J. M. G. L; CARVALHO, F. H. B. de; SALUSTIANO, V.; MOTA, G. L; P. Patologias em estrutura de concreto - estudo de caso: bloco I da Universidade Federal do Tocantins. **Construindo**. v. 11, n. 2, 2020. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/6270>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- BARROS; A. B.; CARVALHO, I. A. **Manifestações patológicas ocasionadas por umidade em unidades básicas de saúde (UBS) na Cidade de Cajazeiras-PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Cajazeiras, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/3102/2/TCC%20Alyne%20Batista%20Barros%2C%20Igor%20Alves%20Carvalho.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2024.
- BASTOS, P. S. **Fundamentos do concreto armado**. Apostila - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 12 maio 2024.
- BERTI, J. V. M.; SILVA JÚNIOR, G. P. da; AKASAKI, J. L. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Anap Brasil**, v. 12, 2019. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2228. Acesso

em: 08 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Dispõe sobre licitações e contratos administrativos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14133.htm. Acesso em: 10 mar. 2024.

BRITO, T. F. de. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT**: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/24985/1/AN%c3%81LISE%20DE%20MANIFESTA%c3%87%c3%95ES%20PATOLOGICAS%20NA%20CONSTRU%c3%87%c3%83O%20CIVIL%20PELO%20M%c3%89TODO%20GUT_FINAL_CORRETO.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

CAMARGO, R. G. **Estudo de patologia em concreto armado e proposta de soluções**: análise de caixa de areia no sistema de tratamento de efluentes em uma cooperativa de laticínios. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/156936>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CARVALHO, A. L. M.; BARBOSA, G. C.; SATURNINO, W.; ARAÚJO, V. S. M. **Análise de manifestações patológicas pelo método GUT**: estudo de caso na instituição de ensino municipal Ambrosio Selso Noronha na Cidade de Severiano Melo/RN. Trabalho de Conclusão de Curso – Ânima Educação. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/7163d837-c4dd-4fdb-9e65-95b3afe65abd>. Acesso em: 4 ago. 2024.

CRUZ, A. F. R.; BARBOSA, M. T. G.; CASTANÕN, J. A. B. Análise do processo de manutenção em diferentes sistemas construtivos no Brasil. **Reucp**, Petrópolis, v.11, n.1, p.33-43, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/375822830_Elaboracao_do_plano_de_manutencao_estrutural_para_o_projeto_de_uma_caixa_d'agua_de_concreto_armado_no_municipio_de_Rio_Preto_da_EvaAM_estudo_de_caso. Acesso em: 19 jun. 2024.

FERREIRA, G. C. dos S.; RODRIGUES, V. F. **Análise de Patologias Decorrentes de Infiltrações nas Edificações**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, 2019. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3121/1/AN%C3%81LISE%20DE%20PATOLOGIAS%20DECORRENTES%20DE%20INFILTRA%C3%87%C3%95ES%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

FIGUR, N. E; FURLAN, G. C.; COSTA, G. A. S; SILVA, S. da. **Manifestação de patologias construtivas**: estudo de caso em obras públicas executadas em não conformidade com as normas técnicas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/665662>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FREIRE, V. P. **Manifestações patológicas presentes em residências habitacionais do**

município de nova Jaguaribara-CE. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/161dbf5b-b005-4ad9-a34e-ee3508e5f805/content>. Acesso em: 25 fev. 2024.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas da pesquisa social. **Atlas S.A**, 6. ed. São Paulo, p. 194, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.

GONÇALVES, L. A. Análise de falhas nas etapas executivas da construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31276/1/construcaofalhasexecucaopatologias.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2024.

HÉKIS, H. R.; SILVA, A. de C. da; OLIVEIRA, I. M. P. de; ARAUJO, J. P. de F. Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte. **Revista Tecnologia (UNIFOR)**, v. 34, p. 20-32, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/4485>. Acesso em: 4 ago. 2024.

LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto:** estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. Disponível em: https://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2013/TCC_Andr%C3%A9%20Fonseca%20Lottermann.pdf. Acesso em: 22 maio 2024.

LUBAMVU, J. N. **Estudo de carbonatação em concreto armado:** causas, diagnóstico e proposta de soluções – Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/28256>. Acesso em: 22 jul. 2024.

MAIA, D. M.; GURGEL, M. T. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias do programa minha casa minha vida.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/3c369057-bd60-43c1-8dc2-2205caf15252/content>. Acesso em: 22 jul. 2024.

MARTINS, D. K. G. Corrosão de armaduras em concreto armado. *Construindo*, Belo Horizonte, v. 14, p. 33-50, dezembro de 2022. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/8151>. Acesso em: 24 jun. 2024.

MATILDES, C. M. Concreto armado e suas patologias. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 10, 2022. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/concreto->

armado-e-suas-patologias. Acesso em: 13 mar. 2024.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais** – 2ª ed. São Paulo: Nicole Pagan Hasparyk, 2014.

MIRANDA JUNIOR, P. R.; LOPES, A. O.; FARIA, M. S. P. **Estudo de infiltrações por água em residências unifamiliares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Sociesc de Joinville, Joinville, 2021. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-paulista/engenharia-civil/tcc-estudo-de-infiltracoes-por-agua-em-residencias-unifamiliares-axel-e-paulo-versao-final/72408004>. Acesso em: 12 jun. 2024.

MITZSUZAKI, C. Y. Y.; JESUS, V. A. de; SILVA, A. B. de; AMARANTE, M. dos S. Patologias na construção civil. **Pesquisa e Ação**. v. 5, dezembro 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.edu.br/index.php/pesquisa/article/view/775/780>. Acesso em: 22 jul. 2024.

MONTEIRO, B. A. **Corrosão de armadura em viga de concreto armado**: estudo de caso em edificação residencial do município de Paracatu. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Atenas, Paracatu, 2019. Disponível em: https://atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/CORROSAO_DE_ARMADURA_EM_VIGA_DE_CONCRETO_ARMADO__estudo_de_caso_em_edificacao_residencial_do_municipio_de_Paracatu.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

NASCIMENTO, F. P. do; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da pesquisa científica - teoria e prática**, 1 ed. Thesaurus, 2015.

NASCIMENTO, I. M. S.; SILVA, D. L.; SANTOS, C.; GALINDO, A. L. Levantamento e análise das manifestações patológicas em unidades de saúde da cidade do Paulista/PE: estudo de caso. *In*: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 1., 2017, Recife. **Anais eletrônicos** [...]. Recife, 2017. Disponível em: <https://revistas.poli.br/index.php/CONPAR/article/view/615>. Acesso em: 25 jan. 2024.

NOVAES, I. M. M; POZNYAKOV, K. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 22, 2021. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/539/349>. Acesso em: 12 maio 2024.

OLIVEIRA, B. A. de; OLIVEIRA, J. S. de; SANTOS, M. V. O.; MELARA, J. F. T. Trincas em edificações. **Revista ft**, v. 27, 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/trincas-em-edificacao/>. Acesso em: 5 abr. 2024.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/9971>. Acesso em: 21 mar. 2023.

OLIVEIRA, J. A. da C. **Inspeção predial e avaliação das manifestações patológicas do subsolo em edificação residencial localizada no distrito federal**: estudo de caso condomínio residencial 116 norte. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 19., 2017. Foz do Iguaçu. Disponível em: <https://ibape->

nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/095.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.

PEREIRA, E. da P.; THIENGO, L. P.; CONCEIÇÃO, S. S. **Fissuras, Trincas e Rachaduras em Edificações de Concreto Armado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Multivix, 2020. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/04/fissuras-trincas-e-rachaduras-em-edificacoes-de-concreto-armado.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.

PINA, G. L. de. **Patologias nas habitações populares**. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnico Científica do CREA-PR**, p. 1-14, 2013. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/14>. Acesso em: 5 abr. 2024.

PRADELLA, C. **Análise da gestão de manifestações patológicas em edificações residenciais no pós-obra**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/11385/Carolina+Pradella.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 jul. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. **Freevale**, 2. Ed, p. 276, Novo Hamburgo, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2024.

SILVA, B. M. **Metodologia GUT aplicada à análise de manifestações patológicas de uma edificação residencial**: estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3886/1/tcc_Barbara%20Silva.pdf. Acesso em: 4 ago. 2024.

SILVA, D. R. C.; FIGUEIREDO, F. B. **Patologia em estruturas de concreto armado** – estudo de caso aplicado às obras inacabadas e concluídas do campus II da UFGD. Universidade Federal da Grande Dourados, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/1966/1/DanielaRodriguesCostaeSilva.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SILVA, M. A. L. A. da; LAURSEN, A. Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício comercial de Caruaru-PE. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ed. 11, v. 12, p. 69-85, novembro de 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/investigacao-patologica>. Acesso em: 4 jun. 2024.

SOARES, A. P. F; VASCONCELOS, L. T; NASCIMENTO, F. B. C. Corrosão em armaduras de concreto. **Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 3, n.1, p. 177-188, novembro 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/2651/1540>. Acesso em: 26

maio 2024.

SOTILLE, M. A. **A ferramenta GUT** - Gravidade, urgência e tendência. PM Tech Capacitação em Projetos, 2014. Apostila. Disponível em <https://www.pmtech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>. Acesso em 4 ago. 2024.

SOUZA, M. F. de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf. Acesso em 10 jun. 2024.

SOUZA FILHO, E.; MIRANDA, H.; SOUZA, J. **Patologias da construção civil**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/b799e195-700c-4850-9e00-2c5b630271bf>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SOUZA JUNIOR, P.J. **Análise de pórticos de concreto armado em condições sísmicas considerando o modelo de Mander**. Dissertação (Mestrado em Projeto de Estruturas) – Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli603.pdf>. Acesso em: 12 maio 2024.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. **Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. Boletín Técnico. Mérida: Alconpat, 2013. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/bt55.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2024.

VALENÇA, D. V. da C. **Análise da deterioração do concreto por carbonatação natural com exposição às classes de agressividade ambiental marinha e respingos de maré**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8055>. Acesso em: 25 jun. 2024.

VASCONCELOS, D. S. C. de; SOUTO, M. do S. M. L.; GOMES, M. de L. B.; MESQUITA, A. M. A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção - estudo de caso na indústria têxtil. **Enegep**, Salvador, outubro de 2009. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_stp_091_621_14011.pdf. Acesso em: 4 ago. 2024.

VASCONCELOS, F. de O. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado – estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3747/1/An%C3%A1lise%20das%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20patol%C3%B3gicas%20em%20pontes%20de%20concreto%20armado%20estudo%20de%20caso.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2024.

VASCONCELOS, J. C.; LIMA, P. V. P. S. ROCHA, L. A. KHAN, A. S. Infraestrutura escolar e investimentos públicos em Educação no Brasil: a importância para o desempenho educacional. **SciELO**, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/w9HwRXMQ3FVZ9fzJJKBgLLt/#>. Acesso em: 14 fev. 2024.

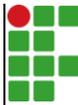
VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Sistemas & Gestão**, Rio Grande do Norte, v. 13, n. 13, p. 366-377, 2018. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1419/915>. Acesso em: 21 mar. 2024.

ZANZARINI, J. C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural**: estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6296/3/CM_COECI_2016_1_15.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/9cbff169-e225-4b24-afcd-9c63036dcf46>. Acesso em: 21 mar. 2024.

APÊNDICE – CHECKLIST - MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Instituição:			
Data da inspeção:			
Elemento analisado:			
Manifestação patológica	Sim	Não	Causas
Trincas, fissuras e rachaduras			
Observações:			
Desagregação/desplacamento			
Observações:			
Armadura exposta			
Observações:			
Corrosão			
Observações:			
Deformações (flechas)			
Observações:			
Eflorescências			
Observações:			
Bolor, fungos			
Observações:			
Infiltração, machas			
Observações:			
Outros			
Observações:			

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Sarah Nunes
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Sarah Victória Bernardes Nunes, ALUNO (201922200010) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS, em 18/10/2024 16:35:23.

Este documento foi armazenado no SUAP em 18/10/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1283906

Código de Autenticação: 7594d457e2

